

## RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de 05/02/2018.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP**

**CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ÍNDICES DE SELEÇÃO E ESTABILIDADE E  
ADAPTABILIDADE EM LINHAGENS DE ALFACE-CRESPA  
VIA REML/BLUP**

**Willame dos Santos Candido**

**Engenheiro Agrônomo**

**2016**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ÍNDICES DE SELEÇÃO E ESTABILIDADE E  
ADAPTABILIDADE EM LINHAGENS DE ALFACE-CRESPA  
VIA REML/BLUP**

**Willame dos Santos Candido**

**Orientadora: Profa. Dra. Leila Trevisan Braz**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas).

**2016**

Candido, Willame dos Santos  
C217i Índices de seleção e estabilidade e adaptabilidade em linhagens  
de alface-crespa via REML/BLUP / Willame dos Santos Candido. --  
Jaboticabal, 2016  
v, 92 p. : il. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de  
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2016  
Orientadora: Leila Trevisan Braz  
Banca examinadora: José Branco de Miranda Filho, Renata  
Castoldi, Rinaldo Cesar de Paula, Priscila Lupino Gratão  
Bibliografia

1. Alface-crespa – estabilidade-adaptabilidade 2. *Lactuca sativa*  
3. Alface-crespa – valores genéticos I. Título. II. Jaboticabal-  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.52:635.52

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –  
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ÍNDICES DE SELEÇÃO E ESTABILIDADE E ADAPTABILIDADE EM  
LINHAGENS DE ALFACE-CRESPA VIA REML/BLUP

AUTOR: WILLAME DOS SANTOS CÂNDIDO

ORIENTADORA: LEILA TREVISAN BRAZ

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AGRONOMIA  
(GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS), pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. LEILA TREVISAN BRAZ  
Departamento de Produção Vegetal / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Prof. Dr. JOSÉ BRANCO DE MIRANDA FILHO  
DEPARTAMENTO DE GENÉTICA / ESALQ / USP - PIRACICABA, SP

Profa. Dra. RENATA CASTOLDI  
Universidade Federal de Uberlândia / UFU - Câmpus Monte Carmelo, MG

Prof. Dr. RINALDO CESAR DE PAULA  
Departamento de Produção Vegetal / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Profa. Dra. PRISCILA LUPINO GRATÃO  
Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 05 de agosto de 2016.

## DADOS CURRICULARES DO AUTOR

**WILLAME DOS SANTOS CANDIDO** - nascido na cidade de Aracati - Ceará, em 21 de maio de 1989. Filho de José Wellington Cândido e Maria Sebastiana dos Santos, graduou-se em Agronomia, em 27 de julho de 2011, pela Universidade Federal Rural do Semiárido - UFRSA, obtendo o título de Engenheiro Agrônomo. Durante a graduação foi por duas vezes bolsista de Iniciação Científica, no período de 2009 a 2011 na área de Recursos Genéticos de Plantas Medicinais e Melhoramento Genético de Cucurbitáceas. Em agosto de 2011 ingressou no curso de mestrado em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas) na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Jaboticabal. Desenvolveu durante 24 meses o projeto da dissertação, intitulado “Controle genético da resistência a *Meloidogyne incognita* em *Cucumis melo* L.”, como bolsista da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), sob a orientação da Profa. Dra. Leila Trevisan Braz. Em agosto de 2013 ingressou no curso de doutorado em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas) pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Jaboticabal, atuou na área de genética quantitativa e melhoramento clássico de hortaliças, onde desenvolveu sob a orientação da Profa. Dra. Leila Trevisan Braz, o projeto de tese, intitulado “Índices de seleção e estabilidade e adaptabilidade em linhagens de alface-crespa via REML/BLUP”, como bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e cuja tese é apresentada a seguir.

*Mas a sabedoria que vem do alto é antes de tudo pura, depois pacífica, amável, compreensiva, cheia de misericórdia, de bons frutos, imparcial e sincera. (Tiago 3:17)*

Aos meus pais, José Wellington e Maria Sebastiana, que são a razão de meu existir, os meus exemplos de vida e de humildade, que sempre me apoiaram com sábias palavras de incentivo nos vários momentos da minha caminhada até a concretização desse sonho!

## **DEDICO**

Aos meus queridos irmãos, Willimar Cândido (*in memoriam*) e Lorena Cândido por terem sido um presente de Deus em nossa família.

## **OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

A DEUS, pelo dom da vida, pela proteção e direcionamento dos meus caminhos, sempre me conduzindo por estradas de luz, me dando a sabedoria e discernimento para saber passar e superar diversos momentos difíceis da minha vida, mas que só serviram para me fortalecer na fé no Deus de amor e misericórdia que a mim concedeu toda providência divina.

Aos meus pais, Maria Sebastiana e José Wellington, que sempre me apoiam em minhas decisões, que sempre lutaram na vida de forma árdua para sempre me ajudar no começo de minha caminhada, dando sempre palavras de incentivo para que eu nunca desistisse dos meus sonhos. A vocês sempre dedicarei toda a razão do meu viver.

Aos meus avós paternos, Maria da Conceição e José Sales, por todas as orações e pedidos de proteção divina a mim rogada a Deus, e por todo o carinho que a mim são oferecidos, serei eternamente grato. E a todos de minha família que me ajudaram de forma direta ou indireta.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas), pela oportunidade de realização do curso de mestrado e doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa, que me permitiu realizar o curso de doutorado.

À Profa. Dra. Leila Trevisan Braz, minha orientadora, por ter me acolhido em seu grupo de pesquisa de uma forma tão carinhosa no início do mestrado e durante todos os cinco anos convividos de muitos ensinamentos e aprendizado profissional e de vida. Também agradeço por ser um exemplo de ser humano para todos que tem o prazer de conviver ao seu lado, pela sua humildade, profissionalismo e integridade. Será sempre uma grande referência para mim.

Ao Prof. Dr. Rinaldo Cesar de Paula, pela amizade e por toda a disponibilidade e boa vontade em ajudar na resolução de dúvidas nas análises estatísticas. Um exemplo de mestre!

Ao Prof. Dr. Francisco de Assis de Oliveira (Thikão), pela amizade e ajuda em minha caminhada de graduação até chegar na pós-graduação. Foi a pessoa que inicialmente apostou na minha capacidade e deu toda a força inicial para minha vinda a São Paulo fazer seleção para o mestrado. Disso nunca esquecerei. Obrigado!

Aos Professores do Programa de Genética e Melhoramento de Plantas: Leila Trevisan Braz, Rinaldo Cesar, Sandra Uneda-Trevisoli, Gustavo Moro, Antonio de Goes, Dilermando Perecin, Luciana Rossini, João Ademir e Adhemar Sanches, pelos conhecimentos compartilhados nas disciplinas lecionadas que muito contribuíram para minha formação.

À Profa. Dra. Renata Castoldi, pela amizade, pelo companheirismo durante toda a minha caminhada durante o mestrado e por sempre ter se disponibilizado em me ajudar.

Aos membros da banca examinadora: Leila Trevisan Braz (orientadora), Rinaldo Cesar de Paula, Priscila Lupino Gratão, José Branco de Miranda Filho e Renata Castoldi pela disponibilidade em participar da banca e sugestões para melhoria do trabalho.

Aos amigos do grupo NEOM – Núcleo de Estudos em Olericultura e Melhoramento – Dora Tobar, Renato Soares, Marcus Vinícius, Guilherme Diniz, Carol Franco, Edgard Henrique, Lucas Santos, Rafaelle Fazzi, Hudson Rabelo, Heloísa e Roberta. Agradeço a oportunidade de conviver com cada um de vocês, pela agradável companhia e ajuda a mim oferecida.

Aos funcionários do Setor de Olericultura e Plantas Aromático-Medicinais, Inauro, Reinaldo e Cláudio. Sou imensamente grato pela ajuda durante a realização dos experimentos.

A todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização desse grande sonho!

## SUMÁRIO

	Página
<b>RESUMO</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>2</b>
2.1 A alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.).....	2
2.2 Índices de Seleção.....	4
2.3 Índices não paramétricos.....	6
2.3.1 Índice de Elston (1963).....	6
2.3.2 Índice de Schwarzbach (1972).....	7
2.3.3 Índice de Mulamba e Mock (1978).....	8
2.4 Índices de seleção no melhoramento de plantas.....	9
2.5 Interação genótipo x ambiente (IGA).....	11
2.6 Adaptação da alface em ambientes de cultivo.....	16
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>20</b>
<b>CAPÍTULO 2 - SELEÇÃO DE LINHAGENS DE ALFACE-CRESPA BASEADA EM ÍNDICES NÃO PARAMÉTRICOS</b> .....	<b>29</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>29</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>30</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>31</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>32</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>36</b>
<b>4 CONCLUSÕES</b> .....	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>45</b>
<b>CAPÍTULO 3 - ESTABILIDADE E ADAPTABILIDADE EM LINHAGENS DE ALFACE-CRESPA VIA REML/BLUP</b> .....	<b>48</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>48</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>49</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>50</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>52</b>
2.1 Localização e condições experimentais.....	52
2.2 Modelo estatístico e análises.....	57
2.3 Estimativas da significância dos efeitos dos modelos.....	58
2.4 Estimativas dos componentes de variância e parâmetros genéticos.....	58

2.5 Estimativas dos valores de MHVG, PRVG e MHPRVG.....	59
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>60</b>
3.1 Inverno (MODELO 51).....	60
3.2 Verão (MODELO 51).....	67
3.3 Análise conjunta das duas épocas (MODELO 114).....	73
<b>4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>81</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>82</b>

## ÍNDICES DE SELEÇÃO E ESTABILIDADE E ADAPTABILIDADE EM LINHAGENS DE ALFACE-CRESPA VIA REML/BLUP

**RESUMO** – Em programas de melhoramento genético, é usual a mensuração de vários caracteres com o objetivo de se praticar a seleção simultânea para alguns deles. Neste aspecto, a linhagem selecionada deve reunir uma série de atributos favoráveis capazes de se diferenciar de cultivares elites já estabelecidas no mercado em potencial produtivo e, ao mesmo tempo, satisfazer as exigências do consumidor. As linhagens desenvolvidas, quando plantadas em diferentes ambientes de cultivo, sofrem influência de fatores ambientais, em maior intensidade, sobre características quantitativas. Isto sugere que, nos programas de melhoramento genético de plantas, sejam realizados testes de cultivares em múltiplos locais, épocas e anos, a fim de se avaliar o comportamento dessas linhagens/cultivares frente às diferenças entre e dentro de ambientes, que caracteriza o estudo acerca da interação de genótipos com ambientes. Diante desse contexto, objetivou-se com o presente trabalho: a) verificar a eficiência de índices de seleção não paramétricos em selecionar linhagens de alface-crespa promissoras para o registro no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, com base em diferentes caracteres, e estimar os ganhos genéticos com base nos índices de seleção; b) estimar a estabilidade e adaptabilidade genotípica de linhagens/cultivares de alface-crespa resistentes a *Bremia lactucae* em diferentes sistemas de cultivo e épocas em Jaboticabal-SP. O trabalho se dividiu em duas etapas, sendo a primeira o estudo de índices não paramétricos na seleção de linhagens e ganhos genéticos em seis locais de cultivo do estado de São Paulo e a segunda, a de estimar por meio dos modelos mistos a estabilidade e adaptabilidade das linhagens. O primeiro experimento foi instalado em delineamento em blocos ao acaso em áreas de produtores de alface do Estado de São Paulo dos municípios de Monte Alto, São Simão, Salesópolis, Biritiba Mirim, Mogi das Cruzes e Aramina, durante o outono-inverno de 2014. Avaliaram-se oito linhagens de alface-crespa e as cultivares comerciais Vanda e Vera. Utilizou-se os índices de Mulamba e Mock, Elston e Schwarzbach na seleção de linhagens superiores para o conjunto de caracteres (produção total, produção comercial, número de folhas, volume e comprimento do caule). Os índices foram correlacionados na classificação dos genótipos, tendo o índice de Mulamba e Mock se destacado, por ter possibilitado bons ganhos diretos para os caracteres; as linhagens superiores de alface-crespa L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>7</sub> e L<sub>8</sub> foram promissoras para serem recomendadas para registro. O segundo experimento foi conduzido em delineamento em blocos ao acaso no Setor de Olericultura e Plantas Aromático-Medicinais da UNESP/FCAV. Avaliaram-se dez genótipos de alface, sete sistemas de cultivo e duas épocas, no ano de 2015. Avaliaram-se caracteres de produção das plantas, sendo os dados submetidos ao programa Selegen-REML/BLUP para verificar a significância dos efeitos de genótipos e suas interações com ambientes e épocas por meio da análise de deviance. Para a avaliação da estabilidade e adaptabilidade genotípica, empregaram-se os métodos Média Harmônica dos Valores Genotípicos - MHVG, Performance Relativa dos Valores Genotípicos - PRVG e Média Harmônica da Performance Relativa dos Valores Genotípicos - MHPRVG. Para o inverno, as linhagens selecionadas foram L<sub>3</sub>, L<sub>6</sub>, e L<sub>8</sub>. Para o verão, as selecionadas foram L<sub>4</sub>, L<sub>6</sub>, e L<sub>8</sub>. Considerando a análise conjunta das duas

épocas, foram selecionadas as linhagens L<sub>6</sub>, L<sub>7</sub> e L<sub>8</sub>, indicando serem promissoras para recomendação de plantio.

**Palavras-chave:** Ambiente de cultivo, índices não-lineares, *Lactuca sativa*, linhagens endogâmicas, modelos mistos

## SELECTION INDICES, STABILITY AND ADAPTABILITY IN VARIETIES OF CRISPY ENDIVE LETTUCE USING REML/BLUP

**ABSTRACT** – Genetic breeding programs typically measure several traits in order to simultaneously select for some of them. In this respect, the breeding line selected should combine a series of favorable attributes that set it apart from elite cultivars already established in the market in terms of yield potential, while also meeting consumer demands. When planted in different environments, the quantitative traits of the lines developed were more intensely affected by environmental factors. This suggests that plant breeding programs would benefit from testing cultivars in different locations, seasons and years to evaluate their behavior in relation to differences between and within environments, characterizing a study of the interaction between genotypes and environments. As such, the present study aimed to: a) assess the effectiveness of non-parametric selection indices in selecting promising breeding lines of crispy endive lettuce for registration with the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply, based on different characteristics, and estimate the genetic gains achieved with these indices; b) estimate the stability and adaptability of crispy endive lettuce lines/cultivars resistant to *Bremia lactucae* in different cultivation systems and seasons in Jaboticabal, São Paulo state (SP). The study was divided into two stages; the first involved analyzing nonparametric selection indices and genetic gains in six locations in São Paulo state, and the second consisted of estimating the stability and adaptability of the breeding lines studied using mixed models. The first experiment used a randomized block design and was carried out in areas belonging to lettuce growers in the municipalities of Monte Alto, São Simão, Salesópolis, Biritiba Mirim, Mogi das Cruzes and Aramina (SP), during the 2014 fall-winter season. Eight breeding lines of crispy endive lettuce were assessed, in addition to the Vanda and Vera commercial cultivars. The selection indices of Mulamba and Mock and Elston and Schwarzbach were used to select superior lines for the set of traits (total yield, commercial yield, number of leaves, volume and stalk length). The indices were correlated in genotype classification, with the Mulamba and Mock index providing better direct gains for the traits in question; the superior crispy endive lettuce lines L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>7</sub> and L<sub>8</sub> were promising in terms of recommendation for registration. The second experiment used a randomized block design and was conducted in the Department of Vegetable Crops and Aromatic Medicinal Plants at UNESP/FCAV. Ten lettuce genotypes, seven cultivation systems and two seasons were studied, in 2015. Yield traits of the plant were evaluated, with data entered into the Selegen-REML/BLUP program to determine the significance of genotype effects and their interaction with environments and seasons by analysis of deviance. The following methods were used to assess genotype stability and adaptability: Harmonic Mean of Genotypic Values (HMGV), Relative Performance of Genotypic Values (RPGV) and Harmonic Mean of the Relative Performance of Genotypic Values (HMRPGV). The breeding lines selected for winter were L<sub>3</sub>, L<sub>6</sub>, and L<sub>8</sub>, and L<sub>4</sub>, L<sub>6</sub>, and L<sub>8</sub> for summer. Considering the combined analysis of the two seasons, lines L<sub>6</sub>, L<sub>7</sub> and L<sub>8</sub> were selected as promising for planting.

**Keywords:** Growing environment, non-linear indices, *Lactuca sativa*, inbred lines, mixed models

## CAPÍTULO 1

### 1 INTRODUÇÃO GERAL

A alfacicultura tem ganhado mais espaço nas áreas produtoras de pequenos e médios agricultores ao redor das grandes cidades e centros de comercialização, devido, principalmente, ao maior retorno econômico. Com a demanda crescente por maiores produções e visando atender à população com produtos de melhor qualidade, os programas de melhoramento genético da cultura têm sido intensificados de maneira a desenvolver novas cultivares com padrões diversificados de consistência, tipos e colorações de folhas, bem como, tamanhos de plantas, a fim de atender a diversos nichos de mercado.

No entanto, antes do lançamento, as cultivares de alface desenvolvidas por programas de melhoramento necessitam ser testadas em diferentes ambientes de cultivo (épocas, anos, sistemas de cultivos), para só depois serem registradas no Sistema Nacional de Proteção de Cultivares – SNPC / MAPA - e, assim, chegarem ao comércio de sementes para o plantio em áreas produtoras.

Para lançar uma nova cultivar, os melhoristas procedem à avaliação das plantas, ao praticar a mensuração de vários caracteres, com o objetivo de realizar a seleção simultânea para alguns deles, sendo importante, para tanto, a adoção de índices de seleção. Neste aspecto, a linhagem selecionada deve reunir diversos atributos favoráveis, com padrão aceitável de produção e de exigência do consumidor em relação a qualidade do produto (FARIAS, 2005).

A utilização de índices de seleção funciona como um caráter adicional resultante da combinação de diversas características, sobre as quais se deseja obter respostas à seleção (SANTOS et al., 2007), o que permite melhorar diversos caracteres simultaneamente, independente da existência ou não de correlação entre eles (SMITH, 1936; HAZEL, 1943; WILLIAMS, 1962; VILARINHO et al., 2003; CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004).

Os índices não paramétricos são aqueles que, teoricamente, podem ser aplicados tanto na seleção recorrente, quanto na seleção de cultivares ou linhagens em fase final de avaliação (SANTOS, 2005).

Para a seleção de uma cultivar de alface para plantio, contudo, deve-se levar em consideração o comportamento apresentado pelas cultivares nos ambientes de cultivo testados, ou seja, é necessário ter o conhecimento da estabilidade e adaptabilidade das plantas, para que o produtor tenha maior segurança na produtividade da cultura, com melhores retornos econômicos.

Várias metodologias foram desenvolvidas para o estudo da interação genótipo x ambiente, no entanto, metodologias mais atuais a partir de modelos mistos (RESENDE, 2007) e bayesianos (MORA; PUPIM-JUNIOR; SCAPIM, 2007; MOLINA, 2007), têm sido amplamente utilizadas em vários experimentos. Porém, a utilização dos modelos mistos em estudos com alface ainda é escassa na literatura, podendo ser encontrada apenas para algumas hortaliças, como cenoura (SILVA et al., 2011), morango (COSTA et al., 2015), pimentão (PIMENTA et al., 2016) e batata-doce (BORGES et al., 2010a). Os modelos mistos, além de selecionarem os genótipos para adaptabilidade, estabilidade e produtividade, ordenam-nos com base em seus valores genéticos, pela média harmônica da performance relativa dos valores genéticos (MHPRVG – BLUP) (RESENDE, 2004).

Diante do exposto, com o presente trabalho, objetivou-se: a) verificar a eficiência de índices de seleção não paramétricos em selecionar linhagens de alface-crespa resistentes a *B. lactucae* promissoras para o registro no MAPA, e estimar os ganhos genéticos com base nos índices de seleção; b) estimar a estabilidade e adaptabilidade genotípica de linhagens/cultivares de alface-crespa resistentes a *Bremia lactucae* em diferentes sistemas de cultivo e épocas, em Jaboticabal-SP.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 A alface (*Lactuca sativa* L.)**

A alface é uma planta dicotiledônea anual, originária de clima temperado, pertencente à família Asteraceae (Compositae), sendo, certamente, uma das hortaliças mais populares e consumidas no Brasil e no mundo. A hortaliça apresenta quantidades razoáveis de vitaminas A e C, niacina, folatos, além de minerais e fibras

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. T. E.; GONÇALVES, C.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; TUCCI, M. L. S.; CASTRO, C. E. F. de. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2014. 452 p. (Boletim Técnico-IAC, n.º 200).

AGRIANUAL 2016: Anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Agroinformativo, 2016. p. 307.

ALVARENGA, R. C.; LARA C., W. A.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. **Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.22, n. 208, p. 25-36, 2001.

ANDRADE JÚNIOR, V. C.; YURI, J. E.; NUNES, U. R.; PIMENTA, F. L.; MATOS, C. S. M.; FLORIO, F. C. A.; MADEIRA, D. M. Emprego de tipos de cobertura de canteiro no cultivo da alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 899-903, 2005. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362005000400007> >.

BARROS JÚNIOR, A. P.; GRANGEIRO, L. C.; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M. Z.; SOUZA, J. O.; AZEVEDO, P. E.; MEDEIROS, D. C. Cultivo da alface em túneis baixos de agrotêxtil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 4, p. 801-803, 2004. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362004000400028> >.

BEZERRA NETO, F.; ROCHA, R. H. C.; ROCHA, R. C. C.; NEGREIROS, M. Z.; LEITÃO, M. M. V. B. R.; NUNES, G. H. S.; SOBRINHO, J. E.; QUEIROGA, R. C. F. Sombreamento para produção de mudas de alface em alta temperatura e ampla luminosidade. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 133-137, 2005. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362005000100028> >.

BLIND, A. D.; SILVA FILHO, D. F. Desempenho de cultivares de alface americana cultivadas com e sem *mulching* em período chuvoso da Amazônia. **Agro@ambiente**, Boa Vista, v. 9, n. 2, p. 143-151, 2015. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v9i2.2183> >.

BRAGAGNOLO, N.; MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por palha de trigo e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 14, n. 3, p. 369-374, 1990.

CARVALHO, J. E. de.; ZANELLA, F.; MOTA, J. H.; LIMA, A. L. S. Cobertura morta do solo no cultivo de alface cv. Regina 2000, em Ji-Paraná/RO. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 935-939, 2005. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542005000500003>>.

CASTOLDI, R.; CHARLO, H. C. O.; MELO, D. M.; CANDIDO, W. S.; VARGAS, P. F.; DALPIAN, T.; BRAZ, L. T. Obtaining resistant lettuce progenies to downy mildew. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 1, p. 69-73, 2014. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362014000100011> >.

COSTA, A. F.; LEAL, N. R.; VENTURA, J. A.; GONÇALVES, L. S. A.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; COSTA, H. Adaptability and stability of strawberry cultivars using a mixed model. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 37, n. 4, p. 435-440, 2015. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v37i4.18251> >.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2012. p. 110.

DIAMANTE, M. S.; SEABRA JÚNIOR, S.; INAGAKI, A. M.; SILVA, M. B.; DALLACORT, R. Produção e resistência ao pendoamento de alfaces tipo lisa cultivadas sob diferentes ambientes. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 44, n. 1, p. 133-140, 2013. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902013000100017> >.

FERREIRA, R. L. F.; ALVES, A. S. S. C.; ARAÚJO NETO, S. E.; KUSDRA, J. F.; RESENDE, M. I. F. L. Produção orgânica de alface em diferentes épocas de cultivo e sistemas de preparo e cobertura de solo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.30, n.4, p. 1017-1023, 2014.

LIN, C. S.; BINNS, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 68, p. 193-198, 1988.

LUZ, A. O.; SEABRA JÚNIOR, S.; SOUZA, S. B. S.; NASCIMENTO, A. S. Resistência ao pendoamento de genótipos de alface em ambientes de cultivo. **Agrarian**, Dourados, v. 2, n. 6, p. 71-82, 2009.

MRODE, R. A. **Linear models for the prediction of animal breeding values**. 2. ed. Wallingford: CABI, 2005.

MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea Mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**, Alexandria, v. 7, n. 1, p. 40-51, 1978.

PIMENTA, S.; MENEZES, D.; NEDER, D. G.; MELO, R. A.; ARAUJO, A. L. R.; MARANHÃO, E. A. A. Adaptability and stability of pepper hybrids under conventional and organic production systems. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 2, p. 168-174, 2016. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620160000200004> >.

PUIATTI, M.; FINGER, F. L. **Fatores climáticos**. In: PAULO, C. R. F. Olericultura – teoria e prática. Rio Branco: Suprema Gráfica e Editora, 2005. cap. 2. p. 17-38. v. 1.

QUEIROZ, J. P. S.; COSTA, A. J. M.; NEVES, L. G.; SEABRA JÚNIOR, S.; BARELLI, M. A. A. Estabilidade fenotípica de alfaces em diferentes épocas e ambientes de cultivo. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 45, n. 2, p. 276-283, 2014. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902014000200007> >.

REGITANO NETO, A.; RAMOS JÚNIOR, E. U.; GALLO, P. B.; FREITAS, J. G.; AZZINI, L. E. Comportamento de genótipos de arroz de terras altas no estado de São Paulo. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 44, n. 3, p. 512-519, 2013. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902013000300013> >.

RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975 p.

RESENDE, M. D. V. de. **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica; Colombo: EMBRAPA Florestas, 2007. 561 p.

RESENDE, M. D. V. **Métodos estatísticos ótimos na análise de experimentos de campo**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 65 p.

SANTOS, V. B. dos. **Avaliação genotípica de linhagens de arroz de terras altas via metodologia de modelos mistos**. 2009. 164 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

SILVA, L. B.; NODARI, I. D. E.; SEABRA JÚNIOR, S.; DIAS, L. D. E.; NEVES, J. F. Produção de alface sob diferentes sistemas de cultivo. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 16, p. 1742-1749, 2013.

TOBAR-TOSSE, D. E. **Linhagens de alface crespa resistentes a *Bremia lactucae* e interação genótipo x ambiente**. 2015. 68 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Genética e Melhoramento de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2015.

TORRES, F. E.; TEODORO, P. E.; SAGRILO, E.; CECCON, G.; CORREA, A. M. Interação genótipo x ambiente em genótipos de feijão-caupi semiprostrado via modelos mistos. **Bragantia**, Campinas, v. 74, n. 3, p. 255-260, 2015. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.0099> >.