

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA**

**ANA CAROLINE DE PAULA SILVA**

**ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS DE  
RESISTÊNCIA AO *Meloidogyne incognita* EM ALFACE**

**PATOS DE MINAS – MG**

**AGOSTO DE 2021**

**ANA CAROLINE DE PAULA SILVA**

**ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS DE  
RESISTÊNCIA AO *Meloidogyne incognita* EM ALFACE**

Dissertação de Mestrado apresentada ao  
Programa de Pós-graduação em Biotecnologia  
como requisito parcial para obtenção do título  
de Mestre em Biotecnologia.

**Orientador: Prof. Dr. Luiz Antônio Augusto Gomes**

**Coorientadora: Dra. Ana María González Fernández**

**PATOS DE MINAS – MG**

**AGOSTO DE 2021**

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU  
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

S586  
2021  
Silva, Ana Caroline de Paula, 1995-  
ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA  
CARACTERÍSTICAS DE RESISTÊNCIA AO *Meloidogyne incognita*  
EM ALFACE [recurso eletrônico] / Ana Caroline de Paula  
Silva. - 2021.

Orientador: Luiz Antônio Augusto Gomes.  
Coorientadora: Ana María González Fernández.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de  
Uberlândia, Pós-graduação em Biotecnologia.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2021.530>

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Biotecnologia. I. Gomes, Luiz Antônio Augusto, 1955-  
, (Orient.). II. Fernández, Ana María González, 1978-  
, (Coorient.). III. Universidade Federal de Uberlândia.  
Pós-graduação em Biotecnologia. IV. Título.

CDU: 60

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091

ANA CAROLINE DE PAULA SILVA

**ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS  
DE RESISTÊNCIA AO *Meloidogyne incognita* EM ALFACE**

Dissertação de Mestrado apresentada ao  
Programa de Pós-graduação em  
Biotecnologia como requisito parcial para  
obtenção do título de Mestre em  
Biotecnologia.


Aprovado em 27/08/2021

BANCA EXAMINADORA



---

Prof. Dr. Luiz Antônio Augusto Gomes (Orientador)



---

Profa. Dra. Terezinha Aparecida Teixeira



---

Prof. Dr. Cleiton Lourenço de Oliveira

Patos de Minas – MG

2021

Dedico esta dissertação a meus pais Carlos e Joana, que nunca mediram esforços para que eu pudesse alcançar meus objetivos e sempre estiveram ao meu lado me apoiando e incentivando.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, pela oportunidade de adquirir conhecimento por meio dos meus estudos e por tantas coisas boas que Ele tem me permitido alcançar.

Ao meu orientador prof. Dr. Luiz, que esteve presente durante toda a jornada, me orientando da melhor forma possível. Obrigada pelas sugestões valiosas e pelo apoio e pelos estímulos dados.

Aos professores Dr. Matheus e Dra. Terezinha por todo o suporte que me deram, pelos ensinamentos e pelo esclarecimento de dúvidas que surgiram ao longo do trabalho.

À Dra. Ana María, pela coorientação do trabalho.

Aos colegas Vanessa, Carlos e Sylmara, pela disposição em me ajudar na execução da pesquisa. Agradeço imensamente pela colaboração de vocês.

À Universidade Federal de Uberlândia e Universidade Federal de Lavras, pelo suporte de infraestrutura e laboratórios.

À antiga coordenadora profa. Dra. Enyara, ao novo coordenador prof. Dr. Laurence, aos professores e demais colaboradores do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Federal de Uberlândia - campus Patos de Minas, pelos esforços em prol da pesquisa e do crescimento acadêmico de cada um dos discentes.

E à FAPEMIG e ao CNPq, pelo auxílio financeiro.

*“Só se pode alcançar um grande êxito quando  
nos mantemos fiéis a nós mesmos”*

(Friedrich Nietzsche)

## RESUMO

O uso de cultivares resistentes é o método ideal para o controle de nematoide das galhas em alface. Conhecer aspectos genéticos relacionados à resistência ao patógeno, torna-se importante, para a tomada de decisões e o estabelecimento de estratégias de melhoramento. Portanto o objetivo da pesquisa foi estimar e analisar parâmetros genéticos e fenotípicos para a reação de resistência da alface ao nematoide das galhas *Meloidogyne incognita*. Utilizaram-se como genitores as cultivares Salinas 88 (resistente) e Regina 71 (suscetível), para cruzamento e obtenção das populações F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub> a serem avaliadas, juntamente com os genitores, quanto à resistência ao *M. incognita*. As características avaliadas foram: número de ovos totais por planta (NO), número de ovos por grama de raiz (NOGR), índice de reprodução (IR), índice de reprodução por grama de raiz (IRGR) e fator de reprodução (FR). Os parâmetros estimados foram: variâncias fenotípica e genotípica, herdabilidade no sentido amplo, grau médio de dominância, medida dos efeitos aditivos e de dominância e ganhos por seleção. As populações foram também classificadas quanto a reação de resistência a partir do percentual de redução do fator de reprodução (RFR). Foi possível observar herdabilidade no sentido amplo relativamente alta, presença de efeitos aditivos dos alelos e ocorrência de segregação transgressiva, especialmente para as características de NO e IRGR, o que indica a possibilidade de ganhos na seleção. A cultivar 'Regina 71' foi classificada como altamente suscetível, 'Salinas 88' como moderadamente resistente e as gerações F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub> como suscetíveis. Por fim, concluiu-se que existe variabilidade genética para resistência ao *M. incognita*, a partir do cruzamento entre as cultivares Regina 71 e Salinas 88 e que a cultivar Salinas 88 mostrou-se como uma viável fonte de resistência ao *M. incognita* para ser usada em programas de melhoramento.

**Palavras-chave:** *Lactuca sativa*, nematoide das galhas, efeito aditivo, segregação transgressiva.



## ABSTRACT

The use of resistant cultivars is the ideal method for the control of root-knot nematode on lettuce. Knowing genetic aspects related to resistance to the pathogen becomes important for decision making and the establishment of improvement strategies. Therefore, the objective of the research was to estimate and analyze genetic and phenotypic parameters for the resistance reaction of lettuce to the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. The cultivars Salinas 88 (resistant) and Regina 71 (susceptible) were used as parents to cross and obtain the F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> populations to be evaluated, together with the parents, for resistance to *M. incognita*. The characteristics evaluated were: number of total eggs per plant (NE), number of eggs per gram of root (NEGR), reproduction index (RI), reproduction index per gram of root (RIGR) and reproduction factor (RF). The estimated parameters were: phenotypic and genotypic variances, broad-sense heritability, average degree of dominance, measure of additive and dominance effects, and gains by selection. Populations were also classified for resistance reaction based on percentage reduction in reproduction factor (RRF). It was possible to observe relatively high broad-sense heritability, presence of additive effects of alleles and occurrence of transgressive segregation, especially for NE and RIGR traits, which indicates the possibility of gains in selection. Cultivar 'Regina 71' was classified as highly susceptible, 'Salinas 88' as moderately resistant and F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generations as susceptible. Finally, it was concluded that there is genetic variability for resistance to *M. incognita*, from the crossing between the cultivars Regina 71 and Salinas 88 and that the cultivar Salinas 88 proved to be a viable source of resistance to *M. incognita* to be used in breeding programs.

**Keywords:** *Lactuca sativa*, root-knot nematode, additive effect, transgressive segregation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Formação de galhas em raiz de planta infectada pelo nematoide do gênero <i>Meloidogyne</i> ..... | 17 |
| Figura 2 – Parasitismo por nematoide das galhas .....                                                       | 18 |
| Figura 3 – Ciclo de vida do nematoide <i>Meloidogyne</i> sp. ....                                           | 19 |
| Figura 4 – Figura 1 – Quadro com as fórmulas utilizadas para estimativa dos parâmetros genéticos .....      | 31 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 – Médias do número de ovos por planta (NO); número de ovos por grama de raiz (NOGR); e fator de reprodução (FR); índice de reprodução (IR); e índice de reprodução para ovos por grama de raiz (IRGR) em plantas de populações de alface .....                                                                                                       | 32 |
| Tabela 2 – Amplitude de variação do número de ovos por planta (NO); número de ovos por grama de raiz (NOGR); fator de reprodução (FR); índice de reprodução (IR); e índice de reprodução para ovos por grama de raiz (IRGR) em plantas de populações de alface .....                                                                                          | 34 |
| Tabela 3 – Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para as características relacionadas à reação de resistência ao <i>Meloidogyne incognita</i> nas cultivares Regina 71, Salinas 88 e nas populações F <sub>1</sub> ('Regina 71' x 'Salinas 88') e F <sub>2</sub> ('Regina 71' x 'Salinas 88') .....                                               | 36 |
| Tabela 4 – Classificação do comportamento dos genitores (cultivares Regina 71 e Salinas 88) e das gerações F <sub>1</sub> ('Regina 71' x 'Salinas 88') e F <sub>2</sub> ('Regina 71' x 'Salinas 88') quanto à redução no fator de reprodução (RFR) (Moura & Regis, 1987) em relação à reação de resistência ao nematoide <i>Meloidogyne incognita</i> . ..... | 39 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BOD – Biochemical Oxygen Demand  
DBC – delineamento em blocos casualizado  
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
ESALQ – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz  
FR – fator de reprodução  
FRp – fator de reprodução padrão  
FRt – fator de reprodução do tratamento  
IAC – Instituto Agronômico de Campinas  
IR – índice de reprodução  
IRGR – índice de reprodução por grama de raiz  
K – Potássio  
MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário  
MG – Minas Gerais  
N – Nitrogênio  
NMOGR – número médio de ovos por grama de raiz  
NMOR – número médio de ovos por sistema radicular  
NO – número de ovos totais por planta  
NOGR – número de ovos por grama de raiz  
P – Fósforo  
Pf – população final  
Pi – população inicial  
PIB – Produto Interno Bruto  
PR – Paraná  
RFR - redução do fator de reprodução  
SP – São Paulo  
UFLA – Universidade Federal de lavras

## SUMÁRIO

|            |                                                                                                              |           |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                                                                      | <b>13</b> |
| <b>2</b>   | <b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>                                                                           | <b>14</b> |
| <b>2.1</b> | <b>A cultura da alface .....</b>                                                                             | <b>14</b> |
| <b>2.2</b> | <b>Nematoides das galhas .....</b>                                                                           | <b>16</b> |
| <b>2.3</b> | <b>Melhoramento genético da alface .....</b>                                                                 | <b>20</b> |
| <b>2.4</b> | <b>Resistência de plantas de alface aos nematoides das galhas .....</b>                                      | <b>21</b> |
| <b>2.5</b> | <b>Parâmetros genéticos para avaliação da resistência de plantas de alface ao nematoide das galhas .....</b> | <b>23</b> |
| <b>3</b>   | <b>ARTIGO .....</b>                                                                                          | <b>25</b> |
| <b>4</b>   | <b>CONCLUSÃO .....</b>                                                                                       | <b>44</b> |
|            | <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                                                                     | <b>44</b> |
|            | <b>ANEXO .....</b>                                                                                           | <b>50</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A agricultura familiar é responsável por produzir 70% dos alimentos que chegam à mesa dos brasileiros, contribuindo com 10% do PIB nacional (AROUCHA et al., 2021). Para Cruz et al. (2021), a importância econômica da agricultura familiar está vinculada não só ao abastecimento do mercado interno, mas também à manutenção do homem no campo, à geração de empregos e à exportação.

Nas propriedades rurais, em que se pratica a agricultura familiar, a produção agrícola baseia-se, principalmente, em hortaliças, que têm um retorno econômico mais rápido para os agricultores, além da versatilidade de culturas que podem ser produzidas (AROUCHA et al., 2021). Outras vantagens relacionadas às hortaliças são: o cultivo simples, a necessidade de pequenas áreas para o plantio, o ciclo curto das culturas e o uso de poucos insumos (DIAS et al., 2012).

Dentre as hortaliças folhosas, a alface (*Lactuca sativa* L.) é a que mais se destaca, pois apresenta maior consumo e importância econômica no mundo (SOUSA, 2020). Em muitas regiões produtoras, o vegetal é cultivado na mesma área por muitos ciclos consecutivos. Por causa desta intensificação da produção, há um aumento da infestação do solo por fitopatógenos, incluindo os nematoides das galhas, o que dificulta o cultivo da alface (CARVALHO; CHARCHAR; BOITEUX, 2007; SOUSA et al., 2019).

Segundo Freitas e Wander (2017), até o ano de 2050 será necessário produzir alimentos para atender cerca de 9,1 bilhões de pessoas no mundo todo. Assim, preocupa-se cada vez mais com a eficiência produtiva no campo, e na agricultura familiar não seria diferente, visto que é um forte contribuinte para a garantia da segurança alimentar (MDA, 2017). Logo, faz-se necessário atuar sobre os fatores limitantes para o desenvolvimento das culturas agrícolas, como por exemplo o ataque de nematoides.

No caso da alface, os nematoides mais importantes são os das espécies *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood e *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood (WILCKEN; GARCIA; SILVA, 2005). Estes nematoides causam danos radiculares que afetam diretamente a absorção de água e nutrientes pelas plantas infectadas, levando à manifestação de sintomas como nanismo e folhas pequenas e amareladas e comprometendo a produção (SANTOS et al., 2012). Raízes danificadas são mais propensas a infecções secundárias por fungos e bactérias de acordo com Mota et al. (2013), o que também potencializa as perdas na cultura.

Portanto, o controle efetivo de *Meloidogyne* spp. é fundamental para o bom êxito da produção de alface, pois dependendo da intensidade de infestação, as perdas podem chegar a até 100% (CARVALHO; CHARCHAR; BOITEUX, 2007). Entretanto, o controle de nematoides em áreas cultivadas com o vegetal tem sido considerado problemático, pois o uso de rotação de culturas, método que é na maioria das vezes recomendado, nem sempre proporciona controle eficiente. Por outro lado, a aplicação de produtos químicos não é aconselhada, pois além de a alface ser de ciclo muito curto, não há nematicidas específicos registrados para a cultura, conforme Charchar e Moita (2005), situação que perdura até os dias de hoje (AGROFIT, 2021).

Neste sentido, uma forma mais econômica e eficiente de realizar o controle dos nematoides das galhas seria a utilização da resistência genética de plantas (MELO et al., 2011). Segundo Wilcken, Garcia e Silva (2005) e Oliveira et al. (2015) o uso de cultivares resistentes é o método ideal para o controle de fitonematoides em alface. No entanto, ainda são relativamente poucos os trabalhos sobre o controle genético das diferentes características utilizadas na estimativa da resistência ao nematoide das galhas em alface, tornando-se importante aprofundar nos conhecimentos neste sentido.

Assim, o objetivo nesta pesquisa foi estimar e analisar parâmetros genéticos e fenotípicos para a reação de resistência da alface ao nematoide das galhas *M. incognita*, a partir do cruzamento entre as cultivares Salinas 88 (resistente) e Regina 71 (suscetível). Os resultados obtidos poderão auxiliar em programas de melhoramento, no que diz respeito ao estabelecimento de critérios e metodologias mais eficientes para avaliação e incorporação da resistência ao nematoide das galhas *M. incognita* em novas cultivares de alface.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 A cultura da alface**

A alface é classificada como pertencente ao reino Plantae, classe Magnoliopsida, ordem Asterales, família Asteraceae, subfamília Cichoriodeae, tribo Lactuceae, gênero *Lactuca* L., espécie *L. sativa* (FILGUEIRA, 2008). Quanto às suas características botânicas, Filgueira (2013), descreveu a hortaliça como sendo uma planta herbácea, com raízes ramificadas e superficiais, em que a raiz pivotante pode atingir até 60 cm de profundidade quando é semeada diretamente no solo ou em casos de transplântio, abranger apenas 25 cm. Seu caule é pequeno, ao qual as folhas crespas ou lisas se prendem. Estas crescem em forma

de roseta e podem formar ou não uma estrutura no formato de “cabeça”. A coloração das folhas possui variados tons de verde ou roxo, dependendo da cultivar.

O ciclo da alface é dividido em quatro fases: germinação, transplante, fase vegetativa e fase reprodutiva (FREITAS, 2019). É uma planta anual de clima temperado, que se desenvolve bem sob temperaturas amenas e dias curtos, principalmente na fase de crescimento vegetativo, o qual se encerra quando a planta atinge o maior desenvolvimento de folhas (ECHER et al., 2016; FILGUEIRA, 2008). Já o florescimento, ou seja, a fase reprodutiva, é favorecido pelos dias longos e temperaturas mais altas (FILGUEIRA, 2008). Neste sentido, do ponto de vista comercial, condições de alta temperatura são indesejáveis, pois aceleram o ciclo da cultura e o pendramento ocorre precocemente, o que resulta em plantas menores (HENZ; SUINAGA, 2009). Assim, o ideal para o desenvolvimento da alface são temperaturas entre 7 a 24°C (FILGUEIRA, 2008).

Graças ao melhoramento genético, há cultivares adaptadas a diferentes condições climáticas possibilitando o cultivo da alface no território brasileiro (SILVA, 2017). É uma planta considerada de ciclo curto, podendo variar de 45 a 60 dias. Tais características tornam a hortaliça uma das mais importantes economicamente e socialmente, pois é produzida durante todo o ano e ainda garante um retorno de capital rápido (MALDONADE et al., 2014; MEDEIROS et al., 2007).

A hipótese é de que a alface tenha se originado da região da Bacia do Mediterrâneo, pois foram encontradas evidências em pinturas, datadas a cerca de 4.500 anos antes de Cristo, nos túmulos do Egito (ECHER et al., 2016). No Brasil, a cultura chegou somente no século XVI, trazida pelos portugueses. Com o passar dos anos, a parte vegetativa para uso comestível foi se destacando a partir das espécies selvagens (VIANA, 2012).

Há diversas teorias que explicam a provável domesticação e origem da alface. Uma das teorias é de que a hortaliça tenha sido domesticada e originada a partir das raças selvagens de *L. sativa*. Já a outra teoria é de que foi originada da *L. serriola* L. E a última propõe que a alface domesticada se originou da variabilidade genética gerada pelo cruzamento de diferentes espécies selvagens (FREITAS, 2018).

Para fins comerciais, o cultivo da alface ocorre apenas até a terceira fase (TANAMATI, 2012). Após a fase vegetativa, se a hortaliça não for colhida, a fase reprodutiva se inicia, na qual ocorre o alongamento do caule, crescimento da planta em altura e emissão da haste floral, produzindo látex. O látex dá um sabor amargo à folha, modificando a qualidade sensorial da mesma e a tornando imprópria para o consumo (SOUZA, 2006).



De acordo com Carvalho e Silveira (2017), as variedades de alface que mais se destacam no mercado são: Mimososa, que apresenta folhas delicadas e “arrepriadas”; Lisa, com folhas macias e lisas, sem formar “cabeça”; Romana, com folhas alongadas, consistentes e nervuras protuberantes; Americana, também chamada de repolhuda crespa, que tem folhas crespas e nervuras destacadas, em formato de “cabeça”; e Crespa, com folhas crespas e soltas.

O tipo crespa possui maior importância econômica comparado as outras variedades. Entre as tendências de consumo, a alface crespa predomina com cerca de 53% da preferência do mercado nacional, seguido do tipo americana e lisa com 34% e 11%, respectivamente. Já as alfases mimososa e romana são as últimas em preferência pelo consumidor (HORTI&FRUTI, 2019; SALA; COSTA, 2012; RESENDE et al., 2017).

A área ocupada por hortaliças folhosas no Brasil é de 174 mil ha, dos quais o cultivo de alface corresponde a 49,9% dessa área. A produção anual brasileira é de 575,5 mil ton. produzidas por 670 mil produtores. Os principais estados produtores são SP e MG. Estima-se que a cultura da alface movimentada cerca de 8 bilhões de reais no varejo nacional (PESSOA; MACHADO JÚNIOR, 2021).

A alface possui grande importância na alimentação, por causa do seu alto valor nutricional, rica em vitaminas e minerais, e pela facilidade em ser adquirida, devido ao baixo custo e cultivo o ano todo (SAHA et al., 2016; LÜDKE, 2009). Seu consumo se dá principalmente na forma *in natura*, em saladas e sanduíches (BOMFIM, 2016).

É um alimento rico em vitaminas A, B1, B2 e B5, potássio, cálcio, magnésio, silício, sódio, fósforo, ferro e flúor, que podem estar associados a atividades pró-vitamínicas e antioxidantes, além disso, são fontes de fibras insolúveis (SILVA et al., 2015). A alface também possui baixo valor calórico, o que a torna importante aliada para pessoas que procuram uma alimentação mais saudável (SALA; COSTA, 2012). De acordo com a tabela nutricional apresentada por Luengo et al. (2011), 100 g de alface possuem apenas 16 calorias, contendo 0,7 % de fibras, 95,8 % de água e 102 µg de vitamina A (retinol).

## 2.2 Nematóide das galhas

O gênero *Meloidogyne* faz parte da classe Chromadorea, ordem Rhabditida, subordem Tylenchina, infraordem Tylenchomorpha, superfamília Tylenchoidea e família Meloidogynidae (KARSSSEN; MOENS, 2006). Tal gênero causa a meloidoginose, doença que pode alcançar altos níveis de severidade e ocasionar enormes perdas econômicas (MOURA, 1996).

Os nematoides *Meloidogyne* spp. formam galhas nas raízes das espécies vegetais infestadas, devido às deformações que provocam nestes órgãos, e por isso são conhecidos como nematoides das galhas (Figura 1). Atraídos por exsudatos radiculares das plantas, eles penetram nas radículas, geralmente pelas pontas, e estabelecem o parasitismo. Através do estilete, injetam secreções que são responsáveis pela hipertrofia das células da região. As células hipertrofiadas, então, tornam-se essenciais à alimentação e ao desenvolvimento dos nematoides, pois passam a ser seus bolsões alimentadores. Concomitantemente, as toxinas irradiam-se para a região cortical, onde ocorre também o aumento do tamanho e número das células. Como consequência, o córtex entumece e as raízes engrossam, formando a galha (Figura 2) (FERRAZ; MONTEIRO, 1995; FERRAZ; BROWN, 2016).

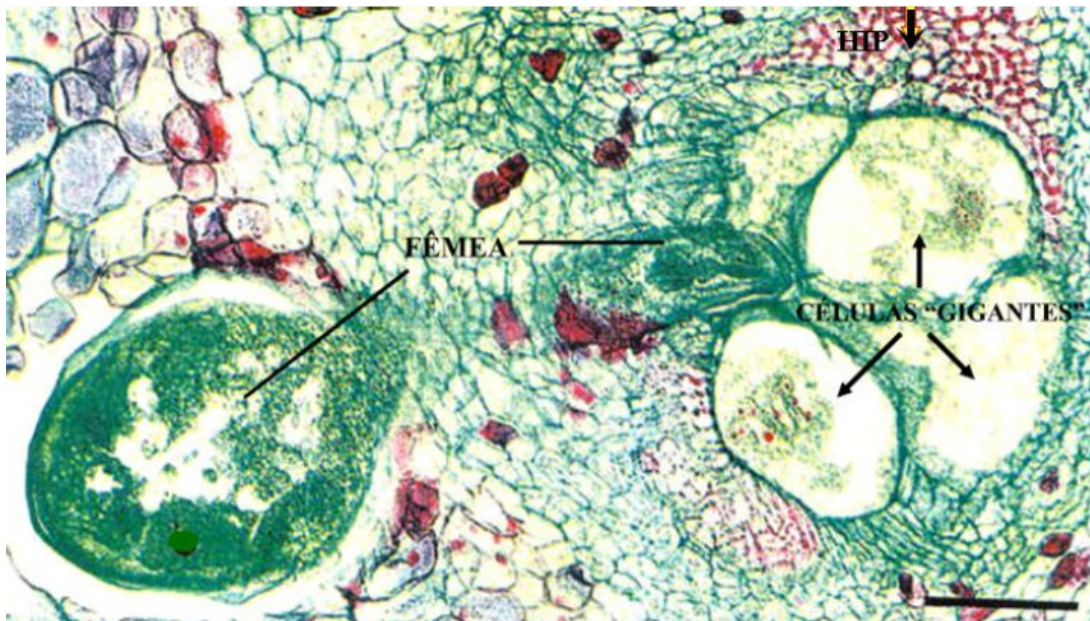
Figura 1 – Formação de galhas em raiz de planta infectada pelo nematoide do gênero *Meloidogyne*



Fonte: Faleiro (2013)

Portanto, os sintomas da infecção pelos nematoides das galhas podem ser facilmente detectados por meio da simples observação das raízes das plantas, que permite identificar a formação das galhas, as quais têm seu tamanho e formato variados de acordo com o nível de infestação, bem como da espécie de nematoide e o grau de suscetibilidade da planta. A presença das mesmas afeta diretamente a eficiência de absorção de nutrientes e de água pelas raízes. Neste sentido, os sintomas reflexos, que são aqueles visualizados na parte aérea das plantas, consistem no tamanho desigual das plantas, deficiência nutricional, murcha e queda primária das folhas, além de diminuição da produtividade (FERRAZ; MONTEIRO, 1995).

Figura 2 – Parasitismo por nematoide das galhas



Fêmea adulta, de corpo globoso, com estilete penetrado em uma das células gigantes (célula alimentadora). Acima destas, reação de hiperplasia (proliferação de células) (HIP) na região cortical. Fonte: Santos (2012)

São conhecidas mais de 90 espécies do gênero *Meloidogyne* que prejudicam numerosas culturas em todo o mundo (HUNT; HANDOO, 2009). Algumas como *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* (Neal) Chitwood e *M. hapla* Chitwood destacam-se como as espécies mais importantes por serem amplamente distribuídas, possuírem vasta gama de hospedeiros e por causarem elevados prejuízos na agricultura mundial. No Brasil, além das quatro espécies, foram também registradas *M. exigua* Goeldi, *M. coffeicola* Lordello e Zamith, *M. graminicola* Golden e Birchfeild, e *M. paranaensis* Carneiro, Carneiro, Abrantes, Santos e Almeida (SILVA; SANTOS; SILVA, 2016).

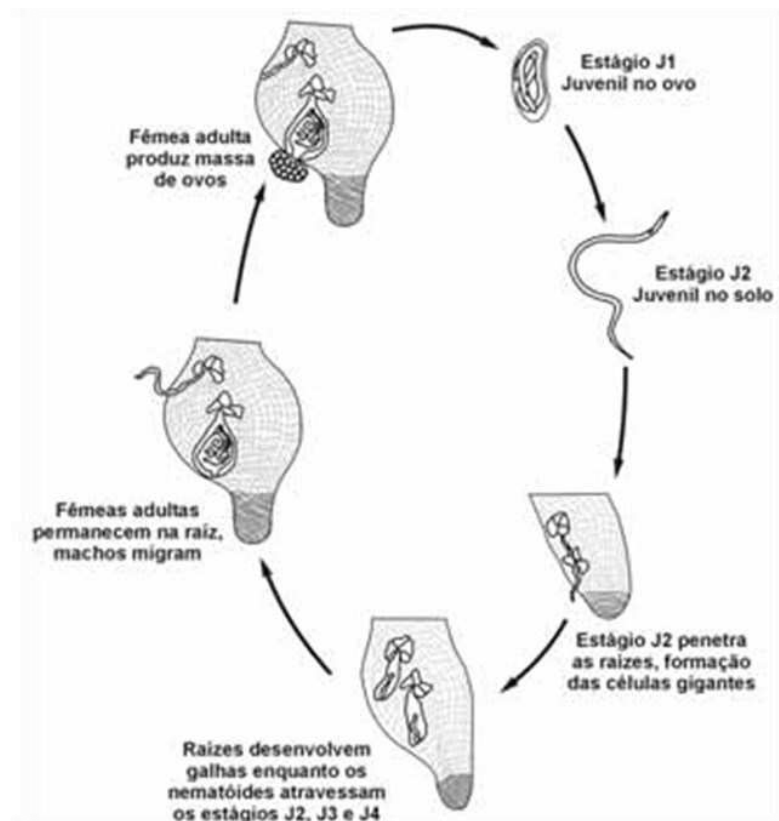
Esses patógenos possuem ampla distribuição geográfica no Brasil. Estudos realizados por Jesus e Oliveira (2011) identificaram populações expressivas em áreas naturais e cultivadas em regiões de Mata Atlântica e Cerrado brasileiros. De acordo com Machado e Castro (2016), o maior problema relacionado aos nematoides está no Cerrado. Porém, nenhuma região, solo, clima ou cultura está livre da incidência do parasita.

Os nematoides das galhas têm uma vasta diversidade de hospedeiros. E são favorecidos por condições desfavoráveis à planta, como solos com baixa fertilidade, pouca matéria orgânica, sem estrutura física adequada e com baixa quantidade de microrganismos que promovem o controle natural dos mesmos (BAIDA et al., 2011).

Em condições favoráveis, o *Meloidogyne* sp. completa seu ciclo de vida em aproximadamente 28 dias, podendo ser interrompido por temperaturas superiores a 40°C ou

inferiores a 5°C. Após a deposição dos ovos pelas fêmeas nas superfícies das raízes, ocorrem quatro ecdises até o nematoide atingir a fase adulta. Em seu segundo estágio de desenvolvimento o nematoide torna-se infectante e locomove no solo em busca de um novo hospedeiro. Após encontrá-lo e infectá-lo, completará seu desenvolvimento ao final do estágio quatro e as fêmeas farão a deposição de 500 a 2000 ovos (Figura 3) (MITKOWSKI; ABAWI, 2003).

Figura 3 – Ciclo de vida do nematoide *Meloidogyne* sp.



Fonte: Lima (2008)

A adoção de estratégias que visem à redução populacional desses patógenos é fundamental para diminuir os danos às culturas hospedeiras. Diversas práticas de controle têm sido relatadas, como por exemplo, a rotação de culturas, alqueive, uso de plantas antagonistas, eliminação de restos culturais e plantas daninhas, solarização, controle biológico, uso de cultivares resistentes e controle químico. Entretanto, devido a crescente necessidade de adoção de técnicas sustentáveis para o controle de doenças, o melhor método para combate de nematoides é o uso de cultivares resistentes. Tal prática evita, por exemplo, a aplicação de nematicidas que são tóxicos para os aplicadores e deixam resíduos no ambiente (PINHEIRO; MACÊDO; CARVALHO, 2017).

### 2.3 Melhoramento genético da alface

O melhoramento genético de alface teve início no Brasil graças as instituições públicas como a ESALQ e IAC. Os principais pesquisadores por traz dos trabalhos iniciais na área de melhoramento genético da cultura foram Marcílio de Souza Dias, Hiroshi Nagai e Cyro Paulino da Costa (OLIVEIRA, 2018).

Em 1953, na ESALQ, o professor Marcílio de Souza possibilitou o lançamento da cultivar Gorga, provinda do cruzamento entre ‘Great Lakes’ e ‘Batávia Blonde’. A cultivar foi a primeira a combinar as seguintes características: espessura foliar, sem formação de “cabeça”, arquitetura de planta aberta, adaptação ao verão chuvoso e tolerância ao pendoamento precoce. Entretanto, a sua suscetibilidade ao *tip burn*, que é a deficiência na translocação de Cálcio ocasionando a queima das bordas das folhas externas, e a má formação de “cabeça” no cultivo de verão foram os fatores limitantes para o seu cultivo (SALA; COSTA, 2016).

A década de 1960 também pode ser considerada um marco importante para o melhoramento da alface no país, pois foi quando o pesquisador Hiroshi Nagai iniciou seus estudos de melhoramento genético da cultura no IAC, com esforços inicialmente voltados para o desenvolvimento de cultivares resistentes a viroses. Em 1973 foi lançada, por esse pesquisador, a cultivar Brasil 48, que era do tipo manteiga, resistente ao vírus do mosaico da alface e ao calor. Posteriormente, outras cultivares obtidas por Nagai denominadas ‘Brasil 202’, ‘Brasil 221’, ‘Brasil 303’ e ‘Brasil 311’, também tiveram sucesso (MELO; MELO, 2003).

Em 1990, Nagai lançou a série Brasil 500, com cultivares de folhas crespas, resistentes a viroses e com tolerância ao florescimento precoce (MELO; MELO, 2003). Esta serie permitiu que o Brasil se tornasse mais independente das empresas internacionais na produção de sementes (GOMES; MALUF; CAMPOS, 2000).

O professor Cyro Paulino da Costa contribuiu para o melhoramento genético da alface com o desenvolvimento da cultivar Regina, que é usada até hoje. Ela possui como característica folhas lisas e maior tolerância ao florescimento precoce (GOMES, 2014). Devido às folhas lisas, e por não formar “cabeça”, sua arquitetura é mais aberta e não permite o acúmulo de água, diminuindo as perdas na produção. Tal fato permitiu o cultivo da alface em muitas regiões, além de ter contribuído na ampliação do período de cultivo da hortaliça na época do verão (SALA, 2011; SALA; COSTA, 2012). De acordo com Gomes (2014), as

linhagens de alface obtidas por esses melhoristas participaram dos programas de melhoramento da alface que deram origem a outras cultivares.

A partir da década de 1990, a alface ‘Grand Rapids’, do tipo crespa, que é mais adaptada ao cultivo no verão, ganhou importância no Brasil (SALA; COSTA, 2016). A sua importância está associada à não formação de “cabeça”, o que a torna mais adequada aos plantios na época do verão e por ser mais resistente ao transporte em caixas de madeira (SALA, 2011). A partir daí, a equipe da Agroflora S.A, liderada por Paulo T. Della Vecchia, lançaram as cultivares Verônica e Vera, também do tipo crespa (DELLA VECCHIA; KOCH; KIKUCHI, 1999). Essas cultivares permitiram o cultivo de alface em todo o Brasil no verão. Portanto, foram consideradas a sustentabilidade da alficultura no país, por causa do seu crescimento lento, não formação de “cabeça”, resistência às chuvas de verão, facilidade no manuseio e transporte e ciclo curto (CABRAL, 2016). Segundo Oliveira (2018), desde então, as cultivares do tipo crespa dominaram o mercado nacional.

O principal enfoque, no Brasil, para o melhoramento genético da alface está ligado ao desenvolvimento de cultivares mais produtivas, mais adaptadas ao clima tropical e que sejam resistentes às principais doenças que as acometem (SILVA, 2017). Assim, as principais doenças da cultura, de acordo com Embrapa Hortaliças (2020), no Brasil são: *Lettuce mosaic virus*, míldio, septoriose, vira-cabeça, fusariose e galhas provocadas pelos nematoides do gênero *Meloidogyne*. Apesar do avanço das pesquisas no país, quando se trata de resistência ao nematoide das galhas, ainda não há disponível no mercado cultivares comerciais competitivas de alface, sendo necessário, portanto, a busca por novos materiais (DUARTE, 2020).

## **2.4 Resistência de plantas de alface aos nematoides das galhas**

Devido às perdas econômicas que os nematoides das galhas trazem à cultura da alface, é de grande importância o desenvolvimento de estudos que visem identificar fontes de resistência a esses patógenos, para que sejam incorporadas a novas cultivares. Certos experimentos têm apontado algumas cultivares comerciais que podem ser usadas em programas de melhoramento da alface por serem possíveis fontes.

Com o objetivo de verificar a reação de diferentes cultivares de alface à infecção ao *M. javanica* e *M. incognita*, Charchar e Moita (1996) observaram que ‘Salinas’ e ‘Classic’ se mostraram como resistente e moderadamente resistente, respectivamente a população mista desses nematoides.

Em um dos primeiros trabalhos encontrados na literatura sobre o controle genético da resistência aos nematoides das galhas em alface, Gomes, Maluf e Campos (2000), estudaram a herança da reação de resistência ao *M. incognita* a partir do cruzamento entre a cultivar Grand Rapids, cuja resistência já havia sido relatada por Charchar e Moita (1996) e Mendes (1998), e a cultivar suscetível, Regina 71 (MENDES, 1998). Avaliando parâmetros genéticos e fenotípicos para as características de número de galhas, número de massas de ovos, tamanho médio de galhas e índice de galhas, os autores confirmaram que a cultivar Grand Rapids é resistente às raças 1, 2, 3 e 4 de *M. incognita*, às quais a cultivar Regina 71, por sua vez, é suscetível. Verificaram ainda, que as herdabilidades das características avaliadas foram, em geral, altas (da ordem de 50% ou superior) para todas as raças e/ou combinações de raças de nematoide avaliadas.

A partir do mesmo cruzamento acima, MALUF et al. (2002) avaliaram a herança da resistência, porém ao nematoide *M. javanica*. Os autores chegaram a resultados semelhantes ao encontrado por Gomes, Maluf e Campos (2000).

Wilcken, Garcia e Silva (2005), estudaram a reprodução de *M. incognita* raça 2 em diferentes cultivares de alface do tipo americana. Eles concluíram que as cultivares Challenge, Salinas 88, Vanguard 75, Calgary, Classic e La Jolla apresentaram os menores fatores reprodutivos do nematoide nos experimentos desenvolvidos, o que as torna promissoras para serem usadas como progenitores nos programas de melhoramento genético, com o objetivo de obter cultivares de alface comerciais com resistência ao *M. incognita*.

Carvalho, Charchar e Boiteux (2007), avaliaram 40 acessos de diferentes grupos varietais de alface com intuito de buscar fontes naturais de resistência ao *M. javanica* e *M. incognita*. Três acessos do grupo crespa e um de folha roxa foram identificados como fontes de resistência no experimento.

Carvalho Filho et al. (2010), estudaram a herança da resistência ao *M. incognita* a partir do cruzamento ‘Salinas 88’ x ‘Regina 71’, o mesmo utilizado neste trabalho, porém avaliando características diferentes. No trabalho usou-se uma escala de notas variando de 1 (resistente) a 5 (suscetível), para caracterizar as plantas atribuindo as notas para número de galhas, número de massas de ovos e incidência de galhas por sistema radicular. Os resultados indicaram a presença de um gene maior em ‘Salinas 88’, com dominância parcial na direção da maior resistência e a ação de genes modificadores.

Ao avaliar a resistência de cultivares de alface do tipo americana ao *M. incognita* raças 1 e 2 e *M. javanica*, Correia et al. (2019) observaram que as cultivares Ithaca, RS-1397, Raider Plus, Challenge, L-104, IP-11, Salinas 88, Calona, Desert Queen, Classic e Vanguard

75 foram consideradas resistentes ao *M. incognita* raça 1, apresentando FR entre 0,19 e 0,88. Já as cultivares Desert Queen, L-104, Salinas 88, Vanguard 75, Robinson, RS-1397, Challenge, Raider Plus, Classic, Calona, Ithaca, Lady, IP-11 e Winterset se mostraram resistentes à raça 2 de *M. incognita*, com FR que variou de 0,23 a 0,93. E que todas as cultivares avaliadas apresentaram FR inferior a 1,0 para *M. javanica*, sendo, portanto, resistentes.

Pinheiro et al. (2020), caracterizaram cultivares de alfaces quanto à resistência aos nematoides *M. javanica* e *M. incognita*, com o intuito de identificar fontes de resistência para serem usadas no melhoramento genético da cultura. Eles obtiveram os seguintes resultados: ‘Vera’ e ‘Amanda’ apresentam resistência ao nematoide *M. incognita* e ‘Vanda’ ao *M. javanica*; ‘Salinas 88’ mostrou-se resistente principalmente ao *M. javanica*; e as cultivares Mônica, BRS Leila e BRS Mediterrânea, foram resistentes às duas espécies de nematoides das galhas.

## **2.5 Parâmetros genéticos para avaliação da resistência de plantas de alface ao nematoide das galhas**

O sucesso do melhoramento para Sala e Costa (2016), ocorre quando já se tem conhecimento da herança genética das características a serem selecionadas. Neste sentido Carvalho Filho et al. (2011), relatam que, além da herança, para auxiliar na tomada de decisão quanto ao prosseguimento do programa de melhoramento, é importante estimar os parâmetros genéticos, fenotípicos e ambientais.

Para Santos et al. (2018), a estimativa de parâmetros genéticos possibilita obter conhecimento sobre a estrutura genética de populações para fins de seleção. Duarte (2020), afirma que os parâmetros genéticos de variância genotípica, coeficiente de variação, herdabilidade e índice de variação retratam a proporção da variação fenotípica estabelecida pela variação genotípica de uma determinada característica. Neste sentido, são considerados informações indispensáveis para o processo de seleção.

O fenótipo de um indivíduo é determinado pela sua base genética e pode sofrer influência do ambiente no qual está se desenvolvendo, sendo a variância fenotípica formada pelas variâncias genotípica e ambiental. Conhecer as variâncias fenotípica, genotípica e ambiental permite quantificar o grau de associação genética e não genética para um mesmo caráter. O que é de grande importância, visto que para os programas de melhoramento o foco é na variância genética, pois é ela que indica o que é herdável (ALVES, 2020).



A herdabilidade é um parâmetro muito importante relacionado à hereditariedade de uma característica, representando quanto do fenótipo poderá ocorrer nas próximas gerações (MONTEIRO, 2018). Ou seja, reflete a capacidade da expressão fenotípica ser herdada (BALDISSERA et al., 2014). A herdabilidade alta ligada a efeitos aditivos pode indicar a possibilidade de sucesso por meio da seleção de genótipos superiores (ALVES, 2020). A herdabilidade no sentido amplo pode ser conceituada como a proporção da variância genotípica que está presente na variância fenotípica (SOUZA, 2006). Já a herdabilidade no sentido restrito é a proporção entre a variância genética aditiva e a variância fenotípica (CAMARGO; FERREIRA FILHO, FELÍCIO, 1998).

Com o intuito de analisar o efeito genético, a estimativa de grau médio de dominância é um bom parâmetro para tal, já que o mesmo fornece a ideia de interação alélica predominante. (ALVES, 2020; RAMALHO et al., 2012). Portanto, com a estimativa de parâmetros genéticos como por exemplo a herdabilidade e a natureza dos genes envolvidos na expressão de caracteres, existe a possibilidade de prever os ganhos genéticos e o potencial da população a ser melhorada (CUSTÓDIO et al., 2012). Assim, com essas estimativas, é possível estabelecer as melhores estratégias de melhoramento genético (LAVIOLA et al., 2014).

### 1 3 ARTIGO

#### 2 ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS DE 3 RESISTÊNCIA AO *Meloidogyne incognita* EM *Lactuca sativa*

4  
5 RESUMO: O uso de cultivares resistentes é o método ideal para o controle de nematoide das  
6 galhas em alface. Portanto, o objetivo da pesquisa foi estimar e analisar parâmetros genéticos  
7 e fenotípicos para a reação de resistência da alface ao nematoide das galhas *Meloidogyne*  
8 *incognita*. Utilizaram-se como genitores as cultivares Salinas 88 (resistente) e Regina 71  
9 (suscetível), para cruzamento e obtenção das populações a serem avaliadas quanto à  
10 resistência ao *M. incognita*. As características avaliadas foram: número de ovos totais por  
11 planta, número de ovos por grama de raiz, índice de reprodução total, índice de reprodução  
12 por grama de raiz, fator de reprodução e redução do fator de reprodução. Os parâmetros  
13 genéticos e fenotípicos estimados foram: variâncias fenotípica e genotípica, herdabilidade no  
14 sentido amplo, grau médio de dominância, medida dos efeitos aditivos e ganhos por seleção.  
15 As populações foram classificadas quanto a reação de resistência a partir do percentual de  
16 redução do fator de reprodução. Foi possível observar herdabilidade relativamente alto,  
17 presença de efeitos aditivos dos alelos e ocorrência de segregação transgressiva, o que indica  
18 a possibilidade de ganhos na seleção. A cultivar Regina 71 foi classificada como altamente  
19 suscetível, 'Salinas 88' como moderadamente resistente e as gerações F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub> como  
20 suscetíveis. Por fim, concluiu-se que existe uma variabilidade genética para resistência ao *M.*  
21 *incognita*, a partir do cruzamento entre as cultivares Regina 71 e Salinas 88 e que a cultivar  
22 Salinas 88 mostrou-se como uma viável fonte de resistência ao *M. incognita* para ser usada  
23 em programas de melhoramento.

24 PALAVRAS-CHAVE: nematoide das galhas, herdabilidade, segregação transgressiva, efeito  
25 aditivo.

## INTRODUÇÃO

26

27

28 Dentre as hortaliças folhosas, a alface (*Lactuca sativa* L.) é a que mais se destaca, pois  
29 apresenta maior consumo e importância econômica no mundo (Sousa 2020). É um alimento  
30 rico em vitaminas e minerais e seu consumo se dá principalmente na forma *in natura*, em  
31 saladas e sanduíches (Bomfim 2016).

32

33 Em muitas regiões produtoras, o vegetal é cultivado na mesma área por muitos ciclos  
34 consecutivos. Por causa desta intensificação da produção, há um aumento da infestação do  
35 solo por fitopatógenos, incluindo os nematoides das galhas, o que dificulta o cultivo da alface  
36 (Carvalho et al. 2007; Sousa et al. 2019). Portanto, o controle efetivo de *Meloidogyne* spp. é  
37 fundamental para o bom êxito da produção de alface, pois dependendo da intensidade de  
38 infestação as perdas podem chegar até 100% (Carvalho et al. 2007).

38

39 Entretanto, o controle de nematoides em áreas cultivadas com alface tem sido  
40 considerado problemático, pois o uso da rotação de culturas nem sempre proporciona controle  
41 eficiente, e a aplicação de produtos químicos não é aconselhada, pois além de ser de ciclo  
42 muito curto, não há nematicidas específicos registrados para a cultura, conforme Charchar &  
43 Moita (2005), situação que perdura até os dias de hoje (Agrofit 2021).

43

44 Neste sentido, segundo Wilcken et al. (2005) e Oliveira et al. (2015), o uso de  
45 cultivares resistentes é o método ideal para o controle de fitonematoídeos em alface. No  
46 entanto, quando se trata de resistência ao nematoídeo das galhas, ainda não há disponível no  
47 mercado nacional cultivares comerciais competitivas de alface, sendo necessário, portanto, a  
48 busca por novos materiais (DUARTE, 2020).

48

49 Assim, o objetivo nesta pesquisa, foi estimar e analisar parâmetros genéticos e  
50 fenotípicos para a reação de resistência da alface ao nematoídeo das galhas *Meloidogyne*  
*incognita* (Kofoid & White) Chitwood a partir do cruzamento entre as cultivares Salinas 88

51 (resistente) e Regina 71 (suscetível). Os resultados obtidos poderão auxiliar em programas de  
52 melhoramento, no que diz respeito ao estabelecimento de critérios e metodologias mais  
53 eficientes para avaliação e incorporação da resistência ao nematoide das galhas *M. incognita*  
54 em novas cultivares de alface.

55

56

## MATERIAL E MÉTODOS

57

58 Para obtenção das plantas, objeto das análises, os trabalhos foram realizados em casa  
59 de vegetação, no setor de Olericultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no  
60 município de Lavras – MG (21° 14' de latitude Sul e a 40° 17' de longitude Oeste, altitude de  
61 918, 80 m).

62 Inicialmente, foi realizado o cruzamento entre as cultivares Salinas 88 (P<sub>1</sub>), resistente  
63 ao nematoide, e Regina 71 (P<sub>2</sub>), suscetível ao nematoide, a fim de se obter a geração F<sub>1</sub> (P<sub>1</sub> x  
64 P<sub>2</sub>). As sementes dos genitores foram semeadas em bandejas de polietileno contendo 72  
65 células, sendo que uma semana após o semeio, foi realizado o desbaste deixando apenas uma  
66 plântula por célula. Aos trinta dias após o semeio, as mudas foram transplantadas para vasos  
67 de 10 L contendo solo, areia e esterco de curral curtido na proporção 3:2:1. Os vasos foram  
68 fertirrigados semanalmente, conforme a recomendação para a cultura. Para melhor  
69 sustentação, as plantas foram tutoradas com bambu a partir do início do florescimento.

70 Para obtenção da geração F<sub>1</sub>, foi realizado o processo de hibridação entre as cultivares  
71 Salinas 88 e Regina 71, utilizando o método desenvolvido por Oliver (1910) citado por Ryder  
72 (1986). Para cada planta do genitor feminino, 'Regina 71', a ser polinizada, foi utilizada uma  
73 única planta do genitor masculino, 'Salinas 88', como fonte de pólen. Quando as sementes  
74 atingiram a maturidade fisiológica, a colheita das mesmas foi feita separadamente em cada

75 planta correspondente ao genitor feminino, sendo identificadas e armazenadas em sacos de  
76 papel, como sementes F<sub>1</sub>.

77 Para obtenção de sementes da geração F<sub>2</sub>(P<sub>1</sub> X P<sub>2</sub>) foram utilizadas para semeadura as  
78 sementes oriundas da planta que apresentou a maior quantidade de sementes F<sub>1</sub>. Para  
79 obtenção das mudas e condução das plantas, procedeu-se da mesma forma que foi feita  
80 quando da semeadura dos genitores. Após o desenvolvimento das plantas F<sub>1</sub>, e a ocorrência da  
81 autofecundação, quando as sementes atingiram a maturidade fisiológica, as mesmas foram  
82 colhidas, e identificadas como F<sub>2</sub>.

83 Obtidas as sementes F<sub>2</sub>, foi realizado o experimento para avaliação das diferentes  
84 gerações, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub>, quanto à reação de resistência à infecção pelo nematoide *M.*  
85 *incognita* raça 1. Para a realização deste experimento foram utilizados copos de isopor de 120  
86 mL, contendo areia de granulometria média, lavada e peneirada. Em cada recipiente foram  
87 semeadas de duas a três sementes de alface de cada uma das gerações, sendo feito um  
88 desbaste após a emergência das plântulas, deixando uma por recipiente. Foi também  
89 adicionado a cada recipiente 1 g de adubo de liberação lenta 15:09:12 (N:P:K), além de serem  
90 feitas fertirrigações semanais.

91 Foram utilizados 24 recipientes para cada uma das gerações P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> e F<sub>1</sub>, além de 320  
92 recipientes para a geração F<sub>2</sub>. Para diminuir os efeitos do ambiente, foi adotado o  
93 delineamento em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições de 80 plantas para a  
94 geração F<sub>2</sub> e de seis plantas para cada uma das outras gerações.

95 Quinze dias após a semeadura foi realizada a infestação da areia com ovos de *M.*  
96 *incognita* raça 1. Os inóculos foram obtidos a partir de plantas de tomate ‘Santa Clara’,  
97 infestadas com o isolado da espécie em estudo e mantidos em vasos de 10 L, em ambiente  
98 protegido, no setor de Olericultura da UFLA. A extração foi realizada conforme a técnica  
99 proposta por Hussey & Barker (1973), modificada por Bonetti & Ferraz (1981). Foram

100 utilizados 1600 ovos para cada recipiente contendo as plantas a serem avaliadas, os quais  
101 foram infestados com o auxílio de uma pipeta automática.

102 Paralelamente, para verificar a porcentagem de ovos viáveis, foram montadas três  
103 câmaras de eclosão em placas de Petri. Sob cada câmara de eclosão foram adicionados 2 mL  
104 de suspensão contendo 1600 ovos do nematoide, ou seja, a mesma quantidade inoculada em  
105 cada recipiente contendo as plantas a serem avaliadas. As placas foram levadas à incubadora  
106 (Câmara BOD model EL-202 – Eletrolab) à temperatura de 25°C. A quantificação dos J2  
107 eclodidos foi realizada diariamente, por meio da contagem em microscópio estereoscópio, até  
108 que não fosse mais verificada eclosão.

109 Quarenta dias após a inoculação, quando foi verificada a formação de galhas e massas  
110 de ovos nas plantas de tomate, foi realizada a avaliação da reprodução dos nematoides nas  
111 plantas das gerações em estudo. As plantas foram retiradas dos recipientes e as raízes foram  
112 cuidadosamente lavadas, em água parada, para retirada de todo substrato. Posteriormente elas  
113 foram colocadas sobre papel absorvente para absorção da umidade livre e em seguida a massa  
114 fresca das raízes foi tomada utilizando-se de uma balança de precisão (Balança eletrônica  
115 C&F – C15 L).

116 Em seguida os ovos foram extraídos das raízes de cada planta individualmente,  
117 conforme a técnica proposta por Hussey & Barker (1973), modificada por Bonetti & Ferraz  
118 (1981). Os ovos obtidos em cada extração foram colocados em um recipiente e identificados,  
119 conforme cada planta, sendo em seguida armazenados separadamente em BOD (*Biochemical*  
120 *Oxygen Demand*) a 10°C (Câmara BOD modelo EL-202 – Eletrolab). Posteriormente  
121 procedeu-se à contagem dos mesmos com auxílio de um microscópio de luz.

122 Dessa forma, obtiveram-se o número de ovos totais por planta de alface (NO), o  
123 número de ovos por grama de raiz (NOGR), o índice de reprodução total (IR), o índice de  
124 reprodução por grama de raiz (IRGR) e o fator de reprodução (FR). O IR foi calculado por

125 meio da razão entre o NO do sistema radicular de cada planta e o número médio de ovos no  
126 sistema radicular das plantas do genitor suscetível (NMOR), multiplicado por 100 ( $IR =$   
127  $NO/NMOR) \times 100$ ). O IRGR foi dado por meio da razão entre o NOGR de cada planta e o  
128 número médio de ovos por grama de raiz das plantas do genitor suscetível (NMOGR),  
129 multiplicado por 100 ( $IRGR = NOGR/NMOGR \times 100$ ). Já o FR corresponde à razão entre a  
130 população final (Pf) e inicial (Pi) de nematoides ( $FR = Pf/Pi$ ). A Pf é o número de ovos obtidos  
131 em cada planta de alface e a Pi a média do número de ovos viáveis obtidos por meio das três  
132 câmaras de eclosão.

133 Com os dados obtidos realizaram-se as análises e obtiveram-se as médias das  
134 populações, as estimativas das variâncias fenotípica e genotípica, a herdabilidade no sentido  
135 amplo ao nível das médias da geração F<sub>2</sub>, o grau médio de dominância, a medida dos efeitos  
136 aditivos e de dominância e os ganhos por seleção. As análises foram realizadas utilizando o  
137 programa GENES versão 1990.2017.59 (Cruz 2005), conforme as fórmulas utilizadas para as  
138 estimativas descritas na Figura 1.

139 Utilizando-se os valores obtidos para FR, cada geração foi também classificada pelo  
140 percentual de redução do fator de reprodução (RFR) estabelecido conforme o critério de  
141 classificação de Moura & Regis (1987). Nesta classificação, o material que apresenta maior  
142 FR é usado como padrão de suscetibilidade (FR<sub>p</sub>) e comparado com cada um dos demais FR  
143 dos outros materiais (FR<sub>t</sub>), calculando, assim, o RFR ( $RFR = FR_p - FR_t / FR_p \times 100$ ). De  
144 acordo com este critério, se o RFR for de 0 a 50%, o material é classificado como suscetível;  
145 RFR entre 51 e 75%, pouco resistente; RFR de 76 a 95%, classificado como moderadamente  
146 resistente; RFR entre 76 a 95%, é considerado moderadamente resistente; RFR de 96 a 99%,  
147 altamente resistente; e RFR de 100% é classificado como imune.

148

149

150 Figura 1 – Quadro com as fórmulas utilizadas para estimativa dos parâmetros genéticos

| Parâmetro genético                                 | Fórmula                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Média do Genitor 1 - $\bar{P}_1$                   | $\bar{P}_1 = \frac{\sum P_1}{n}$                                                                                        |
| Média do Genitor 2 - $\bar{P}_2$                   | $\bar{P}_2 = \frac{\sum P_2}{n}$                                                                                        |
| Média da geração F <sub>1</sub> - $\bar{F}_1$      | $\bar{F}_1 = \frac{\sum F_1}{n}$                                                                                        |
| Média da geração F <sub>2</sub> - $\bar{F}_2$      | $\bar{F}_2 = \frac{\sum F_2}{n}$                                                                                        |
| Variância fenotípica - $\sigma_{f(F_2)}^2$         | $\sigma_{f(F_2)}^2 = \sigma_{F_2}^2 = \frac{\sum (F_2 - \bar{F}_2)^2}{n - 1}$                                           |
| Variância genotípica - $\sigma_{g(F_2)}^2$         | $\sigma_{g(F_2)}^2 = \sigma_{f(F_2)}^2 - \sigma_{m(F_2)}^2$                                                             |
| Variância ambiental - $\sigma_{m(F_2)}^2$          | $\sigma_{m(F_2)}^2 = \frac{V_{P_1} + V_{P_2} + 2V_{F_1}}{4}$                                                            |
| Herdabilidade no sentido amplo - $h_a^2$           | $h_a^2 = \frac{\sigma_{g(F_2)}^2}{\sigma_{f(F_2)}^2} = \frac{\sigma_{g(F_2)}^2}{\sigma_{g(F_2)}^2 + \sigma_{m(F_2)}^2}$ |
| Grau médio de dominância baseado em médias - $k_m$ | $K_m = \frac{2\bar{F}_1 - (\bar{P}_1 + \bar{P}_2)}{\bar{P}_1 + \bar{P}_2}$                                              |
| Ganho por seleção - $\Delta G$ (%)                 | $\Delta G (\%) = \frac{\Delta G}{x_n}$                                                                                  |
| Medida dos efeitos aditivos - [a]                  | $\hat{a} = \bar{P}_x - 1/2 \bar{P}_1 + 1/2 \bar{P}_2$                                                                   |
| Medida dos desvios de dominância - [d]             | $\hat{d} = \bar{F}_1 - 1/2 \bar{P}_1 + 1/2 \bar{P}_2$                                                                   |

151

152

153

154



## 155 RESULTADOS E DISCUSSÃO

156

## 157 Análise de médias das gerações

158

159 Em trabalhos sobre controle genético é importante que sejam escolhidos genitores  
 160 contrastantes para as características em estudo, requisito necessário para a obtenção de dados  
 161 consistentes para as estimativas de parâmetros genéticos (Baldissera et al. 2014). De acordo  
 162 com os resultados das análises de gerações (Cruz 2005) realizadas (Tabela 1), verifica-se que  
 163 a cultivar Regina 71 apresentou média mais de três vezes superior à da cultivar Salinas 88,  
 164 para todas as características avaliadas. Isto comprova o contraste entre estes genitores, bem  
 165 como, confirma a resistência ao *M. incognita* da cultivar Salinas 88, o que corrobora  
 166 resultados obtidos por outros autores (Carvalho Filho et al. 2012; Correia 2013; Correia et al.  
 167 2019).

168

169 Tabela 1 - Médias do número de ovos por planta (NO); número de ovos por grama de raiz  
 170 (NOGR); fator de reprodução (FR); índice de reprodução (IR); e índice de reprodução para  
 171 ovos por grama de raiz (IRGR) em plantas de populações de alface.

| <b>Populações</b>   | <b>NO</b> | <b>NOGR</b> | <b>FR</b> | <b>IR</b> | <b>IRGR</b> |
|---------------------|-----------|-------------|-----------|-----------|-------------|
| Salinas 88          | 226,95    | 40,39       | 0,62      | 0,20      | 0,24        |
| Regina 71           | 851,16    | 134,14      | 2,33      | 1,00      | 1,00        |
| Média dos parentais | 539,05    | 87,26       | 1,47      | 0,60      | 0,62        |
| F <sub>1</sub>      | 559,83    | 91,63       | 1,67      | 0,56      | 0,55        |
| F <sub>2</sub>      | 500,93    | 84,36       | 1,37      | 0,46      | 0,49        |

172

173 As características avaliadas neste experimento foram NO, NOGR, IR, IRGR e FR.  
174 Charchar & Moita (2005), usaram o NO como principal critério para selecionar cultivares de  
175 alface resistentes aos nematoides *M. incognita* raça 1 e *M. javanica* (Treub) Chitwood no  
176 campo.

177 Ferreira et al. (2011), em um estudo sobre o comportamento de linhagens de alface  
178 quanto à resistência ao *M. javanica*, avaliaram as seguintes características: índice visual de  
179 galhas, NO, FR e IR. Eles conseguiram identificar seis linhagens como fontes de resistência a  
180 partir dessas características avaliadas.

181 Melo et al. (2011), calcularam o NOGR para determinar o IRGR e assim classificar  
182 cultivares de alface quanto ao grau de resistência ao nematoide *M. enterolobii* Yang &  
183 Eisenback. A cultivar Salinas 88 apresentou no experimento IRGR de 13,8% sendo  
184 classificada como moderadamente resistente.

185 Carvalho Filho et al. (2012), afirmam que NO pode ser usado diretamente para  
186 caracterizar a resistência nas avaliações para reação ao nematoide das galhas e também como  
187 característica para calcular o valor de FR e NOGR. O NOGR pode ser usado para obter o IR.  
188 Assim, Duarte (2020) afirma que todas essas características são importantes para definir os  
189 materiais que serão usados na seleção.

190 As médias apresentadas pela geração F<sub>1</sub> foram ligeiramente superiores às médias dos  
191 genitores para as características de NO, NOGR e FR e ligeiramente inferiores para as  
192 características de IR e IRGR. Estes resultados indicam que pode haver uma dominância  
193 parcial do(s) alelo(s) que confere(m) a resistência ao *M. incognita* no sentido de elevar os  
194 valores, para as três primeiras características citadas, e de reduzir os valores para as outras  
195 duas características.

196 Os valores médios apresentados pelas plantas da geração F<sub>2</sub> foram inferiores, tanto às  
197 médias dos genitores, quanto aos valores da geração F<sub>1</sub>, para todas as características

198 avaliadas. Em relação a amplitude de variação dos valores obtidos para plantas da geração F<sub>2</sub>,  
 199 para todas as características algumas plantas apresentaram valores inferiores ao genitor  
 200 ‘Salinas 88’ e outras superiores ao genitor ‘Regina 71’ (Tabela 2). Esses resultados indicam a  
 201 ocorrência de segregação transgressiva, quando a recombinação de alelos se manifesta em  
 202 gerações segregantes, ampliando e/ou reduzindo os valores de determinada característica, em  
 203 relação a qualquer dos genitores. A ocorrência de segregação transgressiva em alface foi  
 204 verificada para diferentes características, como tolerância ao florescimento precoce (Silva et  
 205 al. 1999), tipo de limbo e borda foliar (Silva et al. 2008) e teor de clorofila (Oliveira 2019).

206

207 Tabela 2 – Amplitude de variação do número de ovos por planta (NO); número de ovos por  
 208 grama de raiz (NOGR); fator de reprodução (FR); índice de reprodução (IR); e índice de  
 209 reprodução para ovos por grama de raiz (IRGR) em plantas de populações de alface.

| Populações     | NO        | NOGR           | FR          | IR          | IRGR        |
|----------------|-----------|----------------|-------------|-------------|-------------|
| Salinas 88     | 124 a 320 | 11,63 a 68,38  | 0,34 a 0,88 | 0,11 a 0,29 | 0,08 a 0,40 |
| Regina 71      | 592 a 882 | 106,9 a 143,18 | 1,62 a 2,42 | 1,00        | 1,00        |
| F <sub>2</sub> | 61 a 1680 | 7,47 a 404,82  | 0,17 a 4,60 | 0,06 a 1,54 | 0,04 a 2,39 |

210

211 Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos

212

213 Considerando os parâmetros genéticos e fenotípicos estimados em plantas de alface  
 214 das populações F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> e dos genitores, os resultados das análises indicam que cerca de 50% da  
 215 variância fenotípica ( $\sigma_f^2 = 68.714,94$ ) para a característica de NO foi de natureza genotípica  
 216 ( $\sigma_a^2 = 34.764,71$ ); aproximadamente 36% da variância fenotípica ( $\sigma_f^2 = 2.771,01$ ) para a  
 217 NOGR foi de natureza genotípica ( $\sigma_a^2 = 1.002,59$ ) e por volta de 13% da variância fenotípica  
 218 ( $\sigma_f^2 = 0,515$ ) para o FR foi de natureza genotípica ( $\sigma_a^2 = 0,069$ ) (Tabela 3). Estes valores

219 indicam que a influência ambiental que essas características sofrem, se mostra  
220 proporcionalmente menor para NO, aumentando para NOGR e FR.

221 Tal resultado tem grande relevância para o melhoramento, pois indica a maior ou  
222 menor possibilidade de sucesso no processo de seleção, dependendo da característica que se  
223 utiliza para avaliação. Características que sofrem menor influência ambiental apresentam  
224 valores de herdabilidade mais elevados, os quais refletem, justamente, a porcentagem da  
225 variância fenotípica que pode ser herdada mediante o processo de seleção, indicando a  
226 possibilidade de obtenção de indivíduos superiores (Baldissera et al. 2014).

227 Já para as características de IR e IRGR, os resultados das análises mostram que os  
228 componentes genotípicos foram de 0,011 para IR e de 0,048 para IRGR, para uma variância  
229 fenotípica respectivamente de 0,058 e 0,097. Verifica-se assim, que a característica de IR  
230 sofre maior influência ambiental, pois o componente genotípico representa 20,43% ( $h_a^2$ ) da  
231 variância fenotípica para esta característica, enquanto para IRGR corresponde a 49,39% ( $h_a^2$ )  
232 (Tabela 3).

233 Carvalho Filho et al. (2011), obtiveram em seu experimento resultados para valores de  
234 herdabilidade superiores a 45% para as características avaliadas de incidência de galhas,  
235 número de galhas, número de massas de ovos e NO em progênies F<sub>4</sub> de alface do cruzamento  
236 ‘Grand Rapids’ x ‘Salinas 88’. Eles afirmam que valores altos de herdabilidade indicam  
237 chance de sucesso na seleção de plantas resistentes ao *M. incognita* raça 1, enquanto o valor  
238 baixo pode estar associado a uma maior interferência do ambiente na expressão do caráter, o  
239 que provavelmente explica os valores mais baixos obtidos para as características de FR e IR,  
240 neste trabalho.

241

242 Tabela 3 - Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para as características  
 243 relacionadas à reação de resistência ao *Meloidogyne incognita* nas cultivares Regina 71,  
 244 Salinas 88 e nas populações F<sub>1</sub> ('Regina 71' x 'Salinas 88') e F<sub>2</sub> ('Regina 71' x 'Salinas 88').

| Parâmetros                                | NO        | NOGR     | FR     | IR     | IRGR   |
|-------------------------------------------|-----------|----------|--------|--------|--------|
| Variância fenotípica - $\sigma_{f(F2)}^2$ | 68.714,94 | 2.771,01 | 0,515  | 0,058  | 0,097  |
| Variância ambiental - $\sigma_{m(F2)}^2$  | 33.950,23 | 1.768,41 | 0,446  | 0,046  | 0,049  |
| Variância genotípica - $\sigma_{g(F2)}^2$ | 34.764,71 | 1.002,59 | 0,069  | 0,011  | 0,048  |
| Herdabilidade no sentido amplo - $h_a^2$  | 50,59%    | 36,18%   | 13,31% | 20,43% | 49,39% |
| Grau médio de dominância - $k_m$          | 0,07      | 0,09     | 0,23   | -0,10  | -0,19  |
| Ganho por seleção - $\Delta G$            | 40,46 %   | 28,32%   | 10,64% | 16,34% | 38,64% |
| Medida dos efeitos aditivos - [a]         | 312,55    | 46,88    | 0,86   | 0,40   | 0,38   |
| Medida dos desvios de dominância - [d]    | 20,78     | 4,37     | 0,21   | -0,04  | -0,07  |

245

246 Ao se estimar os graus médios de dominância das características NO, NOGR e FR,  
 247 verifica-se que eles são de pequena magnitude, da ordem de 0,07 para NO; 0,09 para NOGR e  
 248 0,23 para FR (Tabela 3), ou seja, os efeitos aditivos têm uma importância significativamente  
 249 maior. Assim, apesar de uma ligeira dominância no sentido de aumentar o número de ovos  
 250 produzidos nas raízes das plantas, a seleção permitirá a fixação dos genes responsáveis pelas  
 251 características avaliadas que resultam nos efeitos aditivos, permitindo obterem-se ganhos com  
 252 a seleção. Vale ressaltar que especialmente no caso da alface, que é uma espécie autógama, e  
 253 para a qual o objetivo é o desenvolvimento de linhagens puras como material comercial, e não  
 254 a utilização de híbridos, os efeitos de dominância e/ou sobredominância não tem relevância,  
 255 visto não serem transmitidos ao longo do processo de seleção.

256 Em relação aos valores dos graus médios de dominância para IR e IRGR, verifica-se  
257 que eles também são de pequena magnitude, porém com valores negativos, da ordem de -0,10  
258 e -0,19 (Tabela 3), respectivamente, mostrando que da mesma forma, para estas  
259 características, os efeitos aditivos têm uma importância significativamente maior.

260 Alguns estudos como os de Gomes (1999) e Azevedo et al. (2000) mostraram que o  
261 caráter de resistência ao nematoide das galhas em alface tem efeito aditivo, com herdabilidade  
262 elevada, corroborando com o encontrado neste experimento.

263 O efeito aditivo, juntamente com a herdabilidade alta para a característica de  
264 resistência a nematoides, permitem observar com antecedência a possibilidade de se obterem  
265 linhagens superiores, a partir de plantas selecionadas para esta característica (Fiorini et al.  
266 2005). Neste sentido, Gomes et al. (2000) também afirmam que o efeito predominantemente  
267 aditivo, com a herdabilidade relativamente alta, facilita a seleção de genótipos resistentes.  
268 Para Alves (2020), o efeito aditivo é, portanto, desejável em programas de melhoramento para  
269 a seleção de determinadas características.

270 Valor de herdabilidade relativamente alto, associado a efeitos aditivos dos alelos e  
271 ocorrência de segregação transgressiva, para uma característica em questão, indicam a  
272 possibilidade de ganhos na seleção. Desta forma, entre as características de NO, NOGR e FR  
273 apresenta-se como mais promissora para se obter maiores ganhos o NO. Isto se confirma  
274 mediante o maior ganho por seleção apresentado pela mesma, da ordem de 40,46% quando  
275 comparado com os ganhos de NOGR (28,32%) e FR (10,64%) (tabela 3).

276 Com base nos resultados obtidos para IR e IRGR, verifica-se maior possibilidade de  
277 sucesso no processo de seleção, com a escolha da característica de IRGR para se proceder às  
278 avaliações, o que pode ser comprovado pela diferença entre os valores estimados para o ganho  
279 de seleção, quando para IRGR (38,64%) este valor foi mais de duas vezes superior em relação  
280 ao valor para IR (16,34%) (Tabela 3).

281           Portanto, a escolha de uma ou mais características, para ser utilizada no processo de  
282 seleção, deve levar em conta os valores estimados, que garantam maior eficiência e maiores  
283 ganhos para as próximas gerações. Neste sentido, levando em consideração as cinco  
284 características avaliadas, observa-se como mais promissoras, ou mais eficientes para  
285 utilização, a característica de NO e a de IRGR. Corroborando com esta informação, Carvalho  
286 Filho et al. (2011) afirmam que NO é uma característica adequada para se avaliar a resistência  
287 de alface aos nematoides das galhas.

288

#### 289                                           Classificação de reação de resistência das populações

290

291           De acordo com a classificação de Moura & Regis (1987), os genitores ‘Regina 71’ e  
292 ‘Salinas 88’ foram classificados como altamente suscetível e moderadamente resistente, com  
293 valores de RFR de 0 e de 73,39 (Tabela 4), respectivamente. A geração F<sub>1</sub>, com RFR de 33,48  
294 foi classificada como suscetível, bem como a população F<sub>2</sub> cuja média do RFR foi de 41,20.

295           Os valores de RFR apresentados pela classificação, mostram a importância de um  
296 material como a cultivar Salinas 88, comparativamente a uma cultivar suscetível, como a  
297 Regina 71, no sentido de reduzir a população do patógeno no solo. Isto mostra o potencial  
298 desta cultivar como fonte de resistência para ser utilizada na obtenção de novas cultivares  
299 resistentes ao nematoide das galhas.

300

301

302

303

304

305 Tabela 4 - Classificação do comportamento dos genitores (cultivares Regina 71 e Salinas 88)  
 306 e das gerações F<sub>1</sub> ('Regina 71' x 'Salinas 88') e F<sub>2</sub> ('Regina 71' x 'Salinas 88') quanto à  
 307 redução no fator de reprodução (RFR) (Moura & Regis, 1987) em relação à reação de  
 308 resistência ao nematoide *Meloidogyne incognita*.

| <b>Material genético</b> | <b>RFR</b> | <b>Classificação</b>     |
|--------------------------|------------|--------------------------|
| Regina 71                | 0,00       | Altamente suscetível     |
| Salinas 88               | 73,39      | Moderadamente resistente |
| F1                       | 33,48      | Suscetível               |
| F2                       | 41,20      | Suscetível               |

309

310

### CONCLUSÃO

311

312

313

314

315

316

317

318

319

320

321

322

323

324

Pode se concluir que existe variabilidade genética para resistência ao nematoide das galhas *M. incognita*, a partir do cruzamento entre as cultivares de alface Regina 71 e Salinas 88; a cultivar Salinas 88 mostrou-se viável como fonte de resistência ao *M. incognita* para ser usada em programas de melhoramento; há segregação transgressiva para a característica de resistência ao *M. incognita* em alface; as características NO e IRGR se mostraram mais eficientes, devendo ser utilizadas para avaliação de plantas para resistência ao *M. incognita*; e as cultivares Regina 71 e Salinas 88 mostraram-se contrastantes para resistência ao *M. incognita*, sendo classificadas como altamente suscetível e moderadamente resistente, respectivamente.



## REFERÊNCIA

- 325  
326
- 327 AGROFIT. *Consulta aberta*. 2021. Disponível  
328 em:<[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Consulta em: 30  
329 ago. 2021.
- 330 ALVES, V. A. C. *Análise genética do teor de flavonoides totais e atividade antioxidante em*  
331 *alface*.2020. 76 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Federal de  
332 Uberlândia, Patos de Minas, 2020.
- 333 AZEVEDO, S. M.; et al. Herança da resistência ao nematóide de galha em alface. In:  
334 Congresso Brasileiro de Olericultura, 40., 2000, São Pedro. *Anais...* São Pedro: SOB, 2000.  
335 p.629-630.
- 336 BALDISSERA, J. N. C. et al. Fatores genéticos relacionados com a herança em populações  
337 de plantas autógamas. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v.13, n.2, pp.181-189, 2014.
- 338 BOMFIM, C. A. *Biofertilizante. características microbiológicas e efeito na qualidade da*  
339 *alface*. 2016. Tese (Doutorado em Biologia Microbiana) - Universidade de Brasília, Brasília,  
340 2016.
- 341 BONETI, J. I. S.; FERRAZ, S. Modificações do método de Hussey; Barker para extração de  
342 ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. *Fitopatologia Brasileira*, v.6, p.533, 1981.
- 343 CARVALHO FILHO, J. L. S.; et al. Incidência de galhas de *Meloidogyne incognita* raça 1 em  
344 progênies de F2: 3 ('Salinas 88'x 'Colorado') de alface. *Scientia Plena*, v. 8, n. 2, 2012.
- 345 CARVALHO FILHO, J. L. S. et al. Parâmetros populacionais e correlação entre  
346 características da resistência a nematoides de galhas em alface. *Revista Brasileira de*  
347 *Ciências Agrárias*, v. 6, n. 1, p. 46-51, 2011.
- 348 CARVALHO, R. C. P.; et al. Avaliação de acessos de alface (*Lactuca sativa*) para resistência  
349 simultânea a *Meloidogyne javanica* e *M. incognita*. In: *Embrapa Hortaliças-Artigo em anais*

- 350 *de congresso (ALICE)*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 47.;
- 351 SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CUCURBITÁCEAS, 4., 2007, Porto Seguro. Resgatando
- 352 e valorizando as hortaliças subutilizadas. Porto Seguro: Associação Brasileira de Horticultura,
- 353 2007.
- 354 CHARCHAR J. M.; MOITA A. W. *Metodologia para seleção de hortaliças com*
- 355 *resistência a nematóides: Alface/Meloidogyne spp.* Comunicado técnico 27. 8 pp. 2005.
- 356 CORREIA, E. C. S. da S. *Reação de Cultivares de Alface do Grupo Americano a*
- 357 *Meloidogyne incognita, M. javanica e M. enterolobii*. Dissertação (Mestrado em Agronomia)
- 358 - Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 2013.
- 359 CORREIA, E. C. S. da S. et al. Reação de cultivares de alface a *Meloidogyne incognita* raças
- 360 1 e 2 e *Meloidogyne javanica*. *Revista Ciência Agronômica*, v. 50, n. 1, p. 100-106, 2019.
- 361 <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20190012>
- 362 CRUZ, Cosme Damiao. *Programa GENES: biometria*. Universidade Federal de Viçosa, 2006.
- 363 DUARTE, G. R. B. *Caracterização de progênies F4:5 de alface quanto à resistência ao*
- 364 *Meloidogyne incognita e características comerciais*. 2020. 52 f. Dissertação (Mestrado em
- 365 Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2020.
- 366 FERREIRA, S. et al. Identificação de linhagens avançadas de alface quanto à resistência a
- 367 *Meloidogyne javanica*. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, p. 270-277, 2011.
- 368 <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000200006>
- 369 FIORINI, C.V. A.; et al. Avaliação de populações F2 de alface quanto à resistência aos
- 370 nematóides-das-galhas e tolerância ao florescimento precoce. *Horticultura Brasileira*, v.23,
- 371 p.299-302, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362005000200027>
- 372 GOMES, L. A. A. *Herança da resistência da alface (Lactuca sativa L.) cv. Grand Rapids ao*
- 373 *nematóide de galhas Meloidogyne incognita (Kofoid & White) Chitwood*. 1999. 70 f. Tese
- 374 (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

- 375 GOMES, L. A. A.; MALUF, W. R.; CAMPOS, V. P. Inheritance of the resistant reaction of  
376 the lettuce cultivar 'Grand Rapids' to the Southern root-knot nematode *Meloidogyne incognita*  
377 (Kofoid & White) Chitwood. *Euphytica*, v. 114, n. 1, p. 37-46, 2000.
- 378 HORTI&FRUTI. *Anuário brasileiro de horti&fruti 2019*. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta  
379 Santa Cruz, 2019. 96 p.
- 380 HUSSEY, R.S.; BARKER, K.R. A comparison of methods of collecting inocula of  
381 *Meloidogyne* spp. including a new technique. *Plant Disease Reporter*, v.57, p.1025-1028,  
382 1973.
- 383 MELO, O. D. de et al. Triagem de genótipos de hortaliças para resistência a *Meloidogyne*  
384 *enterolobii*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 46, p. 829-835, 2011.  
385 <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000800007>
- 386 MOURA, R. M.; REGIS, E. M. O. Reações de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) em  
387 relação ao parasitismo de *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* (Nematoda: Heteroderidae).  
388 *Nematologia Brasileira, Brasília*, v. 10, p. 215-225, 1987.
- 389 OLIVEIRA, A. H. G. de. *Estimativas de parâmetros genéticos para pigmentos foliares e*  
390 *caracteres agrônômicos em diferentes populações de alface*. Dissertação (Mestrado em  
391 Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.
- 392 OLIVEIRA, G. H. F. et al. *Meloidogyne incognita* resistant strains of leaf lettuce. *African*  
393 *Journal of Agricultural Research*, v. 10, n. 51, p. 4660-4667, 2015.  
394 <https://doi.org/10.5897/AJAR2015.9696>
- 395 OLIVER, G. W. *New methods of plant breeding*. Washington, DC: United States Bureau of  
396 Plant Industry, 1910. p.12-13 (Bulletin 167).
- 397 RYDER, E. J. Lettuce breeding. In: *Breeding Vegetable Crops* (Basset, M. ed.) AVI  
398 Publishing Co., Westport, CT, USA, p. 433-474, 1986.

- 399 SILVA, E. C.; et al. Inheritance of bolting tendency in lettuce *Lactuca sativa* L. *Euphytica*, v.  
400 109, n. 1, p. 1-7, 1999.
- 401 SILVA, R. R.; et al. Linhagens de alface-crespa para o verão resistentes ao *Meloidogyne*  
402 *javanica* e ao vírus mosaico-da-alface. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43, n. 10, p.  
403 1349-1356, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008001000013>
- 404 SOUSA, L. A. *Dissimilaridade, parâmetros genéticos, índices de seleção e resistência a*  
405 *Meloidogyne spp. em alface biofortificada*. 2020. 87 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) –  
406 Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.
- 407 SOUSA, L. A. et al. Agronomic potential of biofortified crisphead lettuce (*Lactuca sativa*)  
408 and its reaction to Root-knot nematodes. *Australian Journal of Crop Science*, v. 13, n. 5,  
409 p.773-779, 2019. <https://doi.org/10.21475/ajcs.19.13.05.p1565>
- 410 WILCKEN, S. R. S.; et al. Resistência de alface do tipo americana a *Meloidogyne incognita*  
411 raça 2. *Nematologia Agrícola*, v. 29, n. 2, p. 267-271, 2005.

## 4 CONCLUSÃO

Após a realização da pesquisa, foi confirmado que a cultivar de alface Salinas 88 é resistente ao *M. incognita*, podendo ser utilizada como fonte de resistência ao patógeno em programas de melhoramento desta espécie. Verificou-se também que o número de ovos por planta e o índice de reprodução baseado no número de ovos por grama de raiz são parâmetros mais eficientes para se avaliar a resistência ao *M. incognita* na cultura da alface.

A estimativa e análise de parâmetros genéticos e fenotípicos feitas neste estudo permitiram uma maior compreensão da reação de resistência da alface ao nematoide das galhas. Conseqüentemente, os resultados obtidos, juntamente com os de outros trabalhos, poderão contribuir com os programas de melhoramento, que visem ao desenvolvimento de novas cultivares resistentes, direcionando as estratégias de seleção utilizadas e apontando cientificamente quais as avaliações são mais eficazes.

## REFERÊNCIAS

- AGROFIT. **Consulta aberta**. 2021. Disponível em:<  
[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Consulta em: 30 ago. 2021.
- ALVES, V. A. C. **Análise genética do teor de flavonoides totais e atividade antioxidante em alface**.2020. 76 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2020.
- AROUCHA, V. S. et al. **Desenvolvimento do aplicativo “nematoidesapp” com informações sobre nematoides *Meloidogyne* de galha em diferentes hortaliças**. In: VII Congresso Internacional da Agroindústria. 2021.
- BAIDA, F. C. et al. Reação de linhagens de feijão-vagem ao *Meloidogyne javanica* e *M. paranaensis* em casa-de-vegetação. **Acta Scientiarum**, v. 33, n. 2, p. 237-241, 2011.  
<https://doi.org/10.4025/actasciagron.v33i2.6146>
- BALDISSERA, J. N. C. et al. Fatores genéticos relacionados com a herança em populações de plantas autógamas. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.13, n.2, pp.181-189, 2014.
- BOMFIM, C. A. **Biofertilizante. características microbiológicas e efeito na qualidade da alface**. 2016. Tese (Doutorado em Biologia Microbiana) - Universidade de Brasília, Brasília, 2016.
- CABRAL, C. S. **Análise genética da resistência a *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lactucae* raça 1 em alface: aplicação de marcadores do tipo RGA e de SNPs derivados de**

**genotyping-by-sequencing**. 2016. 183 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

CARVALHO FILHO, J. L. S de; et al. Inheritance of resistance of 'Salinas 88' lettuce to the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood. **Revista Brasileira de Agrociência** (UFPEL), v. 14, p. 111-111, 2010.

CARVALHO FILHO, J. L. S. de; et al. Parâmetros populacionais e correlação entre características da resistência a nematoides de galhas em alface. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 1, p. 46-51, 2011.

CARVALHO, S. P.; SILVEIRA, G. S. R. **Cultura da alface**. Departamento Técnico da Emater, 2017. Disponível em: <<http://atividadarural.com.br/artigos/4eaaae5d4f4a8.pdf>>. Acesso em: 06 de ago. 2021.

CARVALHO, R. C. P; CHARCHAR, J. M.; BOITEUX, L. S. Avaliação de acessos de alface (*Lactuca sativa*) para resistência simultânea a *Meloidogyne javanica* e *M. incognita*. In: **Embrapa Hortaliças-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 47.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CUCURBITÁCEAS, 4., 2007, Porto Seguro. Resgatando e valorizando as hortaliças subutilizadas. Porto Seguro: Associação Brasileira de Horticultura, 2007., 2007.

CHARCHAR J. M.; MOITA A. W. **Metodologia para seleção de hortaliças com resistência a nematóides**: Alface/*Meloidogyne* spp. Comunicado técnico 27. 8 pp. 2005.

CHARCHAR, J. M.; MOITA, A. W. Reação de cultivares de alface à infecção por misturas populacionais de *Meloidogyne incognita* raça 1 e *Meloidogyne javanica* em condições de campo. **Horticultura brasileira**, v. 14, n. 2, p. 185-189, 1996.

CORREIA, E. C. S. da S. et al. Reação de cultivares de alface a *Meloidogyne incognita* raças 1 e 2 e *Meloidogyne javanica*. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 50, n. 1, p. 100-106, 2019.

CRUZ, N. B. et al. Acesso da agricultura familiar ao crédito e à assistência técnica no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 29, n. 3, 2021. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.226850>

CUSTÓDIO, T. N. et al. Meta-análise para estimativas de herdabilidade de características do desenvolvimento e produção do *Coffea canephora* Pierre. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 1, p. 2501-2509, 2012. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33Sup1p2501>

DELLA VECCHIA, P. T.; KOCH, P. S.; KIKUCHI, M. Vera: nova cultivar de alface crespa resistente ao florescimento prematuro. **Horticultura Brasileira**, v. 17, n. 2, p. 171, 1999. <https://doi.org/10.1590/S0102-05361999000200020>

DIAS, R. S. et al. **A produção de hortaliças pela agricultura familiar no município de humildes** – Bahia. XXI Encontro Nacional De Geografia Agraria. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG, 15 a 19 de outubro de 2012.

DUARTE, G. R. B. **Caracterização de progênies F4:5 de alface quanto à resistência ao *Meloidogyne incognita* e características comerciais**. 2020. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2020.

ECHER, R. et al. Alface à mesa: implicações socioeconômicas e ambientais da semente ao prato. **Revista Thema**, v. 13, n. 3, 2016.

EMBRAPA HORTALIÇAS. **Melhoramento genético de alface com foco na sustentabilidade da cadeia produtiva**. 2020. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/211982/melhoramento-genetico-de-alface-com-foco-na-sustentabilidade-da-cadeia-produtiva>>. Acesso em: 7 ago 2021.

FALEIRO, V. O. **Os nematoides e o congresso SBN/2013 no Mato Grosso**. 2013. Disponível em: <<http://nematologia.com.br/index.php?page=noticia2&id=5016>>. Acesso em: 14 abril 2021.

FERRAZ, L. C. C. B.; BROWN, D. J. F. **Nematologia de plantas: fundamentos e importância**. Manaus: Norma Editora, 2016. 251 p.

FERRAZ, L. C. B.; MONTEIRO, A. R. Nematóides. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H. **Manual de fitopatologia**. 3 ed. São Paulo: Ceres, 1995. cap. 8, p-168-201.

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

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2008.

FREITAS, C. R. **Identificação de marcadores microssatélites correlacionados a atividade antioxidante em *Lactuca sativa* L.** 2019. 89 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

FREITAS, L. N. **Atividade de produtos fitossanitários aplicados no tratamento de mudas e pulverização, no controle do tripes (*Frankliniella occidentalis*), vetor do vírus do “vira-cabeça” e do pulgão (*Myzus persicae*) vetor do vírus do “mosaico” na cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) em cultivo de campo**. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrônoma) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

FREITAS, W.; WANDER, A. E. O perfil socioeconômico da agricultura familiar produtora de hortaliças em Anápolis (GO, Brasil). **Revista de Economia da UEG**, p. 192-213, 2017.

GOMES, L. A. A. Tecnologias para produção de alface em clima quente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 53., 2014, Palmas, **Anais...** Palmas, 2014. p. 1-15.

GOMES, L. A. A.; MALUF, W. R.; CAMPOS, V. P. Inheritance of the resistant reaction of the lettuce cultivar 'Grand Rapids' to the Southern root-knot nematode *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood. **Euphytica**, v. 114, n. 1, p. 37-46, 2000.

HENZ, G. P.; SUINAGA, F. **Tipos de alface cultivados no Brasil**. Brasília, DF. Nov. 2009.

HORTI&FRUTI. **Anuário brasileiro de horti&fruti 2019**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2019. 96 p.

HUNT, D. J.; HANDOO, Z. A. Taxonomy, identification and principal species. In: PERRY, R. N.; MOENS, M.; STARR, J. R. (Ed.). **Root-knot Nematodes**. Cambridge: CABI International, p. 55-88, 2009. <https://doi.org/10.1079/9781845934927.0055>

JESUS, S. J.; OLIVEIRA, M. S. de. **Reação de genótipos de *Phaseolus vulgaris* a nematoides das galhas de clima tropical e temperado**. 2011. 96 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

KARSSSEN, G.; MOENS, M. Root-knot nematodes. In: PERRY, R. L.; MOENS, M. (eds.) **Plant Nematology**. Cambridge, MA, USA, 2006. p. 59-90. <https://doi.org/10.1079/9781845930561.0059>

LAVIOLA, B. G. et al. Desempenho agronômico e ganho genético pela seleção de pinhão manso em três regiões do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 5, p. 356-363, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2014000500005>

LIMA, E. A. **Seleção de plantas antagonistas para manejo de *Meloidogyne ethiopica* em videira e quivi**. 2008. 40 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

LUDKE, I. **Produção orgânica de alface americana fertirrigada com biofertilizantes em cultivo protegido**. 2009. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Brasília, Brasília 2009.

LUENGO, R. F. A. et al. Tabela de Composição Nutricional das Hortaliças. **Embrapa Hortaliças**. Brasília, 2011. 2.ed.

MACHADO, A. C. Z.; CASTRO, J. M. C. Nematóide: a praga que contamina os diferentes solos brasileiros. **Revista Attalea Agronegócios**, 2016. Disponível em: <<https://www.revistadeagronegocios.com.br/detalhes-artigo.php?id=316>>. Acesso em: 08 maio 2019.

MALDONADE, I. R. et al. **Manual de boas práticas agrícolas na produção de alface**. Brasília - DF. Embrapa Hortaliças, 2014.

MALUF, W. R; et al. Inheritance of resistance to the root knot nematode *Meloidogyne javanica* in lettuce. **Genetics And Molecular Research**, v. 1, p. 64-71, 2002. <https://doi.org/10.4238/vol1-1gmr006>

MDA. **Brasil: 70% dos alimentos que vão à mesa dos brasileiros são da agricultura familiar**. 2017. Disponível em:< <https://www.sna.agr.br/brasil-70-dos-alimentos-que-vao-a-mesa-dos-brasileiros-sao-da-agricultura-familiar/>>. Acesso em: 06 ago 2021.

MEDEIROS, D. C. et al. Produção de mudas de alface com biofertilizantes e substratos. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 433-436, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362007000300021>



MELO, A. M. T. de; MELO, P. C. T. de. Hiroshi Nagai (1935-2003): sua vida e contribuições à olericultura. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 4, p. 734-734, 2003.  
<https://doi.org/10.1590/S0102-05362003000400034>

MELO, O. D. et al. Triagem de genótipos de hortaliças para resistência a *Meloidogyne enterolobii*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 829-835, 2011.  
<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000800007>

MENDES, W. P. **Hospedabilidade e resistência de cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) aos nematóides de galhas *Meloidogyne incognita* (raça 1, 3 e 4) e *Meloidogyne javanica***. 1998. 43 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

MITKOWSKI, N. A.; ABAWI, G. S. Root-knot nematodes. **The plant health instructor**, 2003. <https://doi.org/10.1094/PHI-I-2003-0917-01>

MONTEIRO, F. F. **Estimativa de parâmetros genéticos e fenotípicos da qualidade de sementes de soja**. 2018. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.

MOTA, F. C. et al. New sources of resistance to *Meloidogyne incognita* race 3 in wild cotton accessions and histological characterization of the defense mechanisms. **Plant Pathology**, v. 62, n. 5, p. 1173-1183, 2013. <https://doi.org/10.1111/ppa.12022>

MOURA, R. M. Gênero *Meloidogyne* e a meloidoginose: Parte I. In: LUZ, W. C. **Revisão Anual de patologia de plantas**. Passo Fundo, RS: RAPP, 1996. v. 4, p. 209-244.

OLIVEIRA, G. H. F. et al. *Meloidogyne incognita* resistant strains of leaf lettuce. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 51, p. 4660-4667, 2015.  
<https://doi.org/10.5897/AJAR2015.9696>

OLIVEIRA, N. S. **Variabilidade genética em alface para agricultura orgânica**. 2018. 68 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras 2018.

PESSOA, H. P.; MACHADO JÚNIOR, R. Folhosas: Em destaque no cenário nacional. **Revista Campo e Negócios**, 2021. Disponível em:<  
<https://revistacampoenegocios.com.br/folhosas-em-destaque-no-cenario-nacional/>>. Acesso em: 30 ago 2021.

PINHEIRO, J. B. et al. Caracterização de genótipos de alface quanto à resistência ao nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.). **Horticultura Brasileira**, v. 38, n. 3, p. 239-245, 2020.

PINHEIRO, J. B.; MACÊDO, A. G.; de CARVALHO, A. D. F. **Galhas agressivas**. 2017. Disponível em:  
<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1067867/1/digitalizar0178.pdf>>. Acesso em: 15 maio. 2019.

RAMALHO, M. et al. **Genética na agropecuária**. 5. ed. rev. Lavras, MG: UFLA, 2012.

RESENDE, G. M. et al. Adaptação de genótipos de alface crespa em condições semiáridas. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 1, pp. 1145 – 1154, 2017. <https://doi.org/10.7127/rbai.v11n100553>

SAHA, S. et al. Genetic analysis of bioactive compounds and antioxidant properties in lettuce (*Lactuca sativa*). **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v.86, n.11, p. 1471–1476, 2016.

SALA, F. C; COSTA, C. P. Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 2, p.187-194, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000200002>

SALA, F. C.; COSTA, C. P. Melhoramento de alface. In: NICK, C.; BORÉM, A. (Org.). **Melhoramento de Hortaliças**. Viçosa: UFV, 2016.

SALA, F. C. Melhoramento genético de alface. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51, 2011, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: ABH, 2011, p. 5813-5827.

SANTOS, E. R. et al. Estimativa de parâmetros de variação genética em progênes F2 de soja e genitores com presença e ausência de lipoxigenases. **Nucleus**, v. 15, n. 1, p. 61-70, 2018. <https://doi.org/10.3738/1982.2278.2169>

SANTOS, J. M. **Diferenças e competição entre *Meloidogyne* e *Pratylenchus***. 2012. Disponível em: <<http://nematologia.com.br/index.php?page=noticia2&id=3268>>. Acesso em: 14 abril 2021.

SILVA, E. A. da. **Genética da distribuição quantitativa de antocianina em plantas de população segregante de alface**. 2017. 48 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de São João Del-Rei, Sete Lagoas, 2017.

SILVA, E. B. et al. Capacidade antioxidante de frutas e hortaliças. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 5, p. 93-98, 2015. <https://doi.org/10.18378/rvads.v10i5.3636>

SILVA, M. C. L.; SANTOS, C. D. G.; SILVA, G. S. Espécies de *Meloidogyne* associadas a vegetais em microrregiões do estado do Ceará. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 47, n. 4, p. 710-719, 2016. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20160085>

SOUSA, L. A. **Dissimilaridade, parâmetros genéticos, índices de seleção e resistência a *Meloidogyne* spp. em alface biofortificada**. 2020. 87 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.

SOUSA, L. A. et al. Agronomic potential of biofortified crisphead lettuce (*Lactuca sativa*) and its reaction to Root-knot nematodes. **Australian Journal of Crop Science**, v. 13, n. 5, p.773-779, 2019. <https://doi.org/10.21475/ajcs.19.13.05.p1565>

SOUZA, M. C. M. S. **Variabilidade genética e caracterização agrônômica de progênes de alface tolerantes ao calor**. 54 f. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético de plantas). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2006.

TANAMATI, F. Y. **Fontes e doses de corretivos de acidez no solo na nutrição e produção de alface**. 2012. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, 2012

VIANA, E. P. T. **Desempenho de cultivares de alface em diferentes condições ambientais**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2012.

WILCKEN, S. R. S.; GARCIA, M. J. D. M.; SILVA, N. Resistência de alface do tipo americana a *Meloidogyne incognita* raça 2. **Nematologia Agrícola**, v. 29, n. 2, p. 267-271, 2005.

## ANEXO

**Anexo 1** – Instruções para autores da revista “Pesquisa Agropecuária Tropical”.

### **Diretrizes para Autores**

*Pesquisa Agropecuária Tropical* (PAT) é o periódico científico editado pela Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, em versão eletrônica (e-ISSN 1983-4063). Destina-se à publicação de Artigos Científicos cuja temática tenha aplicação direta na agricultura tropical. A submissão de Notas Técnicas e Comunicações Científicas não é aceita e Artigos de Revisão somente são publicados a convite do Conselho Editorial. Também não é aceita a submissão de manuscritos já publicados em anais de congressos ou depositados em servidores *preprint*.

A submissão de trabalhos é gratuita e deve ser feita exclusivamente via sistema eletrônico, acessível por meio do endereço <https://www.revistas.ufg.br/pat>. Os autores devem cadastrar-se no sistema e manifestar, por meio de documento (ver sugestão de modelo) assinado por todos, escaneado e inserido no sistema como documento suplementar (mesmo local onde foi inserido o texto do artigo, cabeçalho “Outros”, sempre preservando o histórico), anuência acerca da submissão e do conhecimento da política editorial e diretrizes para publicação na revista PAT (caso os autores morem em cidades diferentes, mais de um documento suplementar pode ser inserido no sistema, pelo autor correspondente). Os dados de todos os autores devem ser inseridos no sistema (ao clicar na opção "Incluir coautor", no ato da submissão, novos campos se abrirão).

A revista PAT recomenda a submissão de artigos com, no máximo, 5 (cinco) autores. A partir deste número, uma descrição detalhada da contribuição de cada autor deve ser

encaminhada ao Conselho Editorial (nota: a mera participação na tomada de dados, ou apoio de natureza infraestrutural, não justifica autorias, embora possa merecer crédito na seção Agradecimentos). Após a submissão, não será permitida a inclusão de novos coautores.

Durante a submissão *on-line*, o autor correspondente deve atestar, ainda, em nome de todos os autores, a originalidade do trabalho, a sua não submissão a outro periódico, a conformidade com as características de formatação requeridas para os arquivos de dados, bem como a concordância com os termos da Declaração de Direito Autoral, que se aplicará em caso de publicação do trabalho. Se o trabalho envolveu diretamente animais ou seres humanos como sujeitos da pesquisa, deve-se comprovar a sua aprovação prévia por um comitê de ética em pesquisa. Caso haja fontes potenciais de conflito de interesse (qualquer interesse ou relacionamento, financeiro ou não, que possa influenciar nos resultados de uma pesquisa; por exemplo, financiamento proveniente de uma entidade comercial, interesse comercial na publicação, participação em conselho de administração ou comitê consultivo de uma empresa ligada diretamente à pesquisa, patentes concedidas ou pedidos pendentes), os autores devem reportá-las, sob pena de rejeição do manuscrito, ou outras sanções cabíveis. Por fim, deve-se incluir os chamados metadados (informações sobre os autores e sobre o trabalho, tais como título, resumo, palavras-chave - somente no idioma do manuscrito) e transferir os arquivos com o manuscrito e documento suplementar (anuência dos Autores).

Os trabalhos podem ser escritos em Português ou Inglês, entretanto, serão publicados apenas em Inglês. Logo, em caso de submissão em Português e aprovação para publicação, a versão final do manuscrito deverá ser traduzida por especialista em Língua Inglesa (preferencialmente falante nativo), sendo que a tradução ficará a cargo dos autores, sem qualquer ônus para a revista.

Os manuscritos devem ser apresentados em até 18 páginas. O texto deve ser editado em *Word for Windows* (tamanho máximo de 2MB, versão .doc) e digitado em página tamanho A-4 (210 mm x 297 mm), com margens de 2,5 cm, em coluna única e espaçamento duplo entre linhas (inclusive para tabelas, cabeçalhos, rodapés e referências). A fonte tipográfica deve ser *Times New Roman*, corpo 12. O uso de destaques como negrito e sublinhado deve ser evitado. Também, devem ser evitadas siglas desnecessárias no decorrer do texto, pois tornam a leitura confusa e cansativa. Todas as páginas e linhas devem ser numeradas. Os manuscritos submetidos à revista PAT devem, ainda, obedecer às seguintes especificações:

1. Os Artigos Científicos devem ser estruturados na ordem: Título (máximo de 20 palavras); Resumo (máximo de 250 palavras; um bom resumo primeiro apresenta o problema para, depois, apresentar os objetivos do trabalho); Palavras-chave (no mínimo, três palavras,

e, no máximo, cinco, separadas por vírgula); Introdução; Material e Métodos; Resultados e Discussão; Conclusões; e Referências. Título, Resumo e Palavras-chave podem ser apresentados apenas no idioma do manuscrito, neste estágio. Chamadas relativas ao título do trabalho e os nomes dos Autores, com suas afiliações e endereços (incluindo e-mail) em notas de rodapé, bem como agradecimentos, somente devem ser inseridos na versão final corrigida do manuscrito, após sua aceitação definitiva para publicação.

2. As citações devem ser feitas no sistema "autor-data". Apenas a inicial do sobrenome do Autor deve ser maiúscula e a separação entre Autor e ano é feita somente com um espaço em branco. Ex.: (Gravena 1984, Zucchi 1985). O símbolo "&" deve ser usado no caso de dois autores e, em casos de três ou mais, "et al.". Ex.: (Gravena & Zucchi 1987, Zucchi et al. 1988). Caso o(s) autor(es) seja(m) mencionado(s) diretamente na frase do texto, utiliza-se somente o ano entre parênteses. Citações de citação (citações secundárias) devem ser evitadas, assim como as seguintes fontes de informação: artigo em versão preliminar (no prelo ou *preprint*) ou de publicação seriada sem sistema de arbitragem; resumo de trabalho ou painel apresentado em evento científico; comunicação oral; informações pessoais; comunicação particular de documentos não publicados, de correios eletrônicos, ou de sites particulares na Internet.

3. As referências devem ser organizadas em ordem alfabética, pelos sobrenomes dos Autores, de acordo com a norma NBR 6023:2018, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), com a seguinte adequação: não é necessária a inclusão da cidade após os títulos de periódicos. Os destaques para títulos devem ser apresentados em itálico e os títulos de periódicos não devem ser abreviados.

4. As tabelas (também com corpo 12 e espaçamento duplo) e figuras, dispostas no decorrer do texto, devem ser identificadas numericamente, com algarismos arábicos, e receber chamadas no texto. As tabelas devem ser editadas em preto e branco, com traços simples e de espessura 0,5 ponto (padrão *Word for Windows*), e suas notas de rodapé exigem chamadas numéricas. Expressões como "a tabela acima" ou "a figura abaixo" não devem ser utilizadas. As figuras devem ser apresentadas com resolução mínima de 300 dpi.

5. A consulta a trabalhos recentemente publicados na revista PAT (<https://www.revistas.ufg.br/pat>) é uma recomendação do corpo de editores, para dirimir dúvidas sobre estas instruções e, conseqüentemente, agilizar a publicação.

6. Os Autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos na revista PAT, pois devem abrir mão de seus direitos autorais em favor deste periódico. Os conteúdos publicados, contudo, são de inteira e exclusiva responsabilidade de seus Autores, ainda que

reservado aos Editores o direito de proceder a ajustes textuais e de adequação às normas da publicação. Por outro lado, os Autores ficam autorizados a publicar seus artigos, simultaneamente, em repositórios da instituição de sua origem, desde que citada a fonte da publicação original na revista PAT. Ainda, visando assegurar a preservação, permitir a reutilização e atestar a reprodutibilidade das conclusões de cada estudo publicado, o Comitê Editorial recomenda e estimula a publicação em repositórios públicos, pelos autores, dos dados de pesquisa e/ou códigos de programação utilizados na análise dos dados, explicitando sua vinculação à publicação na revista PAT.

### **Declaração de Direito Autoral**

Os autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos na revista PAT, pois devem abrir mão de seus direitos autorais em favor deste periódico. Os conteúdos publicados, contudo, são de inteira e exclusiva responsabilidade de seus autores, ainda que reservado aos editores o direito de proceder a ajustes textuais e de adequação às normas da publicação. Por outro lado, os autores ficam autorizados a publicar seus artigos, simultaneamente, em repositórios da instituição de sua origem, desde que citada a fonte da publicação original na revista PAT.

### **Política de Privacidade**

Os nomes e endereços informados nesta revista serão usados exclusivamente para os serviços prestados por esta publicação, não sendo disponibilizados para outras finalidades ou a terceiros.