

# RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)  
autor(a), o texto completo desta tese  
será disponibilizado somente a partir  
de 14/12/2023.

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

**METODOLOGIA DE INOCULAÇÃO DE *Didymella bryoniae* E  
RETROCRUZAMENTOS VISANDO INTROGRESSÃO DA  
RESISTÊNCIA EM MELOEIRO RENDILHADO**

**Marcos Cláudio da Silva Virtuoso**  
**Engenheiro Agrônomo**

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

**METODOLOGIA DE INOCULAÇÃO DE *Didymella bryoniae* E  
RETROCRUZAMENTOS VISANDO INTROGRESSÃO DA  
RESISTÊNCIA EM MELOEIRO RENDILHADO**

**Marcos Cláudio da Silva Virtuoso**

**Orientador: Prof. Dr. Pablo Forlan Vargas**

**Coorientadores: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rita de Cassia Panizzi**

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Leila Trevisan Braz**

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

V819m

Virtuoso, Marcos Cláudio da Silva

Metodologia de inoculação de *Didymella bryoniae* e retrocruzamentos visando introgressão da resistência em meloeiro rendilhado / Marcos Cláudio da Silva Virtuoso. -- Jaboticabal, 2022  
94 p.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Pablo Forlan Vargas

Coorientadora: Rita de Cássia Panizzi

1. Melhoramento Genético. 2. Fitopatologia. 3. Melão. 4. Interação  
genótipo-ambiente. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

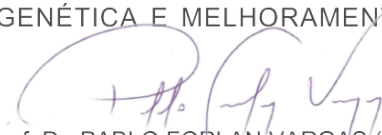
TÍTULO DA TESE: METODOLOGIA DE INOCULAÇÃO DE *Didymella bryoniae* E RETROCRUZAMENTOS VISANDO INTROGRESSÃO DA RESISTÊNCIA EM MELOEIRO RENDILHADO.

**AUTOR: MARCOS CLÁUDIO DA SILVA VIRTUOSO**

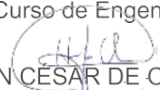
**ORIENTADOR: PABLO FORLAN VARGAS**

**COORIENTADORA: RITA DE CÁSSIA PANIZZI**

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



Prof. Dr. PABLO FORLAN VARGAS (Participação Virtual)  
Coordenadoria de Curso de Engenharia Agrônoma / UNESP - Câmpus de Registro



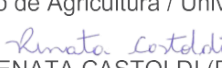
Prof. Dr. HAMILTON CÉSAR DE OLIVEIRA CHARLO (Participação Virtual)  
Instituto Federal do Triângulo Mineiro / IFTM - Uberaba/MG



Profa. Dra. FERNANDA DIAS PEREIRA (Participação Virtual)  
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Prof. Dr. SEBASTIÃO MÁRCIO DE AZEVEDO (Participação Virtual)  
Departamento de Agricultura / Universidade Federal de Lavras - UFLA



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

Jaboticabal, 14 de junho de 2022

## DADOS CURRICULARES DO AUTOR

**MARCOS CLÁUDIO DA SILVA VIRTUOSO** - nasceu em 23 de abril de 1993, na cidade de Carmo do Rio Verde – GO. Filho de Claudiomar Alvez Virtuoso e Lucimar Felix da Silva. Em 2011, ingressou no curso de Agronomia pelo Instituto Federal Goiano – Câmpus Ceres. No decorrer da graduação, foi bolsista de iniciação científica PIVIC/IFGoiano e PIBITI/IFGoiano, participando do projeto “Melhoramento genético de pimentas *Capsicum* adaptadas às condições edafoclimáticas do centro e norte Goiano” com a colaboração da Embrapa Hortaliças. Também participou de pesquisas na área de produção e tecnologia de sementes, na mesma instituição. Em março de 2016 ingressou no curso de mestrado em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, da Universidade Estadual Paulista, Câmpus Jaboticabal-SP. Foi bolsista CAPES no primeiro ano e FAPESP no segundo, trabalhando com melhoramento genético para tolerância de espécies florestais ao déficit hídrico, com enfoque na cultura do eucalipto e obteve o título de mestre em fevereiro de 2018. Em março de 2018 ingressou no curso de doutorado em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas) pela mesma instituição, com bolsa da CAPES, tendo como desafio introduzir genes de resistência ao cretamento gomoso do caule em melão rendilhado. Em janeiro de 2022, iniciou um estágio na Universidade de Alberta – Canadá, no grupo de estudos Livestock Gentec, para aprimorar os conhecimentos nas áreas de Genômica, genética e bioinformática, com foco em avaliação de características quantitativas, seleção genômica e estudos de associação de genômica ampla.

*“O mal de quase todos nós é que preferimos ser arruinados pelo elogio a ser salvos pelas críticas”*

*(Norman Vincent)*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por abençoar minha vida, dando discernimento para enfrentar e superar as dificuldades.

Aos meus pais, Pedro Ramos da Cruz e Lucimar Felix da Silva, pelo exemplo de luta, determinação e companheirismo, e por sempre estarem presentes em minha vida.

A minha irmã Francielle Ramos da Silva, pelo apoio e carinho.

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

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) pelo apoio financeiro concedido ao presente trabalho – Código de Financiamento 001.

Ao Prof. Dr. Pablo Forlan Vargas, pela orientação, apoio.

Às coorientadoras Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Leila Trevisan Braz e Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rita de Cassia Panizzi pelas orientações, disponibilidade, dedicação, amizade, paciência, e principalmente pelos conselhos.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas), que muito contribuíram para minha formação.

Aos funcionários do Setor de Olericultura e Plantas Aromático Medicinais da FCAV/UNESP, Inauro, Reinaldo e Cláudio.

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal (Horticultura) da FCAV/UNESP: Rosane, Sidnéia e Wagner.

Aos amigos do grupo do Núcleo de Estudos em Olericultura e Melhoramento – NEOM, pelos momentos de trabalho e descontração vividos.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta pesquisa, meus sinceros agradecimentos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## METODOLOGIA DE INOCULAÇÃO DE *Didymella bryoniae* E RETROCRUZAMENTOS VISANDO INTROGRESSÃO DA RESISTÊNCIA EM MELOEIRO RENDILHADO

**RESUMO** - Dos muitos grupos de melão produzidos no Brasil, os melões nobres, como o melão rendilhado tem ganhado destaque por seu alto valor agregado e pela preferência internacional, tornando seu cultivo atrativo. A desvantagem do cultivo do melão rendilhado, é que na maioria das vezes são necessárias técnicas mais refinadas, como cultivo em casa de vegetação, principalmente, se o local de produção não oferece condições climáticas favoráveis. É o caso das regiões sul e sudeste que apresentam pouca expressão na produção de melão, porém, com o emprego da produção em casa de vegetação e o cultivo na entressafra de outras regiões, o melão pode se tornar competitivo e ser vantajoso para o produtor. O grande desafio da produção nesses locais é o aparecimento de doenças como o crestamento gomoso do caule (CGC) causado pelo fungo *Didymella bryoniae*, trazendo grandes prejuízos aos produtores. Pensando nisso, objetivou obter linhagens de meloeiro rendilhado resistentes ao crestamento gomoso do caule introduzindo-se genes de resistência via retrocruzamento. Para isso o trabalho foi dividido em: (1) identificar a melhor condição para esporulação de *D. bryoniae* in vitro; (2) avaliar como diferentes condições de triagem influenciam a classificação de resistência e a ocorrência de efeitos ambientais em genótipos de meloeiro com locus de resistência monogênico dominante a *D. bryoniae*; (3) caracterizar e analisar a divergência genética de genótipos de meloeiro; (4) introduzir genes de resistência em linhagens elite de melão rendilhado por meio do retrocruzamento. Na primeira etapa, foram combinados diferentes espectros de luz (luz UV-A ou UV-B, luz branca e escuro contínuo) com distintos meios de cultura (BDA, V8, FM e BDAR). Em conclusão, a luz UV-B é essencial para a esporulação de *D. bryoniae* in vitro. Além disso, a composição do meio de cultura influencia o tipo de estrutura fúngica produzida, bem como o tamanho e a quantidade dos esporos. Nas condições de triagem, quatro experimentos em blocos casualizados foram utilizados para avaliar a reação de sete genótipos de melão, a saber, os acessos resistentes PI140471, PI420145 e PI157082, e seus respectivos cruzamentos. Esses genótipos foram inoculados por disco ou esporos de micélio-água e submetidos a duas condições ambientais (casa de vegetação ou ambiente controlado). Constatou-se que a seleção de genótipos de melão deve ser realizada considerando a ocorrência de interações genótipo-ambiente. Embora as condições oferecidas em casa de vegetação reflitam o ambiente natural, a avaliação e identificação de genótipos resistentes a *D. bryoniae* deve ser realizada em ambiente controlado com inoculação por esporos. Na etapa três, um experimento com delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, foi utilizado para caracterizar cinco genótipos do meloeiro, sendo eles o PI140471, PI420145, PI157082, Jab-11 e Jab-20. Durante o crescimento e desenvolvimento das plantas foi realizada a caracterização morfológica dispondo de 49 descritores. A análise resultou em três grupos distintos, obtidos pelo agrupamento hierárquico dos genótipos pelo método de UPGMA. Assim conclui-se que a

caracterização e a análise de divergência genética foram eficientes para a discriminação dos grupos, demonstrando que a análise simultânea de dados qualitativos e quantitativos é viável e pode permitir maior eficiência no conhecimento da divergência entre genótipos em bancos de germoplasma. E por fim, na última etapa, foram utilizadas como parental doador duas linhagens, o PI420145 e o PI140471 contendo os genes de resistência *Gsb-6* e o *Gsb-1* respectivamente, para serem introduzidos cada um em uma linhagem elite (Jab-11 e Jab-20). Desta forma, foram conduzidos dois retrocruzamentos em paralelo separadamente. Foram conduzidos dois ciclos de retrocruzamento, em cada ciclo foram feitas duas etapas, sendo a primeira, a seleção das plantas para a resistência ao CGC e a segunda etapa, consistiu na avaliação das características morfoagronômicas das plantas resistentes em casa de vegetação. Com os dados fenotípicos em mãos foi feita uma análise de similaridade genética com base no algoritmo de Gower para verificar quais plantas apresentavam maior recuperação do parental recorrente para seguirem para a próxima geração. O estudo levou a seleção de plantas que são resistentes ao CGC e que apresentam maior recuperação do parental recorrente no retrocruzamento por meio do uso da análise de distância genética.

**Palavras – chave:** Crestamento gomoso do caule, Caracterização, Interação GxA, Seleção

## INOCULATION METHODOLOGY OF *Didymella bryoniae* AND BACKCROSSING AIMING FOR INTROGRESSION OF RESISTANCE IN NETTED MELON

**ABSTRACT** - Of the many groups of melons produced in Brazil, noble melons, such as the lace melon, have gained prominence due to their high added value and international preference, making their cultivation attractive. The disadvantage of growing lace melon is that most of the time, more refined techniques are needed, such as cultivation in a greenhouse, especially if the place of production does not offer favorable climatic conditions. This is the case of the south and southeast regions, which have little expression in melon production, however, with the use of production in a greenhouse and cultivation in the off-season in other regions, melon can become competitive and be advantageous for the producer. The great challenge of production in these places is the appearance of diseases such as gummy stem blight (GSB) caused by the fungus *Didymella bryoniae*, causing great losses to producers. The objective was to obtain tracery melon strains resistant to gummy stem blight by introducing resistance genes via backcross. For this, the work was divided into: (1) identifying the best condition for in vitro sporulation of *D. bryoniae*; (2) to evaluate how different screening conditions influence the classification of resistance and the occurrence of environmental effects in melon genotypes with a dominant monogenic locus of resistance to *D. bryoniae*; (3) to characterize and analyze the genetic divergence of melon genotypes; (4) to introduce resistance genes into elite lines of netted melon by means of backcrossing. In the first step, different light spectra (UV-A or UV-B light, white light and continuous dark) were combined with different culture media (PDA, V8, ML and PDAB). In conclusion, UV-B light is essential for sporulation of *D. bryoniae* in vitro. In addition, the composition of the culture medium influences the type of fungal structure produced, as well as the size and quantity of spores. Under the screening conditions, four experiments in randomized blocks were used to evaluate the reaction of seven melon genotypes, namely, the resistant accessions PI 140471, PI 420145 and PI 157082, and their respective crosses. These genotypes were inoculated by disc or mycelium-agar spores and submitted to two environmental conditions (greenhouse or controlled environment). It was found that the selection of melon genotypes should be performed considering the occurrence of genotype-environment interactions. Although the conditions offered in the greenhouse reflect the natural environment, the evaluation and identification of genotypes resistant to *D. bryoniae* must be carried out in a controlled environment with spore inoculation. In step three, an experiment with a randomized block design, with four replications, was used to characterize five melon genotypes, namely PI140471, PI420145, PI157082, Jab-11 and Jab-20. During plant growth and development, morphological characterization was performed using 49 descriptors. The analysis resulted in three distinct groups, obtained by hierarchical grouping of genotypes using the UPGMA method. Thus, it is concluded that the characterization and analysis of genetic divergence were efficient for the discrimination of groups, demonstrating that the simultaneous analysis of qualitative

and quantitative data is feasible and can allow greater efficiency in the knowledge of the divergence between genotypes in germplasm banks. Finally, in the last step, two strains were used as parental donors, PI420145 and PI140471 containing the resistance genes *Gsb-6* and *Gsb-1* respectively, to be introduced each one into an elite strain (Jab-11 and Jab-20). In this way, two backcrosses were carried out in parallel separately. Two backcrossing cycles were carried out, in each cycle two stages were carried out, the first being the selection of plants for resistance to GSB and the second stage consisting of the evaluation of the morphoagronomic characteristics of the resistant plants in a greenhouse. With the phenotypic data in hand, a genetic similarity analysis was performed based on the Gower algorithm to verify which plants showed greater recovery of the recurrent parent to move on to the next generation. The study led to the selection of plants that are resistant to GSB and that show greater recovery of the recurrent parent in backcross through the use of genetic distance analysis.

**Keywords:** Gummy stem blight, Description, GxE interaction, Selection

## **CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS**

### **1 INTRODUÇÃO**

Dos muitos grupos de meloeiro existentes, os mais cultivados no Brasil são àqueles do grupo inodorus, como amarelo e pele-de-sapo. O grupo dos melões nobres, como os melões rendilhados, apesar de apresentarem maior conteúdo de açúcar, superior aos melões amarelo e pele-de-sapo, além de aspecto visual mais atraente devido a presença de estrias na casca e polpa de coloração alaranjada, são produzidos em menor escala, tendo em vista que, a obtenção de frutos de melhor qualidade exige tratos culturais frequentes e também devido à limitada resistência dos frutos ao transporte e à reduzida conservação pós-colheita (Menezes et al., 1998; Maruyama et al., 2000; Vargas et al., 2021).

O melão rendilhado vinha sendo cultivado por pequenos produtores nos Estados de São Paulo e Paraná em ambiente protegido (Vargas et al., 2008; Charlo et al., 2011; Costa, 2017). Atualmente, devido à baixa produção, as informações acerca dos melões rendilhados na região sul e sudeste do país são escassas. Em contrapartida, os Estados do Nordeste têm aumentado sua área de produção, com cultivos em campo aberto, visando atender principalmente o mercado externo (HFBRASIL, 2019).

No início do cultivo do melão rendilhado, pouca ou nenhuma cultivar de alta performance existia para as condições brasileiras, sendo necessário a importação das sementes, o que apresentava-se como um entrave a ampliação do cultivo devido ao aumento nos custos de produção. Pensando nisso, em 1996, um programa de melhoramento do meloeiro, foi iniciado na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP-Jaboticabal, com o intuito de desenvolver materiais superiores voltados principalmente aos pequenos produtores do estado de São Paulo. Inicialmente o programa teve como objetivo desenvolver genótipos mais produtivos e, atualmente, tem concentrado seus esforços em desenvolver genótipos resistentes a doenças.

Entre os focos do programa, escolheu-se desenvolver resistência ao crestamento gomoso do caule, doença que causa grandes prejuízos, sobretudo na

região sudeste, que apresenta condições propícias para o aparecimento do fungo, com temperaturas em torno de 25 °C e umidade de 95% durante parte considerável do ano.

O crestamento gomoso, causado pelo fungo *Didymella bryoniae*, é uma doença importante não só na cultura do melão, como também em várias outras espécies de cucurbitáceas. Os sintomas, caracterizam-se por damping-off, lesões foliares e cancro no colmo, comprometimento do desenvolvimento da planta, e redução da produtividade e qualidade dos frutos (Dalcin et al., 2017).

Algumas práticas agronômicas para o controle dessa doenças são indicadas como: práticas culturais, controle químico e controle genético com a utilização de genótipos tolerantes e/ou resistentes (Santos et al., 2011). Entretanto, das práticas citadas, a mais utilizada é o controle químico, principalmente pela sua facilidade. Porém, este, além de não ser totalmente eficiente, pode exercer pressão de seleção na população do patógeno, a qual pode contribuir para o aparecimento de variantes do fungo, resistentes aos fungicidas aplicados para o controle da doença. Há relatos do aparecimento de resistência do patógeno a alguns fungicidas sistêmicos à base de benzimidazol, utilizados contra *D. bryoniae* em várias cucurbitáceas, principalmente em melão e melancia (Santos et al., 2017).

Dessa forma, o uso de cultivares resistentes é considerado o método mais eficaz e menos danoso ao ambiente, além de ser economicamente mais rentável (Albuquerque et al., 2015). Várias fontes de resistência de melão ao cancro-da-haste são relatadas na literatura, sendo definidas como interação alélica do tipo dominância completa ou recessiva, com genes independentes (Frantz e Jahn, 2004; Wolukau et al., 2007; Hu et al., 2018). Muitos genes de resistência foram identificados, incluindo cinco loci dominantes Gsb-1, Gsb-2, Gsb-3, Gsb-4 e Gsb-6, e um locus monogênico recessivo (gsb-5), oriundo de seis PIs (PI140471, PI157082, PI511890, PI482398, PI420145, e PI482399) respectivamente (Hu et al., 2018). Entretanto, apesar de serem monogênicos, tem se verificado forte influência do ambiente e da metodologia de inoculação sobre a resistência desses genótipos (Zhang et al., 1997; Wako et al., 2000; Frantz & Jahn, 2004; Wolukau et al., 2007; Xu et al., 2014; Bi et al., 2015b; Hassan et al., 2018a), dificultando a seleção e sua utilização em programas de melhoramento.

Diante do exposto, tem-se a necessidade de se desenvolver materiais resistentes ao crestamento gomoso do caule, porém, existindo ainda dificuldades quanto a seleção para resistência e inserção de genes em cultivares elite. Este trabalho teve como objetivo (1) identificar a melhor condição para esporulação de *D. bryoniae* in vitro; (2) avaliar como diferentes condições de triagem influenciam a classificação de resistência e a ocorrência de efeitos ambientais em genótipos de meloeiro com locus de resistência monogênico dominante a *D. bryoniae*; (3) caracterizar e analisar a divergência genética de genótipos de meloeiro; (4) introduzir genes de resistência em linhagens elite de melão rendilhado por meio do retrocruzamento.

#### 4 CONCLUSÕES

As características avaliadas foram importantes na discriminação a avaliação da variabilidade dos genótipos, definindo três grupos distintos.

A introdução da resistência ao crestamento gomoso do caule nas linhagens se mostrou uma técnica eficiente e possível de ser realizada graças ao tipo de herança da característica.

A aplicação da análise de distância genética se mostrou eficiente para selecionar os indivíduos mais próximos do parental recorrente e com isso aumentar os ganhos por ciclo.

#### 5 REFERÊNCIAS

Abreu, T.B., Nunes, G.H. de S., Dantas, M.S.M., Costa Filho, J.H., Costa, G.G., Aragão, F.A.S. de, 2008. Fenologia floral, viabilidade do grão de pólen e receptividade do estigma do meloeiro. Proc. Interamer. Soc. **Trop. Hort. Veg. / Hortalizas** 52, 43–46.

Ali-Shtayeh, M.S., Jamous, R.M., Shtaya, M.J., Mallah, O.B., Eid, I.S., Zaitoun, S.Y.A., 2017. Morphological characterization of snake melon (*Cucumis melo* var. *flexuosus*) populations from Palestine. **Genet. Resour. Crop Evol.** 64, 7–22. <https://doi.org/10.1007/s10722-015-0329-0>

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instruções para execução dos ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares de melão (*Cucumis melo* L.)**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, nº 222, 14 nov. 2008. Seção 1, p. 40-41.

Castellane, P. D.; Araújo, J. A. C. 1994. **Cultivo sem solo: hidroponia**. Jaboticabal: Funep,. 43 p.

Castro, G., Perpiñá, G., Monforte, A.J., Picó, B., Esteras, C., 2019. New melon introgression lines in a Piel de Sapo genetic background with desirable agronomical traits from dudaim melons. **Euphytica** 215.

Cruz, C. D.; Carneiro, P. C. S. 2014. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3 ed. Viçosa: UFV, 585 p.

Dalcin MS, Tschoeke PH, Fidelis RR, Didonet J (2017) Severity of gummy stem blight on melon in relation to cultivars, use of fungicides and growing season **Horticultura brasileira**, v 35, n December, p 483–489.

Diaz, A., Fergany, M., Formisano, G., Ziarsolo, P., Blanca, J., Fei, Z., Staub, J.E., Zalapa, J.E., Cuevas, H.E., Dace, G., Oliver, M., Boissot, N., 2011. A consensus linkage map for molecular markers and Quantitative Trait Loci associated with economically important traits in melon ( *Cucumis melo* L .). **BMC Plant Biol.** 11.

ELIAS, H. T.; VIDIGAL, M. C. G; GONELA, A.; VOGT, G. A., 2007. Variabilidade genética em germoplasma tradicional de feijão-preto em Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.10, p. 1443-1449.

FAO. 2021. **FAOSTAT: Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database**. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/home/S>. [Acessado em 18 de março de 2021].

Frantz, J.D. and Jahn, M.M. 2004. Five independent loci each control monogenic resistance to gummy stem blight in melon ( *Cucumis melo* L.). **Theor. Appl. Genet.** 108, 1033–1038.

Garnepudi, S.L., Arunkumar, R., Swaminathan, V., Siva Kumar, T., 2020. Morphological characterization and clustering of cucumber (*Cucumis sativus*) **Genotypes. Res. Crop.** 21, 568–573.

Gower, J.C. 1971. A general coefficient of similarity and some of its properties. **Biometrics** 27: 857-874.

Hassan, M.Z., Rahim, M.A., Natarajan, S., Robin, A.H.K., Kim, H.T., Park, J.I., Nou, I.S., 2018. Gummy stem blight resistance in melon: Inheritance pattern and development of molecular markers. **Int. J. Mol. Sci.** 19.

Hu, Z., Deng, G., Mou, H., Xu, Y., Chen, L., Yang, J., Zhang, M., 2018. A re-sequencing-based ultra-dense genetic map reveals a gummy stemblight resistance-associated gene in *Cucumis melo*. **DNA Res.** 25, 1–10.

IPGRI. 2003. **Descriptors for Melon (*Cucumis melo* L.)**. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.

Islam, S., Ferdausi, A., Sweety, A.Y., Das, A., Ferdoush, A., Haque, M.A., 2020. Morphological characterization and genetic diversity analyses of plant traits contributed to grain yield in maize (*Zea mays* L.). **J. Biosci. Agric. Res.** 25, 2047–2059.

Jeong, H.S., Jang, S., Han, K., Kwon, J.K., Kang, B.C., 2015. Marker-assisted backcross breeding for development of pepper varieties (*Capsicum annuum*) containing capsinoids. **Mol. Breed.** 35, 1–10.

Liu, S., Shi, Y., Miao, H., Wang, M., Li, B., Gu, X., Zhang, S., 2017. Genetic Analysis and QTL Mapping of Resistance to Gummy Stem Blight in *Cucumis sativus* Seedling Stage. **Plant Dis.** 101, 1–8.

Mesquita, A.G.G., Guimarães, C.T., Parentoni, S.N., Paiva, E., 2005. Recuperação do Genitor Recorrente em Milho Utilizando Retrocruzamento Assistido por Marcadores Microsatélites. **Rev. Bras. Milho e Sorgo** 4, 275–285.

Moeinizada, S., Han, Y., Pham, H., Hu, G., Wang, L., 2021. A look-ahead Monte Carlo simulation method for improving parental selection in trait introgression. **Sci. Rep.** 11, 1–12.

Moura, M.C.L., Gonçalves, L.S.A., Sudré, C.P., Rodrigues, R., Amaral Júnior, A.T., Pereira, T.N.S. 2010. Algoritmo de Gower na estimativa da divergência genética em germoplasma de pimenta. **Horticultura Brasileira** 28: 155-161.

Nuruzzaman, M., Rana, M. S., Ferdausi, A., Huda, M. M., Hassan, L. and Begum, S. N., 2019. Clustering and Principal Component Analysis of Nerica Mutant Rice Lines Growing Under Rainfed Condition. **International Journal of Applied Sciences and Biotechnology**, 7(3), 327-334.

Oumouloud, A., Arnedo-Andrés, M.S., González-Torres, R., Álvarez, J.M., 2009. Morphological and molecular characterization of melon accessions resistant to *Fusarium* wilts. **Euphytica** 169, 69–79.

Paduan, M.T., Campos, R., Clemente, E., 2007. Qualidade dos frutos de tipos de melão, produzidos em ambiente protegido. **Rev. Bras. Frutic** 29, 535–539.

Priyadarshan, P. M. **Plant Breeding: classical to modern**. Springer, 2019.

R Development Core Team, 2018, **R: A Language and Environment for Statistical Computing**, *R Foundation for Statistical Computing*, Vienna, Austria.

Rocha, M.C., Gonçalves, L.S.A., Rodrigues, R., da Silva, P.R.A., do Carmo, M.G.F., de Souza Abboud, A.C., 2010. Uso do algoritmo de Gower na determinação da divergência genética entre genótipos de tomateiro do grupo cereja. **Acta Sci. - Agron.** 32, 423–431.

Silva, S.C., Sbrissia, A.F., 2010. Análise de componentes principais entre características morfogênicas e estruturais em capim-marandu sob lotação contínua. **Ciência Rural** 40, 690–693.

Vogel, Karla E. "Backcross breeding." *Transgenic Maize*. 2009. **Humana Press**, Totowa, NJ,. 161-169.