



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MELHORAMENTO GENÉTICO DE
PLANTAS

JORDANA ANTÔNIA DOS SANTOS SILVA

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE BERINJELA SOB NÍVEIS DE
SOMBREAMENTO E ÉPOCAS DO ANO VIA MODELOS MISTOS

RECIFE

OUTUBRO/2020

JORDANA ANTÔNIA DOS SANTOS SILVA

**ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE BERINJELA SOB NÍVEIS DE
SOMBREAMENTO E ÉPOCAS DO ANO VIA MODELOS MISTOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia “Melhoramento Genético de Plantas”, para obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Dimas Menezes.

Coorientadora: Dr^a. Jacqueline Wanessa de Lima Pereira

Dr. Islan Diego Espíndula de Carvalho

RECIFE

OUTUBRO/2020

Dedicatória

AGRADECIMENTOS

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Parâmetros genéticos (REML individual) considerando os seis ambientes para os caracteres PP – Produção por planta, IPF - índice de pegamento de frutos, NF – Número de fruto por planta e GPIV - viabilidade polínica in vitro, Recife, UFRPE, 2019

Tabela 2. Ordenamento dos genótipos de berinjela, considerando os seis ambientes em conjunto para os caracteres PP – Produção por planta, IPF - índice de pegamento de frutos, NF – Número de fruto por planta e GPIV - viabilidade polínica in vitro, Recife, UFRPE, 2019.

Tabela 3. Ordenamento dos genótipos de berinjela, considerando os ambientes individuais para os caracteres PP – Produção por planta, IPF - índice de pegamento de frutos, NF – Número de fruto por planta e GPIV - viabilidade polínica in vitro, Recife, UFRPE, 2019.

Tabela 4. Estabilidade de valores genotípicos (MHVG), adaptabilidade de valores genotípicos (PRVG), estabilidade e adaptabilidade de valores genotípicos (MHPRVG) de genótipos de berinjela para os caracteres PP, IPF, VP e GPIV. Recife, UFRPE, 2019.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Valores médios da **(A)** Temperatura média (°C), **(B)** Umidade relativa do ar (%), **(C)** Radiação solar (W/m^2) e **(D)** Precipitação (mm) nos seis ambientes (três níveis de sombreamento x duas épocas), Recife, UFRPE, 2019.

SUMÁRIO

Capítulo 1

- 1. INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO
 - 1.1 Introdução
 - 1.2 Referencial Teórico
 - 1.2.1 Aspectos gerais e importância da berinjela
 - 1.2.2 Condições de cultivo
 - 1.2.2.1 Cultivo protegido
 - 1.2.2.2 Sombreamento
 - 1.2.3 Interação Genótipo x Ambiente
 - 1.2.4 Adaptabilidade e estabilidade via modelos mistos
 - 1.2.5 Referências Bibliográficas

Capítulo 2

- 2. Adaptabilidade e estabilidade de berinjela sob níveis de sombreamento e épocas ano via modelos mistos
 - 2.1 Resumo
 - 2.2 Abstract
 - 2.3 INTRODUÇÃO
 - 2.4 MATERIAL E MÉTODOS
 - 2.4.1 Local e Delineamento experimental
 - 2.4.2 Condições de cultivo
 - 2.4.3 Caracteres avaliados
 - 2.4.4 Avaliação da adaptabilidade e estabilidade
 - 2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO
 - 2.6 CONCLUSÕES
 - 2.7 REFERÊNCIAS

CAPÍTULO I

Introdução e Referencial Teórico

RESUMO

A berinjela é uma olerícola da família solanaceae, originária de regiões de clima tropical e subtropical. Seus frutos desenvolvem-se bem em temperaturas em torno de 25-35°C e umidade relativa do ar de 80%, por isso, no Nordeste, o seu cultivo é recomendado durante todo o ano. Temperaturas médias acima de 32° C aceleram a maturação dos frutos, enquanto temperaturas acima de 35° C, por períodos prolongados, inviabilizam a formação de pólen, impedindo a plena fertilização, resultando em frutos defeituosos, muitas vezes inviáveis para o consumo. Para os produtores de berinjela em ambientes protegidos, uma das estratégias para evitar perdas significativas e obter o maior desempenho produtivo de cada genótipo é a manipulação e otimização do ambiente. Como exemplo, o sombreamento utilizando-se malhas, esta é uma ferramenta aplicada no cultivo de hortaliças, na tentativa de amenizar os efeitos da temperatura e da radiação excessiva sobre as plantas. Porém, quando a radiação solar é muito baixa, devido a um sombreamento excessivo do cultivo ou da ocorrência de dias nublados consecutivos, há um significativo aumento na taxa de abortamento de flores. Diante disto, percebe-se que o ambiente pode intensificar ou prejudicar o potencial produtivo dos genótipos. Isso ocorre, pois a todo momento há interação entre o genótipo e o ambiente. Considerando o comportamento dos genótipos em diferentes ambientes, é possível avaliá-los por dois fenômenos: adaptabilidade e estabilidade. Por isso, o presente trabalho teve como objetivo estimar a adaptabilidade e estabilidade de genótipos de berinjela sob diferentes tipos de sombreamento e épocas do ano pelo método REML/BLUP. Os experimentos foram conduzidos em duas épocas (Maio-Outubro/2019 e Novembro/2019-Abril/2020) em estufas com três tipos de sombreamento: 1) Sem cobertura ;2) Cobertura com plástico *filme difusor de 130 Micras* e 3) Cobertura com tela superior e lateral preta com 50% de sombreamento. A combinação dos dois fatores (Tipo de sombreamento x Época do ano) deram origem aos seis ambientes avaliados (E1-SC, *E1-PD*, E1-TS, E2-SC, *E2-PD* e E2-TS). Em todos os locais foram avaliados 12 genótipos de berinjela, com quatro repetições e a parcela experimental composta por quatro plantas. Foram avaliados quatro caracteres: Índice de Pegamento de Fruto (IPF), Número de frutos por planta (NF), Produção média de frutos por planta em g (PP) e Germinação de grão de pólen *in vitro* (GPIV). Para a avaliação da adaptabilidade e estabilidade dos genótipos de berinjela foram realizadas as análises estatísticas e a estimação dos parâmetros genéticos baseadas em modelos mistos do tipo

REML/BLUP, empregando o software SELEGEN e o modelo estatístico 51. De acordo com os resultados obtidos, houve concordância entre os métodos PRVG (Performance Relativa dos Valores Genotípicos), MHVG (Média Harmônica dos Valores Genotípicos) e MHPRVG (Média Harmônica da Performance Relativa dos Valores Genéticos) para os caracteres PP, NF e GPIV, indicando que tais métodos apresentam alto grau de concordância no ordenamento dos materiais. Por isso, os genótipos 135x60, 135x51, 135x141, CNPH 109, 109x60 e 109x141 destacados através do método MHPRVG podem ser utilizados para cultivo em vários ambientes, com diferentes interações genótipos x ambientes.

ABSTRACT

Eggplant is an olericole of the solanaceae family, originating in regions of tropical and subtropical climate. Its fruits develop well at temperatures around 25-35 ° C and relative humidity of 80%, therefore, in the Northeast, its cultivation is recommended throughout the year. Average temperatures above 32 ° C accelerate fruit ripening, while temperatures above 35 ° C, for prolonged periods, make pollen formation unfeasible, preventing full, mature fertilization in defective fruits, often not viable for the consumption. For eggplant producers in protected environments, one of the strategies to avoid losses and obtain the highest productive performance of each genotype is manipulation and optimization of the environment. For example, shading using meshes, this is a tool applied in the cultivation of vegetables, in an attempt to mitigate the effects of temperature and excessive radiation on plants. However, when the solar radiation is very low, due to excessive shading of the crop or the occurrence of consecutive cloudy days, a significant increase in the rate of flower abortion. Given this, it is clear that the environment can intensify or impair the productive potential of the genotypes. This is because there is an interaction between the genotype and the environment at all times. Considering the behavior of genotypes in different environments, it is possible to evaluate them by two phenomena: adaptability and stability. Therefore, the present study aimed to estimate the adaptability and stability of eggplant genotypes under different types of shading and times of the year using the REML / BLUP method. The experiments were conducted in two seasons (May-October / 2019 and November / 2019-April / 2020) in greenhouses with three types of shading: 1) Without cover; 2) Covering with 130 micron diffuser film and 3) Covering with black top and side screen with 50% shading. The combination of the two factors (Shading type x Time of year) gave rise to the six environments evaluated (E1-SC, E1-PD, E1-TS, E2-SC, E2-PD and E2-TS). In all locations, 12 eggplant genotypes were evaluated, with four replications and the experimental plot consisting of four plants. Four characters were evaluated: Fruit Catch Index (IPF), Number of fruits per plant (NF), Average fruit production per plant in g (PP) and In vitro pollen grain germination (GPV). To assess the adaptability and stability of eggplant genotypes, statistical analyzes and the estimation of genetic parameters were carried out based on mixed models of the REML / BLUP type, using the SELEGEN software and the statistical model 51. According to the results obtained, there were agreement between the PRVG (Relative Performance of Genotypic Values), MHVG (Harmonic Average of Genotypic Values) and MHPRVG (Harmonic Average of Relative Performance of Genetic Values)

methods for the characters PP, NF and GPIV, indicating that such methods have a high degree of agreement in the ordering of the materials. Therefore, the 135x60, 135x51, 135x141, CNPH 109, 109x60 and 109x141 genotypes highlighted by the MHPRVG method can be used for cultivation in various environments, with different genotype x environment interactions.

1. INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Introdução

A berinjela (*Solanum melongena* L.) é uma hortaliça pertencente à família Solanaceae, cujo centro de domesticação foi a Índia e o Sul da China. A espécie foi introduzida na Europa, durante a Idade Média e, no Brasil, no século XVI (Ribeiro *et al.* 1998, Meyer *et al.* 2012). Seus frutos são do tipo baga carnosa, formato oval a alongado, com textura externa lisa, brilhante e cores escuras, variando de vermelha a roxa. São apreciados na culinária tanto na forma in natura como cozidos, puros ou como ingredientes de diversos pratos (França 2008). É um alimento nutritivo fonte de sais, vitaminas e fibra, além disso, possui propriedades medicinais que auxiliam no controle dos níveis de colesterol e pressão arterial (Ribeiro *et al.* 1998, Antonini *et al.* 2002, Weber *et al.* 2013).

O maior produtor de berinjela é a China responsável por cerca de 93,6% da produção mundial. No cenário nacional, a produção brasileira concentra-se na região Sudeste, especialmente no Estado de São Paulo responsável por 61% da produção (IBGE 2007). A cultura da berinjela desenvolve-se bem em temperaturas em torno de 25-35°C e umidade relativa do ar de 80%, (Ribeiro *et al.* 1998). As variações térmicas influenciam de maneira direta no desenvolvimento da berinjela, levando ao comprometimento da produção (Filgueira 2000).

Para os produtores de berinjela em ambientes protegidos, uma das estratégias para evitar perdas significativas e obter o maior desempenho produtivo de cada genótipo é a manipulação e otimização do ambiente (Dueck *et al.* 2016). Como exemplo, o sombreamento utilizando-se malhas, esta é uma ferramenta aplicada no cultivo de hortaliças, na tentativa de amenizar os efeitos da temperatura e da radiação excessiva sobre as plantas (Seabra Jr *et al.* 2012).

No entanto, uma malha muito escura, ou seja, capaz de bloquear intensamente a iluminação pode levar a resultados contrários aos desejados, como estiolamento da planta, aumentando a distância entre os entrenós e produzindo ramos finos, que não suportam o peso do fruto. Na fase de desenvolvimento dos frutos, a baixa quantidade de radiação afeta a coloração dos frutos, diminuindo seu valor comercial (Brandão Filho *et al.* 2018).

Diante disto, percebe-se que o ambiente pode intensificar ou prejudicar o potencial produtivo dos genótipos. Isso ocorre, pois a todo momento há interação

34 entre o genótipo e o ambiente. Considerando o comportamento dos genótipos em
35 diferentes ambientes, é possível avaliá-los por dois fenômenos: adaptabilidade e
36 estabilidade. Embora sejam associados, trata-se de fenômenos distintos (Squilassi
37 2003).

38 Adaptabilidade corresponde à capacidade que o genótipo tem de responder
39 positivamente as condições daquele ambiente. Estabilidade trata-se da capacidade
40 do genótipo manter-se o mais constante possível em diferentes ambientes (Martinelli
41 2013). A avaliação desses fenômenos nos programas de melhoramento é de grande
42 importância para nortear de maneira assertiva o processo de seleção e indicação de
43 genótipos superiores.

44 Existem diversos métodos de avaliação da adaptabilidade e estabilidade,
45 baseados na análise de variância, na regressão linear, na regressão bissegmentada
46 não-linear e linear, nas estatísticas não paramétricas e os que analisam os efeitos
47 principais aditivos e a interação multiplicativa. Entretanto, apesar de fornecer
48 informações importantes, todas elas são limitadas quando se tem dados
49 desbalanceados, delineamentos experimentais não ortogonais e heterogeneidade de
50 variâncias entre os locais onde são conduzidos os experimentos, pois assumem
51 efeitos fixos para genótipos (Resende 2004). Assim, em muitos casos, os métodos
52 mais atuais REML/BLUMP (modelo misto) são os mais adequados e seguros, pois
53 permitem comparar indivíduos ou variedades através do tempo e do espaço, corrigir
54 os efeitos ambientais, estimar valores de componentes de variância e prever valores
55 genéticos, podendo ser aplicados de forma eficaz tanto para dados desbalanceado,
56 quanto para dados balanceados (Resende 2004).

57 1.2 Referencial Teórico

58 1.2.1. Aspectos gerais e importância da berinjela

59 A família Solanaceae possui cerca de 106 gêneros e 2300 espécies, na qual
60 estão inclusas algumas hortaliças de importância econômica e alimentícia. Dentro
61 desta família, destaca-se o gênero *Solanum*, o qual possui aproximadamente 1400
62 espécies, sendo considerado um dos maiores entre as angiospermas. No Brasil, é
63 representado por cerca de 283 espécies nativas, dentre as quais 138 são endêmicas.
64 Este gênero agrupa espécies como o tomate, o pimentão, a batata, a pimenta, o jiló e
65 a berinjela (Antonini *et al.* 2002, Stehmann *et al.* 2015).

66 A berinjela (*Solanum melongena* L.) possui no mínimo dois centros de
67 domesticação, a Índia e o Sul da China. As espécies *Solanum incanum* L. e *Solanum*
68 *undatum* Lam, são consideradas possíveis ancestrais da berinjela cultivada (Meyer
69 *et al.* 2012). Foi introduzida pelos árabes na Europa, durante a Idade Média e no Brasil
70 através dos colonizadores portugueses, no século XVI (Ribeiro *et al.* 1998).

71 É uma espécie perene, no entanto, cultivada como cultura anual. Possui hábito
72 de crescimento arbustivo, mas pode atingir 1,80m de altura, caule semi-lenhoso, o
73 que garante boa resistência, e, ramificações laterais bem desenvolvidas, onde são
74 produzidos seus frutos. Possui um sistema radicular pivotante, vigoroso e profundo,
75 atingindo profundidades superiores a 1m, embora a maioria das raízes se concentre
76 na superfície do solo (Espindola 2010, Silva 2010).

77 É uma planta preferencialmente autógama, com taxa de polinização cruzada
78 natural de 6 a 7%, porém, apresenta na fase reprodutiva um mecanismo chamado de
79 dicogamia do tipo protoginia, que corresponde à diferença na época de maturidade da
80 antera e do estigma. Esse mecanismo aliado às diferentes condições ambientais, à
81 presença de insetos polinizadores e diferentes cultivares, aumentam a taxa de
82 alogamia em até 50%, portanto, a berinjela é considerada uma espécie mista (Marques
83 2003).

84 O fruto é do tipo baga carnosa, de formato variável (oval, oblongo, redondo,
85 oblongo-alongado, alongado), comumente a textura externa é lisa e brilhante, cores
86 escuras variando de vermelha a roxa. O ponto ideal de colheita é quando os frutos
87 apresentam-se com coloração intensa e polpa macia. A colheita inicia-se de 90 a 110
88 dias após a sementeira, prolongando-se por 3 ou mais meses (França 2008)

89 A berinjela destaca-se por seu valor nutricional, possui alto teor de sais
90 minerais, como cálcio, ferro e fósforo, vitaminas (riboflavina, niacina e ácido ascórbico)
91 e fibras, sendo este um alimento importante para ser inserido numa dieta nutritiva e
92 saudável. Além disso, tem valor medicinal, uma vez que possui propriedades que
93 auxiliam no controle dos níveis de colesterol e pressão arterial (Ribeiro *et al.* 1998,
94 Antonini *et al.* 2002, Weber *et al.* 2013). A berinjela pode ser consumida in natura ou
95 cozida, tanto pura ou como item de diversos pratos, especialmente, os veganos.

96 Nos últimos anos, observou-se maior interesse da sociedade em produtos
97 hortícolas de qualidade superior, com melhores propriedades organolépticas,
98 nutricionais e funcionais (Kyriacou *et al.* 2016, Bisbis *et al.* 2018). Diante disto, o cultivo
99 da berinjela encontra-se em expansão em vários países, sendo alvo de muitas
100 pesquisas com relação as suas propriedades medicinais (Marques 2003, Praça *et al.*
101 2004a, Montemor en Malerbo Souza 2009).

102 O centro mundial de produção da berinjela é o continente asiático, responsável
103 pela produção de 50.628 milhões de toneladas de frutos, que corresponde a 93,6%
104 da produção mundial. Os maiores produtores são a China e a Índia, que juntos são
105 responsáveis por 86,78% da produção (FAO, 2019). No Brasil, como a berinjela ainda
106 é pouco consumida, existe uma carência de dados sobre produção e comercialização
107 (Delazari *et al.* 2019). De acordo com os dados do último do censo agropecuário em
108 que esteve presente, 90% da produção da berinjela encontra-se na região Sudeste,
109 sendo 61% produzido no Estado de São Paulo (IBGE 2007). Neste Estado, no período
110 entre 2010 e 2018, observou-se um aumento de área cultivada de 11,52% (1380 ha
111 para 1539 ha) e aumento da produção total de 13,2% (44,7 mil t para 50,6 mil t) (IEA
112 2019).

113 Apesar da alta demanda, muitos produtores de berinjela enfrentam limitações
114 para obter elevada produtividade de frutos com qualidade, devido a influência de
115 diversos fatores bióticos e abióticos (Prasad en Chakravorty 2015)

116

117 **1.2.2. Condições de cultivo**

118 Originária de regiões de clima tropical e subtropical, os frutos da berinjela
119 desenvolvem-se bem em temperaturas em torno de 25-35°C e umidade relativa do ar

120 de 80%, por isso, no Nordeste, o seu cultivo é recomendado durante todo o ano
121 (Ribeiro *et al.* 1998).

122 Para o cultivo da berinjela, as variações térmicas influenciam de maneira direta
123 no desenvolvimento da planta. Temperaturas médias acima de 32° C aceleram a
124 maturação dos frutos, enquanto temperaturas acima de 35° C por períodos
125 prolongados, inviabilizam a formação de pólen, impedindo a plena fertilização,
126 resultando em frutos defeituosos, muitas vezes inviáveis para o consumo. (Figueira
127 2000).

128 Dentre as alterações provocadas pelas altas temperaturas, estão: inviabilidade
129 e estouramento do pólen, alongamento e/ou estouramento do tubo polínico, queima
130 da ponta da antera, baixa porcentagem de frutos (Baswana *et al.* 2006), aumento na
131 evapotranspiração, alterações na absorção de nutrientes, acúmulo de fotoassimilados
132 e diminuição da produtividade (Shahbaz *et al.* 2013, Harel *et al.* 2014, Loose *et al.*
133 2014).

134 Sabe-se que a elevação da temperatura média global é uma realidade e que
135 seus efeitos são perceptíveis no setor agrícola. Assim, torna-se necessário a adoção
136 de estratégias eficazes, como a manipulação e otimização do ambiente protegido, na
137 tentativa de evitar perdas significativas na produção (Dueck *et al.* 2016).

138

139 **1.2.2.1. Cultivo protegido**

140 O cultivo protegido é um sistema de produção agrícola onde é possível ter certo
141 grau de controle das condições micrometeorológicas do ambiente, resultando numa
142 maior regularidade de produção, melhor produtividade e qualidade dos produtos (Reis
143 *et al.* 2013). Entretanto, é imprescindível que ocorra um estudo de mercado e
144 planejamento da produção para que seja utilizado como um instrumento de alto
145 retorno (Figueiredo *et al.* 2011).

146 Várias vantagens estão relacionadas à utilização de ambientes protegidos,
147 como maior proteção quanto aos fenômenos climáticos (geadas, excesso de chuvas,
148 queda acentuada de temperatura durante a noite), proteção do solo contra lixiviação,
149 redução dos custos com fertilizantes e defensivos, além da redução do ataque de
150 pragas e doenças e economia de insumos (Silva 2010). Nesse sistema de cultivo, a

151 produtividade por planta é maior, os frutos obtidos são de melhor qualidade, além
152 disso, o período de colheita estende-se por mais tempo. Por outro lado, como
153 desvantagem é considerada uma técnica de alto custo para implantação (Medeiros *et*
154 *al.* 2009).

155 A utilização de estufas para produção agrícola tem aumentado cada vez mais,
156 especialmente para atividades de pesquisa e cultivo de plantas ornamentais e
157 hortaliças. No entanto, a estrutura das estufas utilizadas por muitos produtores e/ ou
158 pesquisadores é simples, composta apenas por uma cobertura plástica, sem qualquer
159 ferramenta de climatização (Reis *et al.* 2013). Estima-se que o cultivo protegido
160 cresceu cerca de 400% entre as décadas de 1990 e 2010. Até meados de 2013 no
161 mundo, existiam cerca de 3,7 milhões de hectares protegidos, encontrados
162 principalmente na China (Chang *et al.* 2013). Apesar de distante dos líderes mundiais,
163 o Brasil é o país que mais usa esta tecnologia de cultivo protegido na América do Sul,
164 a área total corresponde a 22 mil hectares, sendo cerca de 11 mil hectares
165 concentrados no Estado de São Paulo. (Silva *et al.* 2014).

166 Desde o início do cultivo protegido no Brasil, as estufas são usadas
167 principalmente para culturas de elevado retorno por área de cultivo, sendo as mais
168 utilizadas o pimentão, alface, tomate e pepino (Silva 2010). Porém, algumas culturas
169 vêm ganhando destaque como o melão e a berinjela. O cultivo da berinjela em
170 ambientes protegidos vem se tornando uma alternativa viável, constituindo uma fonte
171 de renda para produtores rurais (Brandão Filho 2001, Brandão Filho *et al.* 2003).

172

173 **1.2.2.2. Sombreamento**

174 A radiação solar emitida em diferentes comprimentos de onda é fundamental
175 para as plantas realizarem o processo de conversão da energia luminosa em energia
176 química, através da fotossíntese, porém, o nível de luminosidade é considerado um
177 fator determinante para o efetivo funcionamento desse processo. Sob excesso de luz,
178 a planta pode sofrer foto-inibição, neste caso, o dano é reversível, porém, o mesmo
179 pode ser irreversível provocado pela foto-oxidação do aparato fotossintético (Kluge *et*
180 *al.* 2015).

181 Como consequência, as plantas sob radiações excessivas estão sujeitas a
182 grandes prejuízos na sua produção. Em contrapartida, quando a radiação solar é

183 muito baixa, devido a um sombreamento excessivo do cultivo ou da ocorrência de dias
184 nublados consecutivos, há um significativo aumento na taxa de abortamento de flores
185 (Kluge *et al.* 2015).

186 O conhecimento das interferências dos fatores ambientais, como a
187 luminosidade, permite o desenvolvimento de tecnologias que garantam a
188 produtividade agrícola mesmo quando o ambiente for adverso (Kluge *et al.* 2015). O
189 sombreamento utilizando malhas é uma ferramenta muito usada no cultivo de
190 hortaliças, pois a partir disso é possível amenizar os efeitos da temperatura e da
191 radiação excessiva sobre as plantas (Rampazzo *et al.* 2014).

192 Existem dois tipos de sombreamento, o estático, são aqueles que, uma vez
193 instalados, sombreiam o abrigo de maneira constante, sem possibilidade de
194 graduação ou controle, e o dinâmico, são aqueles que permitem o controle da radiação
195 solar em função das necessidades climáticas da planta (Gonzalez en Camacho 2001).
196 A aplicação do sombreamento estático deve ser criteriosa, pois a adoção de níveis
197 excessivos de pode ser prejudicial às culturas, principalmente em horários e épocas
198 do ano com baixa incidência da radiação (Mills *et al.* 1989).

199 A atenuação da radiação solar, por meio de telas de sombreamento como
200 medida para reduzir a temperatura interna de abrigos para cultivo protegido, apresenta
201 resultados bastante diversos. Em muitos casos, além de não se obter a queda de
202 temperatura desejada, são observados prejuízos na produção dos cultivos pela
203 redução excessiva no aporte de radiação fotossinteticamente ativa (Brandão Filho *et*
204 *al.* 2018).

205 Em solanáceas, cultivadas sob condições de baixa luminosidade, ocorre o
206 estiolamento da planta, aumentando a distância entre os entrenós e produzindo ramos
207 finos, que muitas vezes são fracos para suportar a produção. Observa-se também
208 redução no número de flores, afetando a quantidade e a qualidade da colheita. Na
209 fase de desenvolvimento dos frutos, caso não recebam a quantidade de radiação
210 apropriada tendem a não ter a coloração adequada quando maduros, diminuindo seu
211 valor comercial (Brandão Filho *et al.* 2018).

212 Em mudas de berinjela submetidas ao sombreamento, foram observadas
213 reduções significativas em algumas características fisiológicas, como: taxa
214 fotossintética líquida, condutância estomática, concentração de clorofila, ponto de

215 compensação de luz, ponto de saturação de luz, ponto de saturação de CO₂, eficiência
216 de carboxilação e capacidade fotossintética. Além disso, têm-se plantas mais altas,
217 como menor diâmetro do caule e menor volume de raiz (Yujie 2007, Chen *et al.* 2016)

218

219 **1.2.3. Interação genótipo x ambiente**

220 O termo genótipo refere-se a todas as características do indivíduo contidas em
221 seu DNA, as quais são herdadas de seus genitores. No entanto, não são apenas
222 essas características que definem a aparência do indivíduo, existe um efeito direto e
223 importante do ambiente sobre ele. Entende-se por ambiente as condições
224 edafoclimáticas, associadas a práticas culturais, ocorrência de pragas e outras
225 variáveis que afetam o desenvolvimento das plantas. O genótipo, associado às
226 influências do ambiente, determinam o fenótipo, ou seja, as características que o
227 indivíduo expressará. Sendo assim, um mesmo genótipo pode manifestar padrões
228 distintos, se submetido à ambientes diferentes (Borém 1998, Martinelli 2013).

229 Neste contexto, durante o desenvolvimento de programas de melhoramento,
230 as etapas de seleção baseadas em dados fenotípicos devem ser realizadas com o
231 maior embasamento técnico-científico possível. Uma das formas que auxiliam o
232 melhorista a apontar predições mais precisas é o conhecimento das relações entre
233 genótipo e fenótipo em ambientes heterogêneos. Quanto mais a expressão fenotípica
234 de determinada característica é dependente das condições ambientais, maiores as
235 variações na sua herdabilidade conforme as mudanças do ambiente (Squilassi 2003).

236 A resposta do genótipo ao efeito ambiental consiste na interação de ambos
237 (Squilassi 2003). Quanto maior o número de ambientes diferentes avaliados, mais
238 precisas são as informações quanto a variância genética, a herdabilidade e a
239 estimativa do ganho de seleção, evitando-se a superestimativa dos dados (Terasawa
240 Jr *et al.* 2008). Nas avaliações das interações G x A podem ocorrer duas situações: I-
241 os melhores genótipos apresentam melhor desempenho em vários ambientes, neste
242 caso, há uma interação simples, o que facilita a indicação de tais genótipos a uma
243 variedade de ambientes. II- variações das respostas dos genótipos, ou seja, o melhor
244 genótipo em determinado ambiente, apresenta-se como um dos piores em outro
245 ambiente, ocorrendo interações do tipo complexas, o que compromete a indicação

246 precisa dos melhores genótipos (Crossa en Cornelius 1997, Squilassi 2003, Cruz *et*
247 *al.* 2014, Baker 1988).

248 Considerando o comportamento dos genótipos em diferentes ambientes é
249 possível avaliá-los por dois fenômenos: adaptabilidade e estabilidade. Embora sejam
250 associados, trata-se de fenômenos distintos (Squilassi 2003). O primeiro, refere-se à
251 capacidade que o genótipo tem de responder de forma positiva ao ambiente no qual
252 está inserido. Esta é uma excelente habilidade, especialmente quando se refere à
253 produtividade. O segundo, refere-se à capacidade do genótipo de variar seu padrão o
254 mínimo possível em diferentes ambientes, ou seja, é uma estabilidade do
255 comportamento. Quanto menor for sua variabilidade nos ambientes, mais previsível é
256 um genótipo (Martinelli 2013).

257 A avaliação desses fenômenos nos programas de melhoramento é de grande
258 importância, cabendo ao melhorista interpretar a magnitude e a significância de seus
259 efeitos para adotar estratégias de seleção (Cruz *et al.* 2014). Assim, para avaliar a
260 adaptabilidade e estabilidade dos genótipos, o melhorista pode lançar mão de
261 diversas metodologias, tais como análises de variância, regressão linear, análises
262 multivariadas, modelos mistos entre outras (Chaves 2001). Tais informações são
263 diferenciais na seleção/indicação entre genótipos excelentes, bons ou ruins nos mais
264 diversos ambientes.

265 **1.2.4. Adaptabilidade e estabilidade via modelos mistos**

266 Até a década de 50, os efeitos da interação genótipos x ambientes eram
267 estimados utilizando apenas as médias gerais dos genótipos e seu desempenho
268 médio ao longo dos locais e anos (Finlay en Wilkinson 1963). Atualmente, existem
269 várias metodologias que levam em consideração diversos parâmetros para a
270 avaliação de adaptabilidade e estabilidade dos genótipos nos ambientes, cujos
271 procedimentos de interpretação simples são os mais preferidos.

272 Cargnelutti Filho *et al.* (2009) classificaram essas metodologias em: 1) as que
273 são baseadas em análise de variância e dão informação sobre a estabilidade dos
274 genótipos avaliados; 2) aquelas que usam a regressão linear e informam sobre a
275 adaptabilidade e a estabilidade dos genótipos; 3) as que se baseiam na regressão
276 bissegmentada não-linear e linear; 4) as de estatísticas não paramétricas, e 5) as que
277 analisam os efeitos principais aditivos e a interação multiplicativa (AMMI). Apesar de

278 fornecer informações importantes, todas elas são limitadas quando se tem dados
279 desbalanceados, delineamentos experimentais não ortogonais e heterogeneidade de
280 variâncias entre os locais onde são conduzidos os experimentos, pois assumem
281 efeitos fixos para genótipos (Resende 2004).

282 Quando se considera os efeitos dos genótipos como aleatórios, pode-se obter
283 os BLUP's (Melhor Predição Linear não Viesada), o que não é possível por meio dos
284 métodos de adaptabilidade e estabilidade citados anteriormente. Através dos BLUPs
285 é possível obter a maximização da acurácia seletiva, a minimização do erro de
286 predição, a predição não viciada de valores genéticos, a maximização do ganho
287 genético por ciclo de seleção e a maximização da probabilidade de selecionar o
288 melhor entre vários genótipos (Piepho 1997, Resende 2007b, Searle *et al.* 2009).

289 O método BLUP tem sido usado em conjunto com o método REML (Máxima
290 Verossimilhança Residual), criado por Patterson e Thompson (1971) como
291 procedimento ótimo para a estimação dos componentes de variância, onde estes são
292 estimados pela maximização da função de verossimilhança dos resíduos ($y - Xb$), ao
293 invés dos dados observados, sendo X uma matriz de incidência dos efeitos fixos.
294 Desta forma, em experimentos que usam modelos mistos, principalmente nos casos
295 de experimentos desbalanceados, a análise REML/BLUP tem sido a mais indicada
296 (Resende 2004, Schaeffer 2004).

297 O uso desses procedimentos permite comparar indivíduos ou variedades
298 através do tempo e do espaço, corrigir os efeitos ambientais, estimar valores de
299 componentes de variância e prever valores genéticos, podendo ser aplicados de
300 forma eficaz tanto para dados desbalanceado, quanto para dados balanceados
301 (Resende 2004).

302 Para estabilidade, utiliza-se o método MHVG (Média Harmônica dos Valores
303 Genotípicos), onde ocorre o ordenamento dos genótipos por seus valores genéticos.
304 Nesse método, quanto menor o desvio padrão do comportamento genotípico nos
305 ambientes, maior será o valor de MHVG, dessa forma, a seleção pelos maiores
306 valores de MHVG implica na seleção para produtividade e estabilidade,
307 simultaneamente. Quanto à adaptabilidade, usa-se a Performance Relativa dos
308 Valores Genotípicos (PRVG), onde os valores genotípicos preditos são expressos

309 como proporção da média geral de cada local obtendo-se posteriormente o valor
310 médio desta proporção através dos locais(Resende 2007a).

311 Segundo Resende (2007b), uma metodologia mais completa pode permitir
312 conclusões complementares, como: seleção de genótipos específicos para cada local,
313 seleção de genótipos estáveis através dos locais, seleção de genótipos responsivos
314 a melhoria do ambiente e seleção pelos três atributos (produtividade, estabilidade e
315 adaptabilidade), simultaneamente. Estas inferências com posterior seleção podem ser
316 realizadas pelo método da Média Harmônica da Performance Relativa dos Valores
317 Genéticos (MHPRVG), que classifica os efeitos dos genótipos como aleatórios,
318 fornecendo valores de adaptabilidade e estabilidade genotípica e não fenotípica.

319 Algumas vantagens apresentadas por meio da utilização da MHPRVG quando
320 comparada aos outros métodos são: considera os efeitos genotípicos como aleatórios,
321 fornecendo estabilidade e adaptabilidade genotípica e não fenotípica; permite lidar
322 com dados desbalanceados; permite lidar com heterogeneidade de variâncias;
323 permite considerar erros correlacionados dentro de locais; fornece valores genéticos
324 já descontados (penalizados) da instabilidade; pode ser aplicado com qualquer
325 número de ambientes; não depende da estimação de outros parâmetros; gera
326 resultados na própria grandeza ou escala do caráter avaliado e permite computar o
327 ganho genético com a seleção pelos três atributos (produtividade, adaptabilidade e
328 estabilidade), conjuntamente (Resende 2007b).

329 Trabalhos envolvendo modelos mistos em estudos de genética e melhoramento
330 vegetal eram bastante escassos até o início da última década, no entanto, sua
331 utilização na avaliação das mais diversas culturas vem aumentando, devido as
332 vantagens que essa abordagem oferece frente às dificuldades comumente
333 encontradas em experimentos, principalmente em estudos que requerem muitos
334 ensaios(Farias Neto *et al.* 2013, Gouvêa *et al.* 2013, Rodrigues *et al.* 2013, Di Mauro
335 *et al.* 2014, Torricelli *et al.* 2014)

336

337 **1.2.5 Referências bibliográficas**

338 Adamczewska-Sowińska K en Krygier M (2013) Yield quantity and quality of field
339 cultivated eggplant in relation to its cultivar and the degree of fruit maturity. **Acta**

- 340 **Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus 12**: 13–23.
- 341 Antonini ACC, Robles WGR, Tessarioli Neto J en Kluge RA (2002) Capacidade
342 produtiva de cultivares de berinjela. **Horticultura Brasileira 20**: 646–648.
- 343 Baswana KS, Dahiya MS, Kalloo G, Sharma NK, Dhankhar BS en Dudi BS (2006)
344 Brinjal HLB-25: a high temperature tolerant variety. **Haryana Journal of**
345 **Horticultural Sciences 35**: 318–319.
- 346 Bisbis MB, Gruda N en Blanke M (2018) Potential impacts of climate change on
347 vegetable production and product quality – A review. **Journal of Cleaner**
348 **Production 170**: 1602–1620.
- 349 Boiteux L, Mendonça L, Fonseca M, Reis A, Vilela N, González-Arcos M en
350 Nascimento M (2016) Melhoramento de berinjela. Viçosa, bl 15–192. In Editora
351 UFV (red) **Melhoramento de Hortaliças**.
- 352 Borém A (1998) **Melhoramento de plantas**. Editora UFV, Universidade Federal de
353 Viçosa.
- 354 Brandão Filho JUT (2001) Enxertia em híbridos de berinjela (*Solanum melongena*),
355 sob cultivo protegido.
- 356 Brandão Filho JUT, de Freitas PSL, Berian LOS en Goto R (2018) **Hortaliças-fruto**.
357 Editora da Universidade Estadual de Maringá-EDUEM.
- 358 Brandão Filho JUT, Goto R, Guimarães VF, Habermann G, Rodrigues JD en Callegari
359 O (2003) Influência da enxertia nas trocas gasosas de dois híbridos de berinjela
360 cultivados em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira 21**: 474–477.
- 361 Cargnelutti Filho A, Storck L, Riboldi J en Guadagnin JP (2009) Associação entre
362 métodos de adaptabilidade e estabilidade em milho. **Ciência Rural 39**: 340–347.
- 363 Carvalho ADF, Silva GO en Resende F V (2017) Adaptabilidade e estabilidade de
364 populações de cenoura pelo método REML/BLUP. **Horticultura Brasileira 35**:
365 69–74.
- 366 Castro CA de O, Nunes ACP, dos Santos OP, Resende RT, dos Santos GA, de
367 Resende MDV en Cruz CD (2018) Comportamento da interação genótipos por
368 locais aos três e nove anos em clones de eucalipto. **Embrapa Florestas-Artigo**

- 369 **em periódico indexado (ALICE).**
- 370 Chang J, Wu X, Wang Y, Meyerson LA, Gu B, Min Y, Xue H, Peng C en Ge Y (2013)
371 Does growing vegetables in plastic greenhouses enhance regional ecosystem
372 services beyond the food supply? **Frontiers in Ecology and the Environment**
373 **11**: 43–49.
- 374 Chaves LJ (2001) Interação de genótipos com ambientes. **Recursos genéticos e**
375 **melhoramento de plantas. Rondonópolis: Fundação MT** 675–712.
- 376 Chen Y, Wang H, LIN B, WANG X, WANG T en ZHANG K (2016) Effects of weak light
377 stress on growth and physiological characteristics of eggplant seedlings.
378 **Subtropical Agriculture Research** 3.
- 379 Crossa J en Cornelius PL (1997) Sites regression and shifted multiplicative model
380 clustering of cultivar trial sites under heterogeneity of error variances. **Crop**
381 **Science** **37**: 406–415.
- 382 Cruz CD, Regazzi AJ en Carneiro PCS (2014) **Modelos biométricos aplicados ao**
383 **melhoramento genético.**
- 384 da Rocha AC, Tavares ED, Sandrini M, Paiva R en de Carvalho SA (1990) Época e
385 intensidade de florescimento e pegamento de frutos segundo a distribuição pelos
386 quadrantes em laranjeiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **25**: 85–88.
- 387 Delazari F, SILVA D, PIKANÇO M en GOMIDE E (2019) Berinjela (*Solanum*
388 *melongena* L.). Belo Horizonte, bl 180–185. In **101 Culturas – Manual de**
389 **Tecnologias Agrícolas.**
- 390 Di Mauro AO, Gomez GM, Unêda-Trevisoli SH en Pinheiro JB (2014) Adaptive and
391 agronomic performances of soybean genotypes derived from different
392 genealogies through the use of several analytical strategies. **African Journal of**
393 **Agricultural Research** **9**: 2146–2157.
- 394 Dueck T, van Ieperen W en Taulavuori K (2016) Light perception, signalling and plant
395 responses to spectral quality and photoperiod in natural and horticultural
396 environments. bl 1–3.
- 397 Espindola JS (2010) Formação de mudas e produção de frutos de Berinjela.
398 Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de

- 399 Aquidauana (Agronomia), Aquidauana - MS, bl 33.
- 400 FAO (2017) Food and agriculture organization of the United Nations. Available at
401 <<http://www.fao.org/faostat>> Toegang verkry 13 April 2019.
- 402 FAO (2019) Food and agriculture organization of the United Nations. Available at
403 <<http://www.fao.org/faostat>> Toegang verkry 13 April 2020.
- 404 Farias Neto JT de, Moura EF, Resende MDV de, Celestino Filho P en Augusto SG
405 (2013) Genetic parameters and simultaneous selection for root yield, adaptability
406 and stability of cassava genotypes. **Pesquisa agropecuária brasileira** 48: 1562–
407 1568.
- 408 Filgueira FAR; (2000) **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na**
409 **produção e comercialização de hortaliças**. Universidade Federal de Viçosa,.
- 410 Finlay KW en Wilkinson GN (1963) The analysis of adaptation in a plant-breeding
411 programme. **Australian journal of agricultural research** 14: 742–754.
- 412 Gonzalez AM en Camacho JIM (2001) **Invernaderos: diseño, construcción with**
413 **mild winters based on microclimatic measurements of protected**
414 **environments**, 2nd ed Mundi-Prensa (red). Madri.
- 415 Gouvêa LRL, Silva GAP, Verardi CK, de Oliveira ALB, Gonçalves ECP, Scaloppi-
416 Junior EJ, de Moraes MLT en de Souza Gonçalves P (2013) Rubber tree early
417 selection for yield stability in time and among locations. **Euphytica** 191: 365–373.
- 418 Harel D, Fadida H, Slepoy A, Gantz S en Shilo K (2014) The Effect of Mean Daily
419 Temperature and Relative Humidity on Pollen, Fruit Set and Yield of Tomato
420 Grown in Commercial Protected Cultivation. bl 167–177.
- 421 Henderson CR (1984) Applications of linear models in animal breeding. **Guelph:**
422 **University of Guelph**.
- 423 IBGE (2007) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE. **Rio de Janeiro**.
424 Available at <<https://censos2007.ibge.gov.br>> Toegang verkry 13 April 2019.
- 425 IEA (2019) Instituto de Economia Agrícola. Available at
426 <http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjetiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1> Toegang
427 verkry 16 Julie 2019.

- 428 Kluge RA, Tezotto-Uliana J V en da Silva PPM (2015) Aspectos fisiológicos e
429 ambientais da fotossíntese. **Revista virtual de química 7**: 56–73.
- 430 Kyriacou MC, Rouphael Y, Di Gioia F, Kyrtzis A, Serio F, Renna M, De Pascale S en
431 Santamaria P (2016) Micro-scale vegetable production and the rise of
432 microgreens. **Trends in Food Science & Technology 57**: 103–115.
- 433 Loose LH, Maldaner IC, Heldwein AB, Lucas DDP en Righi EZ (2014) Maximum
434 evapotranspiration and crop coefficient of eggplant cultivated in plastic
435 greenhouse/Evapotranspiracao maxima e coeficiente de cultura da berinjela
436 cultivada em estufa plastica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e
437 Ambiental 18**: 250+.
- 438 Maia MCC, Resende MDV, de Paiva JR, Cavalcanti JJV en de Moura Barros L (2009)
439 Seleção simultânea para produção, adaptabilidade e estabilidade genótípicas em
440 clones de cajueiro, via modelos mistos. **Pesquisa Agropecuária Tropical 39**:
441 43–50.
- 442 Marques DC (2003) Produção da berinjela (*Solanum melongena* L.) irrigada com
443 diferentes lâminas e concentrações de sais na água. Universidade Federal de
444 Lavras.
- 445 Martinelli AP (2013) Métodos AMMI, GGE BIPLLOT, REML/BLUP e análise de fatores
446 na estabilidade e estratificação de ambientes de safrinha para seleção de híbridos
447 de milho.
- 448 Medeiros PRF de, Duarte SN en Dias CTS (2009) Tolerância da cultura do pepino a
449 salinidade em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola
450 e Ambiental 13**: 406–410.
- 451 Meyer RS, Karol KG, Little DP, Nee MH en Litt A (2012) Phylogeographic relationships
452 among Asian eggplants and new perspectives on eggplant domestication.
453 **Molecular Phylogenetics and Evolution 63**: 685–701.
- 454 Mills PJW, Smith IE en Marais G (1989) A greenhouse design for a cool subtropical
455 climate with mild winters based on microclimatic measurements of protected
456 environments. bl 83–94. In **II Workshop on Greenhouse Construction and
457 Design 281**.

- 458 Montemor KA en Malerbo Souza DT (2009) Biodiversidade de polinizadores e biologia
459 floral em cultura de berinjela (*Solanum melongena*). **Zootecnia Tropical** **27**: 97–
460 103.
- 461 Patterson HD en Thompson R (1971) Recovery of inter-block information when block
462 sizes are unequal. **Biometrika** **58**: 545–554.
- 463 Piepho H-P (1997) Analyzing genotype-environment data by mixed models with
464 multiplicative terms. **Biometrics** 761–766.
- 465 Praça JM, Thomaz A en Caramelli B (2004) O suco de berinjela (*Solanum melongena*)
466 não modifica os níveis séricos de lípidos. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**
467 **82**: 269–272.
- 468 Prasad BVG en Chakravorty S (2015) Effects of climate change on vegetable
469 cultivation-a review. *bl* 923–929.
- 470 Rampazzo R, Junior SS, Nunes MCM, da Silva Neves SMA en Ferreira RF (2014)
471 Eficiência de telas termorefloras e de sombreamento em ambiente protegido
472 tipo telado sob temperaturas elevadas. **REVISTA ENGENHARIA NA**
473 **AGRICULTURA-REVENG** **22**: 33–42.
- 474 Regitano Neto A, Ramos Junior EU, Gallo PB, Freitas JG de en Azzini LE (2013)
475 Comportamento de genótipos de arroz de terras altas no estado de São Paulo.
476 **Revista Ciência Agronômica** **44**: 512–519.
- 477 Reis LS, de Azevedo CA V, Albuquerque AW en Junior JFS (2013) Índice de área
478 foliar e produtividade do tomate sob condições de ambiente protegido. **Revista**
479 **Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 386–391.
- 480 Reis LS, Souza JL de, de Azevedo CA V, Lyra GB, Ferreira Junior RA en de Lima VLA
481 (2012) Componentes da radiação solar em cultivo de tomate sob condições de
482 ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**
483 **16**: 739–744.
- 484 Resende MDV de (2002) Genética biométrica e estatística no melhoramento de
485 plantas perenes. Embrapa Informação Tecnológica. **Colombo: Embrapa**
486 **Florestas**.
- 487 Resende MDV de, Furlani-Júnior E, Moraes MLT de en Fazuoli LC (2001) Estimativas

- 488 de parâmetros genéticos e predição de valores genotípicos no melhoramento do
489 cafeeiro pelo procedimento REML/BLUP. **Bragantia 60**: 185–193.
- 490 Resende MDV (2007a) **Matemática e estatística na análise de experimentos e no**
491 **melhoramento genético**. Embrapa Florestas.
- 492 Resende MDV (2007b) Sistema estatístico e seleção genética computadorizada via
493 modelos lineares mistos. **Colombo: Embrapa Florestas, 359p**.
- 494 Resende MDV de; (2004) Métodos estatísticos ótimos na análise de experimentos de
495 campo. **Embrapa Florestas-Documentos (INFOTECA-E)**.
- 496 Ribeiro CS da C, Brune S en Reifschneider FJB (1998) Cultivo da berinjela (*Solanum*
497 *melongena* L.). **Embrapa Hortaliças-Outras publicações técnicas**
498 **(INFOTECA-E)**.
- 499 Rodrigues WP, Vieira HD, Barbosa D, Souza Filho GR en Candido LS (2013)
500 Adaptability and genotypic stability of *Coffea arabica* genotypes based on
501 REML/BLUP analysis in Rio de Janeiro State, Brazil. **Genetics and Molecular**
502 **Research 12**: 2391–2399.
- 503 Rosado AM, Rosado TB, Alves AA, Laviola BG en Bhering LL (2012) Seleção
504 simultânea de clones de eucalipto de acordo com produtividade, estabilidade e
505 adaptabilidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira 47**: 964–971.
- 506 Santos A dos, Ceccon G, Teodoro PE, Correa AM, Alvarez R de CF, Silva JF da en
507 Alves VB (2016) Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijão caupi ereto
508 via REML/BLUP e GGE Biplot. **Bragantia 75**: 299–306.
- 509 Schaeffer LR (2004) Application of random regression models in animal breeding.
510 **Livestock Production Science 86**: 35–45.
- 511 Searle SR, Casella G en McCulloch CE (2009) **Variance components**. John Wiley &
512 Sons.
- 513 Shahbaz M, Mushtaq Z, Andaz F en Masood A (2013) Does proline application
514 ameliorate adverse effects of salt stress on growth, ions and photosynthetic ability
515 of eggplant (*Solanum melongena* L.)? **Scientia horticultrae 164**: 507–511.
- 516 Silva BA, Silva AR da en Pagiuca LG (2014) Cultivo protegido: em busca de mais

- 517 eficiência produtiva. **Hortifruti Brasil 1**: 10–18.
- 518 Silva EM da (2010) Manejo da fertirrigação em ambiente protegido visando o controle
519 da salinidade do solo para a cultura da berinjela. Universidade de São Paulo.
- 520 Silva GO da, Carvalho ADF de, Vieira JV e Benin G (2011) Verificação da
521 adaptabilidade e estabilidade de populações de cenoura pelos métodos AMMI,
522 GGE biplot e REML/BLUP. **Bragantia 70**: 494–501.
- 523 Squilassi MG (2003) Interação de genótipos com ambientes. **Embrapa Tabuleiros**
524 **Costeiros-Livro técnico (INFOTECA-E)**.
- 525 Stehmann JR., Mentz LA., Agra MF., Vignoli-Silva M., Giacomini L. en Rodrigues IMC
526 (2015) Lista de Espécies da Flora do Brasil. **Solanaceae**. Available at
527 <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB225>> Toegang verkry 07
528 April 2019.
- 529 Strasser RJ, Srivastava A en Tsimilli-Michael M (2000) The fluorescence transient as
530 a tool to characterize and screen photosynthetic samples. **Probing**
531 **Photosynthesis: Mechanism, Regulation & Adaptation**.
- 532 Sturion JA en Resende MDV (2005) Seleção de progênies de erva-mate (*Ilex*
533 *paraguariensis* St. Hill.) para a produtividade, estabilidade e adaptabilidade
534 temporal de massa foliar. **Pesquisa Florestal Brasileira 37**.
- 535 Terasawa Jr F, Vencovsky R en Koehler H (2008) Environment and genotype-
536 environment interaction in maize breeding in Paraná, Brazil. **Crop Breeding and**
537 **Applied Biotechnology 8**.
- 538 Torricelli R, Ciancaleoni S en Negri V (2014) Performance and stability of
539 homogeneous and heterogeneous broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*
540 Plenck) varieties in organic and low-input conditions. **Euphytica 199**: 385–395.
- 541 Valadares R de N, Nóbrega DA, Moreira C da S, Silva JA dos S, Mendes AQ, Silva
542 FS, Costa ÍJN en Menezes D (2019) Selection of eggplant genotypes tolerant to
543 high temperatures. **Journal of Experimental Agriculture International 1–10**.
- 544 Weber LC, Amaral-Lopes AC, Boiteux LS en Nascimento WM (2013) Produção e
545 qualidade de sementes híbridas de berinjela em função do número de frutos por
546 planta. **Horticultura Brasileira 31**: 461–466.

547 Yujie Z (2007) Influence of Low Temperature and Weak Light on Growth of Warm-
548 season Vegetables. **Journal of Anhui Agricultural Sciences** 35: 44.

549

550

551

552

553

554

555

556

557

558

559

560

CAPÍTULO II

561

562

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE BERINJELA SOB NÍVEIS DE SOMBREAMENTO E ÉPOCAS DO ANO VIA MODELOS MISTOS

563

564 2. ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE BERINJELA SOB NÍVEIS DE 565 SOMBREAMENTO E ÉPOCAS DO ANO VIA MODELOS MISTOS

566 2.1 RESUMO

567 Este trabalho teve como objetivo avaliar a interação entre genótipos de berinjela e
568 ambientes, utilizando o procedimento BLUP/REML, com a finalidade de identificar
569 genótipos que reúnam, simultaneamente, alta produtividade, adaptabilidades e
570 estabilidades genotípicas. Os experimentos foram conduzidos em duas épocas (Maio-
571 Outubro/2019 e Novembro/2019-Abril/2020) em estufas com três tipos de
572 sombreamento: 1) Sem cobertura ;2) Cobertura com plástico filme difusor de 130
573 Micras e 3) Cobertura com tela superior e lateral preta com 50% de sombreamento. A
574 combinação dos dois fatores (Tipo de sombreamento x Época do ano) deram origem
575 aos seis ambientes avaliados (E1-SC, E1-PD, E1-TS, E2-SC, E2-PD e E2-TS). Em
576 todos os locais foram avaliados 12 genótipos de berinjela, com quatro repetições e a
577 parcela experimental composta por quatro plantas. Foram avaliados quatro
578 caracteres: Índice de Pegamento de Fruto (IPF), Número de frutos por planta (NF),
579 Produção média de frutos por planta em g (PP) e Germinação de grão de pólen *in vitro*
580 (GPV). Para a avaliação da adaptabilidade e estabilidade dos genótipos foram
581 realizadas as análises estatísticas e a estimação dos parâmetros genéticos baseadas
582 em modelos mistos do tipo REML/BLUP, empregando o software SELEGEN e o
583 modelo estatístico 51. De acordo com os resultados obtidos os genótipos 135x60,
584 135x51, 135x141, CNPH 109, 109x60 e 109x141 destacados através do método
585 MHPRVG podem ser utilizados para cultivo em vários ambientes.

586

587 2.2 ABSTRACT

588 This work aimed to evaluate the interaction between eggplant genotypes and
589 environments, using the BLUP / REML procedure, in order to identify genotypes that
590 simultaneously combine high productivity, adaptability and genotypic stability. The
591 experiments were conducted in two seasons (May-October / 2019 and November /
592 2019-April / 2020) in greenhouses with three types of shading: 1) Without cover; 2)
593 Covering with 130 micron diffuser film and 3) Covering with black top and side screen
594 with 50% shading. The combination of the two factors (Shading type x Time of year)
595 gave rise to the six environments evaluated (E1-SC, E1-PD, E1-TS, E2-SC, E2-PD

596 and E2-TS). In all locations, 12 eggplant genotypes were evaluated, with four
597 replications and the experimental plot consisting of four plants. Four characters were
598 evaluated: Fruit Catch Index (IPF), Number of fruits per plant (NF), Average fruit
599 production per plant in g (PP) and In vitro pollen grain germination (GPV). To assess
600 the adaptability and stability of the genotypes, statistical analyzes and the estimation
601 of genetic parameters were carried out based on mixed models of the REML / BLUP
602 type, using the SELEGEN software and the statistical model 51. According to the
603 results obtained, the 135x60 genotypes, 135x51, 135x141, CNPH 109, 109x60 and
604 109x141 highlighted by the MHPRVG method can be used for cultivation in various
605 environments. (Strasser *et al.* 2000)

606

607 **2.3 INTRODUÇÃO**

608 A berinjela (*Solanum melongena* L.) é uma das hortaliças mais conhecidas da
609 família Solanaceae, que inclui o tomate, batata, jiló, pimentas e o pimentão. É uma
610 espécie cultivada predominantemente na Ásia, cuja produção de 2019 foi
611 aproximadamente 93,6% da produção mundial, sendo a China e a Índia os principais
612 produtores (FAO 2019). No Brasil, a produção concentra-se na região Centro-Sul,
613 onde a área cultivada está em torno de 1550 ha/ano (Boiteux *et al.* 2016). Entretanto,
614 não há dados recentes acerca da produtividade e comercialização da berinjela a nível
615 nacional, tal ausência de informações é justificada pela baixa preferência da berinjela
616 nos pratos da culinária brasileira, seja ela pura ou como ingrediente (Delazari *et al.*
617 2019).

618 Esse cenário vem mudando a cada dia, visto que a sociedade vem
619 demonstrando maior interesse em produtos hortícolas de elevada qualidade, com
620 melhores propriedades organolépticas, nutricionais e funcionais (Kyriacou *et al.* 2016,
621 Bisbis *et al.* 2018). Neste quesito, a berinjela destaca-se por seu valor nutricional, com
622 alto teor de sais minerais, vitaminas e fibras. Além disso, também apresenta valor
623 medicinal, uma vez que, possui propriedades que auxiliam no controle dos níveis de
624 colesterol e pressão arterial (Ribeiro *et al.* 1998, Antonini *et al.* 2002, Weber *et al.*
625 2013). Portanto, é um alimento importante para ser inserido numa dieta nutritiva e
626 saudável, podendo ser consumida in natura ou cozida. Os brasileiros consumidores e
627 apreciadores da berinjela demonstram preferência pelo frutos de casca roxa e formato
628 oblongo (Boiteux *et al.* 2016).

629 Para o cultivo da berinjela, as condições climáticas que favorecem seu
630 desenvolvimento estão entre 25 e 35°C para temperatura e 80% para umidade relativa
631 do ar (Ribeiro *et al.* 1998, Adamczewska-Sowińska en Krygier 2013). Contudo,
632 temperatura superior a 32°C causam a redução drástica da produtividade (Baswana
633 *et al.* 2006). No Nordeste, a temperatura ultrapassa facilmente os 32°C,
634 principalmente, no interior de casas de vegetação cobertas com filme difusor, sendo
635 esta uma das formas de cultivo bastante frequente pelos produtores de hortaliças na
636 região. Nestas circunstâncias, quando as altas temperaturas coincidem com a época
637 de florescimento da berinjela, observa-se a má formação e/ou abortamento de frutos,
638 consequentemente redução significativa da produtividade (Valadares *et al.* 2019).

639 Neste caso, é necessário a utilização de materiais capazes de manter a
640 produtividade elevada quando cultivados nesses ambientes em qualquer época do
641 ano. Para a seleção de genótipos superiores de berinjela é importante o
642 conhecimento do desempenho produtivo que as linhagens e/ou híbridos possuem em
643 diferentes ambientes, seja campo ou ambiente protegido, com suas respectivas
644 variações. Além disso, é imprescindível o conhecimento e capitalização da interação
645 entre os genótipos e os ambientes (Santos *et al.* 2016)

646 Através das análises de adaptabilidade e estabilidade é possível verificar o
647 desempenho de um genótipo em relação às variações ambiental (Carvalho *et al.*
648 2017). Dentre os métodos existentes essa estimativa, encontra-se o método
649 REML/BLUP (Máxima Verossimilhança Residual ou Restrita/Melhor Predição Linear
650 Não Viesada). Este método tem como premissa: quanto menor for o desvio-padrão do
651 comportamento genotípico entre dois locais, maior será a média harmônica de seus
652 valores genotípicos entre dois locais. Desta forma, a seleção pelos maiores valores
653 da média harmônica dos valores genotípicos (MHVG) implica simultaneamente
654 seleção para produtividade e estabilidade (Resende 2007b).

655 Para a estimação da adaptabilidade, utiliza-se a performance relativa dos
656 valores genotípicos (PRVG) através dos ambientes. Neste contexto, os valores
657 genotípicos preditos (ou os dados originais) são expressos como proporção da média
658 geral de cada local e, posteriormente, obtém-se o valor médio dessa proporção
659 através dos locais. A seleção simultânea para caracteres ligados à produtividade,
660 estabilidade e adaptabilidade, no contexto dos modelos mistos, pode ser realizada

661 pelo método da média harmônica da performance relativa dos valores genéticos
662 (MHPRVG) preditos (Silva *et al.* 2011, Rosado *et al.* 2012).

663 Diante disto, o presente trabalho teve objetivo estimar a adaptabilidade e
664 estabilidade de genótipos de berinjela sob diferentes tipos de sombreamento e épocas
665 do ano pelo método REML/BLUP, visando gerar informações aos programas de
666 melhoramento genético de berinjela.

667

668 **2.4 MATERIAL E MÉTODOS**

669

670 **2.4.1 Local e delineamento experimental**

671 Os experimentos foram conduzidos em estufas localizadas na Área de
672 Fitotecnia, Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de
673 Pernambuco. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados,
674 contendo 12 tratamentos, sendo representados por 12 genótipos de berinjela, com
675 quatro repetições e a parcela experimental composta por quatro plantas.

676 Os 12 genótipos avaliados foram: quatro acessos pertencentes Centro Nacional
677 de Pesquisa de Hortaliças - EMBRPA (CNPB 60, CNPB 135, CNPB 109 e CNPB
678 410), seis híbridos experimentais (109x141, 135x60, 135x51, 47x60, 135x141 e
679 109x60) e duas cultivares comerciais (Ciça e Embú).

680 Os genótipos foram avaliados em duas épocas, cujas variáveis climáticas
681 encontram-se na figura 1.

- 682 • Maio-Outubro/2019 caracterizada por apresentar temperatura média de
683 24,7°C e 282,4mm de precipitação;
- 684 • Novembro/2019-Abril/2020 caracterizada por apresentar temperatura média
685 de 26,2°C e 121,2mm de precipitação.

686

687 Os experimentos foram avaliados sob três condições de sombreamento:

688 I) Sem cobertura;

689 II) Cobertura com plástico filme difusor de 130 Micras;

690 III) Cobertura com tela superior e lateral preta com 50% de sombreamento.

691

692 A combinação dos dois fatores (Tipo de sombreamento x Época do ano)
693 deram origem aos seis ambientes avaliados neste trabalho:

694 **Ambiente 1-** Época 1 + Sem cobertura (E1-SC)

695 **Ambiente 2-** Época 1 + Cobertura com plástico filme difusor de 130 Micras (E1-PD)

696 **Ambiente 3-** Época 1 + Cobertura com tela superior e lateral preta com 50% de
697 sombreamento (E1-TS)

698 **Ambiente 4-** Época 2 + Sem cobertura (E2-SC)

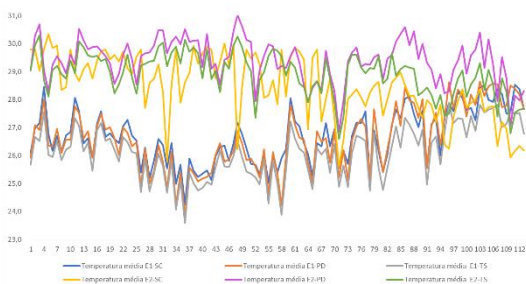
699 **Ambiente 5-** Época 2 + Cobertura com plástico filme difusor de 130 Micras (E2-PD)

700 **Ambiente 6-** Época 2 + Cobertura com tela superior e lateral preta com 50% de
701 sombreamento (E2-TS)

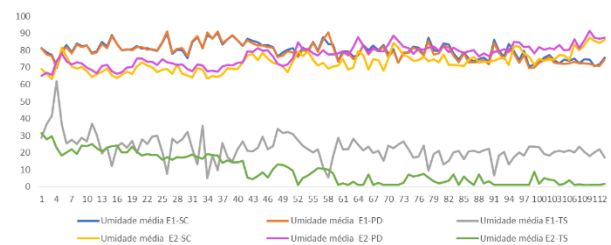
702 Para a caracterização climática dos ambientes foram obtidos os dados de
703 temperatura relativa do ar, umidade relativa do ar e saldo de radiação solar através
704 de um mini datalogger modelo HOBO e pela Estação Meteorológica Automática do
705 Departamento de Tecnologia Rural desta universidade. Dados apresentados nos
706 gráficos 1, 2, 3 e 4.

707

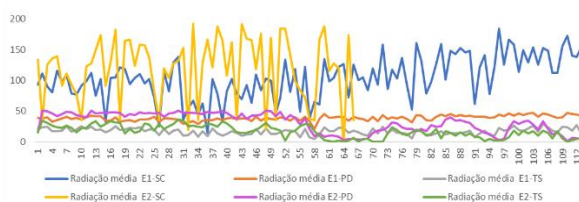
A)



B)



C)



D)

711

712 **Figura 1.** Valores médios da **(A)** Temperatura média (°C), **(B)** Umidade relativa do ar
713 (%), **(C)** Radiação solar (W/m²) e **(D)** Precipitação (mm) nos seis ambientes (três
714 níveis de sombreamento x duas épocas), Recife, UFRPE, 2019.

714

715

716 **2.4.2 Condições de cultivo**

717 A semeadura foi realizada em bandejas de poliestireno expandido de 128
718 células, contendo pó de coco como substrato. As mudas mantidas em estufa fechada
719 lateralmente com tela com 50% de sombreamento em bancada hidropônica

720 Foram realizados dois transplantios: o primeiro, quando as mudas
721 apresentaram quatro folhas definitivas, estas foram acondicionadas em vasos com
722 capacidade de 400 ml. O segundo foi feito após dez dias, quando as mudas
723 apresentaram seis folhas definitivas. As mudas foram acondicionadas em vasos com
724 capacidade de 5,5 L. Em ambos transplantios, o substrato utilizado foi o pó de coco
725 lavado e peneirado.

726 As plantas tiveram suas necessidades nutricionais e hídricas supridas através
727 do sistema hidropônico. O tempo de irrigação adotado foi de acordo com a
728 necessidade hídrica da cultura perante as variações das condições climáticas.

729

730 **2.4.3. Caracteres avaliados**

731 Para verificar o efeito das diferentes intensidades de sombreamento, assim
732 como o efeito da temperatura e luminosidade no desenvolvimento e na produção dos
733 genótipos de berinjela, foram avaliados os seguintes caracteres:

- 734 • Índice de Pegamento de Fruto (IPF) – obtido pela equação: $IPF = \frac{\text{número de frutos}}{\text{número de botões florais}} \times 100$ (da Rocha *et al.* 1990);
- 735
- 736 • Número de frutos por planta (NF) – obtido através de contagem no momento da
737 colheita;
- 738 • Produção média de frutos por planta em g (PP).
- 739 • Germinação de grão de pólen *in vitro* (GPiV) – utilizou-se uma solução contendo
740 7,5 g de sacarose, 500 mg de nitrato de cálcio, 120 mg de sulfato de magnésio,
741 100 mg de nitrato de potássio, 120 mg de ácido bórico e 10 g de Phytigel™,
742 dissolvido em 1000 mL de água destilada. Para cada genótipo foram preparadas
743 4 lâminas contendo duas gotas dessa solução juntamente com os grãos de
744 pólen. Cada lâmina foi observada 24 horas após sua preparação, verificando-se
745 o desenvolvimento dos tubos polínicos com auxílio do microscópio.

746

747 **2.4.4 Avaliação da adaptabilidade e estabilidade**

748 Para a avaliação da adaptabilidade e estabilidade dos genótipos de berinjela
749 foi realizada análise via modelos mistos REML/BLUP através do software Selegen

750 (Resende 2002). Utilizou-se o modelo 51 para avaliação dos maiores valores da média
751 harmônica dos valores genotípicos:

$$752 \quad Y = X_r + Z_g + W_i + e,$$

753 Em que: Y= vetor de dados; r= vetor dos efeitos das combinações repetição
754 local somados à média geral; g=vetor dos efeitos genotípicos; i= vetor dos efeitos da
755 interação genótipos x ambientes; e= vetor de erros. As letras maiúsculas representam
756 as matrizes de incidência para os referidos efeitos. As distribuições e estruturas de
757 médias (E) e variância (Var) assumidas:

$$758 \quad E = \begin{bmatrix} y \\ g \\ c \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xr \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; \quad Var = \begin{bmatrix} g \\ i \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I\sigma_g^2 & 0 & 0 \\ 0 & I\sigma_i^2 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

759

760 O ajuste do modelo foi obtido a partir das equações de modelo misto:

$$761 \quad \begin{bmatrix} X'X & X'Z & X'W \\ Z'X & Z'Z + I\lambda_1 & Z'W \\ W'X & W'Z & W'W + I\lambda_1 \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} \hat{r} \\ \hat{g} \\ \hat{i} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \\ W'y \end{bmatrix}$$

762

763 Em que $\lambda_1 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_g^2} = (1 - h_g^2 - c^2)/h_g^2$; $\lambda_2 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_c^2} = (1 - h_g^2 - c^2)/h_g^2$ em que: $h_g^2 =$
764 $\sigma_g^2 / (\sigma_g^2 + \sigma_c^2 + \sigma_e^2)$ corresponde à herdabilidade individual, no sentido amplo no bloco;
765 $c^2 = \sigma_c^2 / (\sigma_g^2 + \sigma_c^2 + \sigma_e^2)$ corresponde ao coeficiente de determinação dos efeitos da
766 interação genótipo x ambiente; σ_g^2 é a variância genotípica entre os genótipos de
767 berinjelas; σ_c^2 é variância da interação genótipo x ambiente; σ_e^2 é a variância residual
768 entre parcelas.

769 A predição dos valores genotípicos capitalizando-se a interação média nos
770 diferentes ambientes é dada por $\mu^j + g^i + ge^m$, sendo calculada por: $\mu + (\hat{\sigma}^2 g$
771 $+ \hat{\sigma}^2 c / n) / \hat{\sigma}^2 g \times g^i$, em que μ é a média geral de todos os ambientes, n é o
772 número de ambientes e g^i é o efeito genotípico do genótipo i (Resende 2007b). Os
773 valores da MHVG para a avaliação da estabilidade foram obtidos pela equação:
774 $MHVG_i = n / \sum_{j=1}^n (1/V_{gij})$, em que n é o número de ambientes (n = 2) onde se avaliou
775 o genótipo i e V_{gij} é o valor genotípico do genótipo i no ambiente j, expresso como
776 proporção da média desse ambiente (Resende 2007a). Os valores da PRVG para a
777 adaptabilidade foram obtidos segundo a expressão: $PRVG_i = 1/n \times (\sum_{j=1}^n 1/V_{gij})/M_j$,
778 onde M_j é a média dos caracteres avaliados no ambiente j. A seleção conjunta,

779 considerando-se, simultaneamente, os caracteres, a estabilidade e a adaptabilidade,
780 é dada pela estatística MHPRVG: $MHPRVG_i = n / (\sum_{j=1}^n \times 1) / \sqrt{g_{ij}}$.

781 Para avaliação genética pelos maiores valores da média harmônica dos valores
782 genotípicos foi utilizado o método (MHPRVG); conforme descrito por (Resende 2002).
783 Essas análises foram realizadas utilizando o Software Selegen (Resende 2007b).

784

785 2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

786 Na tabela 1, encontram-se os parâmetros genéticos (REML individual) em
787 diferentes ambientes para os caracteres relacionados com a produção dos 12
788 genótipos de berinjela.

789 Os parâmetros coeficiente de variação experimental (C_{Ve}) e acurácia da
790 seleção (AC_{gen}) são utilizados para quantificar a precisão experimental. Neste
791 estudo, tais parâmetros apresentaram valores abaixo de 23% para o C_{Ve} e valores
792 superiores a 93% para a AC_{gen} em todas as características avaliadas. Estas
793 estimativas revelam uma excelente precisão experimental, indicando uma maior
794 segurança e credibilidade na seleção de genótipos superiores em relação às
795 características estudadas (Henderson 1984).

796 Os coeficientes de variação genética individual (CV_{gi}) apresentaram valores
797 alto para IPF (47,73), moderados para NF (25,19%) e PP (27,68%), e baixo para VPIV
798 (8,28%). Os valores indicados para este parâmetro foram superiores ao encontrados
799 para o coeficiente de variação experimental (C_{Ve}) para todas as variáveis, sendo uma
800 característica desejável no processo de seleção (Cruz *et al.* 2014).

801 A herdabilidade da média dos genótipos (h^2_{mg}) é estimada quando se utiliza
802 médias como unidade de seleção e avaliação (Maia *et al.* 2009). Neste caso, as h^2_{mg}
803 foram consideradas de alta magnitude (>82%) para todas as características,
804 possibilitando a seleção dos genótipos com base nas médias genotípicas. Além disso,
805 demonstram que se atingiu um nível alto de precisão, em decorrência da redução dos
806 erros experimentais (Resende *et al.* 2001).

807

808 **Tabela 1.** Parâmetros genéticos (REML individual)
809 considerando os seis ambientes para os caracteres PP –

810 Produção por planta, IPF - índice de pegamento de frutos, NF
 811 – Número de fruto por planta e VPIV - viabilidade polínica *in*
 812 *vitro*, Recife, UFRPE, 2019

Parâmetros	NF	PP	IPF	VPIV
V_g	4.92	461390.78	14.97	44.87
V_{int}	3.60	299358.68	4.91	17.01
V_e	3.53	249577.05	11.32	26.82
V_f	12.53	1042775.71	32.73	92.28
h^2_g	0.86	0.44	0.45	0.48
c^2_{int}	0.28	0.28	0.15	0.18
h^2_{mg}	0.88	0.89	0.92	0.93
A_{cgen}	0.93	0.94	0.96	0.96
r_{gloc}	0.57	0.60	0.75	0.72
$CV_{gi\%}$	25.19	27.68	41.73	8.28
$CV_{e\%}$	13.18	12.55	22.50	3.96
Média	8.80	2453.57	9.27	80.82

813 V_g : variância genotípica; V_{int} : variância da interação genótipo x ambiente; V_e :
 814 variância residual; V_f : variância fenotípica individual; $h^2_g = h^2$: herdabilidade de
 815 parcelas individuais no sentido amplo; $c^2_{int} = c^2_1$: coeficiente de determinação dos
 816 efeitos da interação genótipo x locais; h^2_{mg} : herdabilidade da média de genótipo;
 817 A_{cgen} : acurácia da seleção de genótipos; r_{gloc} : correlação genotípica entre o
 818 desempenho nos vários ambientes; $CV_{gi\%}$: coeficiente de variação genotípica;
 819 $CV_{e\%}$: coeficiente de variação residual.

820

821 A herdabilidade individual no sentido amplo foi de alta magnitude para NF e
 822 média para as variáveis PP, IPF e VPIV. Tais resultados são assegurados com a
 823 observação das variâncias genotípicas, ambientais e fenotípicas. Para todos os
 824 caracteres, as variâncias genotípicas foram superiores às ambientais, demonstrando
 825 que o fenótipo teve menor influência ambiental (Resende *et al.* 2001).

826 Os coeficientes de determinação dos efeitos da interação genótipos x
 827 ambientes (c^2_{gl}) foram de 0,15 para IPF, 0,18 para VPIV e 0,28 para NF e PP. Estes
 828 valores referem-se à proporção da variabilidade fenotípica total explicada pela
 829 interação G x A (Sturion em Resende 2005). Logo, a interação genótipos x ambientes
 830 influenciou mais a variância fenotípica (V_f) para os caracteres NF e PP.

831 Por meio da correlação genotípica entre o desempenho nos vários ambientes
 832 (r_{gloc}), verifica-se a confiabilidade de quão constante será o “ranqueamento” dos
 833 genótipos nos diferentes ambientes testados (Maia *et al.* 2001). Os valores do r_{gloc}
 834 para PP e NF foram considerados intermediários, 0,57 e 0,60, respectivamente.
 835 Nestes casos, encontra-se um nível moderado de interação complexa, ou seja, os
 836 genótipos não tiveram o mesmo comportamento nos diferentes locais onde foram

837 avaliados. Por isso, há a necessidade em considerar a adaptabilidade e estabilidade
838 para fins de seleção. Em contrapartida, para as variáveis IPF e VPIV os valores
839 encontrados foram de 0,75 e 0,72, indicando que os genótipos tiveram o mesmo
840 comportamento nos diferentes ambientes.

841 Na tabela 2, é possível inferir os valores genotípicos preditos sem interferência
842 ($u + g$) e com interferência do ambiente ($u + g + gem$), o ganho e a nova média, além
843 do efeito genotípico (g). Quando os valores do efeito genotípico predito são negativos,
844 há uma indicação de que o genótipo está abaixo da média geral para cada
845 característica. Portanto, recomenda-se que tais genótipos devem ser descartados.
846 Conforme os dados obtidos, os genótipos CNPH 135 e CNPH 60 ficaram abaixo da
847 média para todos os caracteres avaliados (Maia *et al.* 2009).

848 Segundo (Resende 2007b), a metodologia REML/BLUP possibilita o
849 ordenamento dos genótipos potenciais para seleção, desta forma permite a
850 exploração de toda a variação genotípica entre e dentro de progênies para cada
851 caráter separadamente. Neste caso, a avaliação dos ganhos genéticos é realizada a
852 partir da comparação dos seus valores genotípicos preditos livres de interação ($u+g$)
853 e dos valores genotípicos preditos acrescidos da interação média entre ambientes
854 ($u+g+gem$).

855 Na classificação das médias genotípicas preditas ($u+g$) considerando os seis
856 ambientes em conjunto, a cultivar Ciça destaca-se posicionando-se entre os seis
857 genótipos com maior valor de ($u+g$) para todos os caracteres avaliados. Os genótipos
858 CNPH 109, 135x141, 135x51, 135x60 e 109x141 também destacam-se, uma vez que,
859 estão entre os seis melhores genótipos para três características avaliadas. Quando
860 se utiliza as médias genotípicas para ranqueamento dos genótipos, esses podem ser
861 indicados para o cultivo em diferentes locais daqueles avaliados, pois esta estimativa
862 não está acumulando o efeito da interação genótipo x ambiente. Portanto, espera-se
863 desta forma que os genótipos se comportem da mesma maneira em diferentes
864 ambientes (Maia *et al.* 2009).

865 Nota-se também na tabela 2, que a classificação dos 12 genótipos segue a
866 mesma ordem pelos critérios $u+g$ e $u+g+gem$. Entretanto, apesar dessas duas
867 seleções serem idênticas no que se refere aos genótipos selecionados, as predições
868 dos valores genotípicos são maiores em $u+g+gem$. Porém, essa superioridade só será

869 capitalizada se tais genótipos forem plantados em áreas com os mesmos padrões de
870 interação genótipos x ambientes do experimento avaliado. Com isso, as médias
871 genotípicas baseadas em $u + g$ são mais seguras (Castro *et al.* 2018).

872 Na tabela 3, encontra-se o ordenamento dos genótipos considerando os
873 ambientes individuais para todos os caracteres avaliados. Vale salientar que os
874 valores de BLUPs para os ambientes individuais são menos precisos do que os
875 apresentados na tabela 2. O ranqueamento dos genótipos nos ambientes separados,
876 foi distinto para todos os caracteres analisados, porém, o genótipo 135x51 destacou-
877 se posicionando-se entre os cinco melhores genótipos para as variáveis PP, NF e IPF.

878 Os resultados esperados para PP, IPF, NF e VP penalizando ou capitalizando
879 os genótipos de acordo com seu desempenho em relação a estabilidade (MHVG),
880 adaptabilidade (PRVG) e adaptabilidade e estabilidade (MHPRVG) estão na Tabela
881 4.

882 Segundo Cruz *et al.* (2014), a adaptabilidade é a capacidade dos genótipos se
883 beneficiarem ao estímulo do ambiente, desta forma, indica a capacidade dos
884 genótipos responderem de maneira favorável a melhoria do ambiente. Para predição
885 da adaptabilidade de valores genotípicos pode ser utilizado o método PRVG -
886 Performance Relativa dos Valores Genéticos. Nesta metodologia, os valores
887 genotípicos preditos são expressos como proporção da média geral de cada local e,
888 posteriormente, obtém-se o valor médio desta proporção através dos locais (Resende
889 2007a).

890 De acordo com o PRVG, os cinco genótipos que apresentaram maior
891 capacidade adaptativa nos seis ambientes avaliados em ordem decrescente para o
892 caráter PP foram: 135x60, 135x51, 47x60, 135x141 e 109x60; para o caráter IPF:
893 135x141, 135x51, 109x141, 135x60 e CNPH 109; para o caráter NF 135x141, 135x51,
894 CNPH 109, 135x60 e 109x141 e para o caráter VPIV: 410, Ciça F1, 109x60, CNPH
895 109 e 109x141 (Tabela 4). É possível verificar na tabela 2 que o valor genotípico médio
896 nos vários ambientes ($u+g+gem$) gerou resultados muito próximos aos demonstrados
897 acima.

898 A estabilidade está relacionada ao comportamento previsível do genótipo frente
899 as mudanças ambientais (Cruz *et al.* 2014). É possível prever a estabilidade por
900 meio dos valores da MHVG - Média Harmônica dos Valores Genotípicos (Tabela 4).

901 Desta maneira a seleção baseada nesses valores contempla simultaneamente, bom
902 desempenho para os caracteres (PP, IPF, NF e VPIV) e a estabilidade.

903 Segundo esse critério, os cinco genótipos que associaram ambos atributos
904 foram: 135x51, 135x60, 135x141, 47x60 e 109x60 para PP; 135x141, 135x51, 109,
905 135x60 e 109x141 para NF; 410, Ciça F1, 109, 109x60 e 109x141 para VPIV 135 e
906 135x141, Ciça F1, 135x60 e Embú para IPF (Tabela 4). Tais resultados são similares
907 aos valores genotípicos encontrados na Tabela 2, exceto para o IPF. Para essa
908 variável, dos cinco melhores genótipos encontrados para MHVG, o CNPH 135, Ciça
909 F₁ e Embú não estão entre os melhores classificados pela análise conjunta dos valores
910 genotípicos. De modo geral, pode-se notar que os melhores genótipos classificados
911 para MHVG também foram para PRVG.

912 O método MHPRVG - Média Harmônica da Performance Relativa dos Valores
913 Genéticos proposto por Resende (2004) é utilizado para a seleção simultânea por
914 caráter, adaptabilidade e estabilidade (Tabela 4). O método MHPRVG se baseia em
915 valores genotípicos preditos, via modelos mistos, e agrupa, numa única estatística, os
916 três parâmetros facilitando, a seleção de genótipos superiores (Regitano Neto *et al.*
917 2013). A seleção simultânea, considerando-se os três parâmetros, destaca os
918 genótipos 135x60, 135x51, 135x141, CNPH 109, 109x60 e 109x141, visto que tais
919 genótipos encontram-se entre os cinco primeiros para três dos caracteres avaliados
920 (Tabela 4).

921 Houve concordância entre os três métodos para os caracteres PP, NF e GPIV,
922 tornando evidente a ocorrência da manutenção da ordem dos materiais pelos três
923 métodos propostos. Indicando que o PRVG, MHVG e MHPRVG apresentam alto grau
924 de concordância no ordenamento dos materiais. Por isso, os genótipos destacados
925 anteriormente através do método MHPRVG podem ser utilizados para cultivo em
926 vários ambientes, com diferentes interações genótipos x ambientes (Maia *et al.* 2009).

927
928
929
930

Tabela 2. Ordenamento dos genótipos de berinjela, considerando os seis ambientes em conjunto para os caracteres PP – Produção por planta, IPF - índice de pegamento de frutos, NF – Número de fruto por planta e GPIV - viabilidade polínica *in vitro*, Recife, UFRPE, 2019.

Caráter	Ordem	Genótipo	g*	u+g**	Ganho	Nova média	U+g+gem***
NF	1°	135x141	4.38	13.19	4.38	13.19	13.72
	2°	109	1.90	10.71	3.14	11.95	10.94
	3°	135x51	1.84	10.65	2.71	11.52	10.87
	4°	135x60	0.93	9.73	2.26	11.07	9.85
	5°	Ciça	0.32	9.13	1.88	10.68	9.17
	6°	109x141	-0.07	8.72	1.55	10.36	8.71
	7°	Embú	-0.09	8.71	1.31	10.12	8.70
	8°	109x60	-0.49	8.31	1.09	9.89	8.25
	9°	47x60	-1.78	7.01	0.77	9.57	6.80
	10°	60	-2.13	6.67	0.48	9.28	6.41
	11°	135	-2.39	6.41	0.22	9.02	6.12
	12°	410	-2.42	6.37	0.00	8.80	6.08
PP	1°	135x60	827.46	3281.03	827.46	3281.03	3370.51
	2°	135x51	563.48	3017.05	695.47	3149.04	3077.98
	3°	47x60	531.57	2985.14	640.83	3094.40	3042.62
	4°	Ciça	436.40	2889.97	589.72	3043.30	2937.16
	5°	135x141	340.31	2793.88	539.84	2993.41	2830.68
	6°	109x60	261.25	2714.82	493.41	2946.98	2743.08
	7°	109	74.35	2527.92	433.54	2887.12	2535.96
	8°	Embú	66.88	2520.45	387.71	2841.28	2527.68
	9°	135	-448.11	2005.45	294.84	2748.41	1956.99
	10°	109x141	-545.94	1907.62	210.76	2664.33	1848.58
	11°	60	-844.22	1609.34	114.85	2568.42	1518.05
	12°	410	-1263.44	1190.13	0.00	2453.57	1053.50
IPF	1°	135x141	6.57	15.84	6.57	15.84	16.20
	2°	135x51	4.51	13.78	5.54	14.81	14.03
	3°	135x60	2.62	11.89	4.57	13.84	12.04
	4°	109x141	2.15	11.42	3.96	13.23	11.53
	5°	Ciça	2.06	11.33	3.58	12.85	11.44
	6°	109	0.90	10.18	3.14	12.41	10.23
	7°	47x60	-1.79	7.47	2.43	11.70	7.37
	8°	Embú	-1.98	7.28	1.88	11.15	7.17
	9°	109x60	-2.29	6.97	1.41	10.68	6.84
	10°	135	-3.86	5.41	0.88	10.16	5.19
	11°	60	-4.42	4.84	0.40	9.67	4.60
	12°	410	-4.47	4.79	0.00	9.27	4.55
VPIV	1°	410	6.51	87.34	6.51	87.34	87.75
	2°	Ciça	4.16	84.99	5.34	86.16	85.25
	3°	109x60	3.27	84.09	4.65	85.47	84.30
	4°	109	3.23	84.05	4.29	85.12	84.26
	5°	109x141	2.48	83.31	3.93	84.76	83.47
	6°	47x60	2.31	83.14	3.66	84.49	83.28
	7°	Embú	2.24	83.06	3.46	84.28	83.20
	8°	135x60	1.02	81.84	3.15	83.98	81.90
	9°	135x141	0.08	80.90	2.81	83.64	80.91
	10°	60	-1.23	79.59	2.41	83.23	79.51
	11°	135x51	-6.52	74.30	1.59	82.42	73.89
	12°	135	-17.59	63.22	0.00	80.82	62.117

931
932

* efeitos genotípicos preditos; ** médias genotípicas preditas; *** valor genotípico médio nos vários ambientes e capitaliza uma interação média com todos os ambientes.

933 **Tabela 3.** Ordenamento dos genótipos de berinjela, considerando os ambientes individuais para os caracteres PP – Produção
 934 por planta, IPF - índice de pegamento de frutos, NF – Número de fruto por planta e VPIV - viabilidade polínica *in vitro*, Recife, UFRPE,
 935 2019.

Ambiente	Ordem	NF		GPIV		PP		IPF	
		Genótipos	Nova Média	Genótipos	Nova Média	Genótipos	Nova Média	Genótipos	Nova Média
1	1°	135x141	21.28	47x60	89.37	135x60	5858.07	135x51	26.37
	2°	135x51	20.08	109x60	89.35	135x51	5661.12	Ciça	25.66
	3°	109	19.42	410	89.10	Embú	5560.46	135x141	24.96
	4°	Embú	18.94	109	88.52	135x141	5493.19	135x60	24.24
	5°	135x60	18.65	135x60	87.97	47x60	5418.63	109x141	23.55
	6°	Ciça	18.24	Embú	87.60	Ciça	5311.65	109	22.84
	7°	109x60	17.59	109x141	87.11	109x60	5195.63	135	22.09
	8°	60	16.99	60	86.67	109	5105.18	Embú	21.52
	9°	410	16.49	Ciça	86.03	135	4962.53	47x60	21.00
	10°	47x60	16.06	135x141	85.47	60	4826.13	109x60	20.29
	11°	109x141	15.69	135x51	84.29	109x141	4643.80	410	19.71
	12°	135	15.23	135	82.86	410	4460.63	60	19.20
2	1°	135x141	17.79	410	87.84	47x60	4651.23	135x141	21.28
	2°	135x51	16.53	Ciça	87.69	135x60	4613.62	135x51	20.33
	3°	135x60	15.76	109x141	86.52	135x51	4482.08	135x60	18.98
	4°	109	15.18	135x60	85.82	Ciça	4398.14	109	17.77
	5°	Embú	14.69	109	85.11	109x60	4265.10	47x60	17.03
	6°	109x60	14.24	109x60	84.54	135x141	4160.41	Ciça	16.51
	7°	135	13.82	135x141	84.09	Embú	4060.93	109x141	15.93
	8°	Ciça	13.47	135x51	83.66	109	3965.66	Embú	15.48
	9°	47x60	13.19	Embú	83.11	135	3851.01	109x60	14.98
	10°	60	12.94	47x60	82.67	135x141	3751.40	60	14.47
	11°	109x141	12.54	60	82.19	109x141	3590.32	135	14.05
	12°	410	12.20	135	80.69	410	3416.32	410	13.62
3	1°	135x141	3.71	135x141	85.57	135x60	1144.45	135x141	7.65
	2°	135x60	3.70	410	85.39	135x51	996.05	135x51	6.63
	3°	135x51	3.60	Ciça	84.78	109x60	932.15	135x60	5.80
	4°	109x60	3.40	109x141	84.43	47x60	867.80	109x141	5.18
	5°	109	3.23	109x60	84.07	135x141	828.98	109	4.80
	6°	109x141	2.93	109	83.66	109	764.64	109x60	4.15
	7°	47x60	2.68	135x60	83.32	135	697.86	47x60	3.61
	8°	60	2.49	60	82.98	Embú	643.37	135	
	9°	Embú	2.32	47x60	82.70	Ciça	599.99	60	
	10°	135	2.18	Embú	82.47	60	557.84	410	

	11°	Ciça	2.06	135x51	81.84	109x141	523.08	Embú	
	12°	410	1.91	135	79.48	410	471.14	Ciça	
4	1°	135x141	14.82	Embú	85.89	Ciça	4001.49	135x141	20.49
	2°	Ciça	13.75	410	85.51	135x60	3820.62	109x141	18.44
	3°	109	13.29	Ciça	85.26	135x51	3664.04	135x51	17.49
	4°	135x51	12.83	109	84.56	109x60	3538.27	Ciça	16.91
	5°	109x141	12.53	47x60	84.09	47x60	3451.12	135x60	16.45
	6°	135x60	12.01	109x60	83.75	135x141	3374.70	109	15.94
	7°	109x60	11.55	135x60	82.50	109	3296.49	47x60	15.03
	8°	Embú	11.21	60	81.51	Embú	3205.30	109x60	14.33
	9°	410	10.75	109x141	80.60	109x141	3125.31	Embú	13.76
	10°	47x60	10.34	135x141	79.60	135	3033.13	60	13.11
	11°	135	9.94	135x51	78.41	410	2872.85	410	12.50
	12°	60	9.60	135	77.25	60	2719.53	135	11.88
5	1°	135x141	19.80	410	89.32	135x60	4445.17	135x141	14.86
	2°	109	17.82	Ciça	88.57	47x60	4268.76	135x51	14.40
	3°	109x141	16.92	109x141	87.51	Ciça	4125.41	109x141	13.77
	4°	135x51	15.94	109x60	86.72	109x60	4039.45	135x60	13.20
	5°	135x60	15.32	109	86.24	135x51	3958.42	109	12.50
	6°	Ciça	14.85	47x60	85.50	109	3897.25	Ciça	11.71
	7°	109x60	14.29	135x60	84.83	135x141	3845.19	109x60	11.03
	8°	Embú	13.80	Embú	84.29	Embú	3743.74	Embú	10.31
	9°	47x60	13.26	135x141	83.65	109x141	3659.91	47x60	9.64
	10°	60	12.71	60	83.12	135	3498.25	410	9.10
	11°	410	12.23	135x51	82.03	60	3309.86	135	8.59
	12°	135	11.79	135	79.89	410	3134.15	60	8.13
6	1°	135x141	4.92	410	90.39	135x51	951.86	135x141	9.39
	2°	109x141	4.39	109x141	90.37	135x141	904.23	109x141	6.56
	3°	109	4.05	135x141	89.94	109x141	816.65	135x51	5.46
	4°	135x51	3.85	109	89.48	47x60	766.10	109	4.48
	5°	Embú	3.43	Embú	89.17	Ciça	734.22	135	3.03
	6°	Ciça	3.15	47x60	88.84	109	709.09	136x60	
	7°	135x60	2.91	Ciça	88.56	135x60	687.73	Ciça	
	8°	135	2.72	109x60	88.20	Embú	661.81	109x60	
	9°	109x60	2.56	135x60	87.83	109x60	641.52	47x60	
	10°	47x60	2.39	60	87.29	135	621.65	60	
	11°	410	2.24	135x51	86.36	60	566.72	410	
	12°	60	2.09	135	84.74	410	519.63	Embú	

937 **Tabela 4.** Estabilidade de valores genotípicos (MHVG), adaptabilidade de valores genotípicos (PRVG), estabilidade e
 938 adaptabilidade de valores genotípicos (MHPRVG) de genótipos de berinjela para os caracteres PP, IPF e VP. Recife, UFRPE,
 939 2019.

Genótipos	PP (g)			IPF (%)			NF			GPIV(%)		
	PRVG	MHVG	MHPRVG	PRVG	MHVG	MHPRVG	PRVG	MHVG	MHPRVG	PRVG	MHVG	MHPRVG
135	0.77	837.02	0.76	-0.06	18.08	0.73	0.66	2.61	0.63	0.76	61.65	0.76
47x60	1.26	1468.29	1.25	0.68	1.60	0.49	0.70	2.51	0.66	1.03	83.12	1.02
410	0.27	9.97	0.01	0.60	6.91	0.59	0.55	0.82	0.31	1.08	87.70	1.08
60	0.48	91.68	0.15	0.60	6.20	0.56	0.62	1.51	0.47	0.98	79.39	0.98
109	1.03	1169.47	1.03	1.29	4.80	1.23	1.31	6.22	1.29	1.04	84.19	1.04
109x60	1.18	1363.33	1.13	0.74	3.37	0.71	0.96	3.99	0.90	1.04	84.22	1.04
109x141	0.78	677.63	0.67	1.76	7.15	1.42	1.09	4.56	0.96	1.03	83.14	1.03
135x60	1.48	1690.23	1.39	1.45	9.91	1.36	1.17	4.78	1.07	1.01	81.74	1.01
135x51	1.41	1861.09	1.36	2.04	8.46	1.76	1.35	6.79	1.31	0.91	73.61	0.91
135x141	1.25	1607.33	1.22	3.36	13.55	2.05	1.72	8.65	1.67	1.00	80.48	0.99
Çiça	1.11	914.28	1.00	1.13	13.01	1.11	0.94	2.96	0.84	1.05	85.18	1.05
Embú	0.93	845.77	0.88	0.80	9.14	0.79	0.89	3.18	0.84	1.02	83.06	1.02

940

941

942 **2.6 CONCLUSÕES**

943 Os métodos PRVG, MHVG e MHPRVG tiveram alto grau de concordância no
944 ranqueamento dos genótipos de berinjela.

945 A metodologia MHPRVG, única realizada que permite o estudo da
946 adaptabilidade e estabilidade genotípica, possibilitou a recomendação de genótipos
947 para a rede experimental, bem como para cada ambiente isolado.

948 Os genótipos com melhor desempenho produtivo, adaptabilidade e estabilidade
949 nos ambientes avaliados foram 135x60, 135x51, 135x141, CNPH 109, 109x60 e
950 109x141 para os caracteres PP, NF e IPF.

951

952 **2.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

953 Adamczewska-Sowińska K en Krygier M (2013) Yield quantity and quality of field
954 cultivated eggplant in relation to its cultivar and the degree of fruit maturity. **Acta**
955 **Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus 12**: 13–23.

956 Antonini ACC, Robles WGR, Tessarioli Neto J en Kluge RA (2002) Capacidade
957 produtiva de cultivares de berinjela. **Horticultura Brasileira 20**: 646–648.

958 Baswana KS, Dahiya MS, Kalloo G, Sharma NK, Dhankhar BS en Dudi BS (2006)
959 Brinjal HLB-25: a high temperature tolerant variety. **Haryana Journal of**
960 **Horticultural Sciences 35**: 318–319.

961 Bisbis MB, Gruda N en Blanke M (2018) Potential impacts of climate change on
962 vegetable production and product quality – A review. **Journal of Cleaner**
963 **Production 170**: 1602–1620.

964 Boiteux L, Mendonça L, Fonseca M, Reis A, Vilela N, González-Arcos M en
965 Nascimento M (2016) Melhoramento de berinjela. Viçosa, bl 15–192. In Editora
966 UFV (red) **Melhoramento de Hortaliças**.

967 Carvalho ADF, Silva GO en Resende F V (2017) Adaptabilidade e estabilidade de
968 populações de cenoura pelo método REML/BLUP. **Horticultura Brasileira 35**:
969 69–74.

970 Castro CA de O, Nunes ACP, dos Santos OP, Resende RT, dos Santos GA, de
971 Resende MDV en Cruz CD (2018) Comportamento da interação genótipos por
972 locais aos três e nove anos em clones de eucalipto. **Embrapa Florestas-Artigo**
973 **em periódico indexado (ALICE)**.

974 Cruz CD, Regazzi AJ en Carneiro PCS (2014) **Modelos biométricos aplicados ao**
975 **melhoramento genético**.

976 da Rocha AC, Tavares ED, Sandrini M, Paiva R en de Carvalho SA (1990) Época e
977 intensidade de florescimento e pegamento de frutos segundo a distribuição pelos

- 978 quadrantes em laranjeiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira 25**: 85–88.
- 979 Delazari F, SILVA D, PIKANÇO M en GOMIDE E (2019) Berinjela (*Solanum*
980 *melongena* L.). Belo Horizonte, bl 180–185. In **101 Culturas – Manual de**
981 **Tecnologias Agrícolas**.
- 982 FAO (2019) Food and agriculture organization of the United Nations. Available at
983 <<http://www.fao.org/faostat>> Toegang verkry 13 April 2020.
- 984 Henderson CR (1984) Applications of linear models in animal breeding. **Guelph:**
985 **University of Guelph**.
- 986 Kyriacou MC, Rouphael Y, Di Gioia F, Kyrtzis A, Serio F, Renna M, De Pascale S en
987 Santamaria P (2016) Micro-scale vegetable production and the rise of
988 microgreens. **Trends in Food Science & Technology 57**: 103–115.
- 989 Maia MCC, Resende MDV, de Paiva JR, Cavalcanti JJV en de Moura Barros L (2009)
990 Seleção simultânea para produção, adaptabilidade e estabilidade genóticas em
991 clones de cajueiro, via modelos mistos. **Pesquisa Agropecuária Tropical 39**:
992 43–50.
- 993 Regitano Neto A, Ramos Junior EU, Gallo PB, Freitas JG de en Azzini LE (2013)
994 Comportamento de genótipos de arroz de terras altas no estado de São Paulo.
995 **Revista Ciência Agronômica 44**: 512–519.
- 996 Resende MDV de (2002) Genética biométrica e estatística no melhoramento de
997 plantas perenes. Embrapa Informação Tecnológica. **Colombo: Embrapa**
998 **Florestas**.
- 999 Resende MDV de, Furlani-Júnior E, Moraes MLT de en Fazuoli LC (2001) Estimativas
1000 de parâmetros genéticos e predição de valores genóticos no melhoramento do
1001 cafeeiro pelo procedimento REML/BLUP. **Bragantia 60**: 185–193.
- 1002 Resende MDV (2007a) **Matemática e estatística na análise de experimentos e no**
1003 **melhoramento genético**. Embrapa Florestas.
- 1004 Resende MDV (2007b) Sistema estatístico e seleção genética computadorizada via
1005 modelos lineares mistos. **Colombo: Embrapa Florestas, 359p**.
- 1006 Resende MDV de; (2004) Métodos estatísticos ótimos na análise de experimentos de
1007 campo. **Embrapa Florestas-Documents (INFOTECA-E)**.
- 1008 Ribeiro CS da C, Brune S en Reifschneider FJB (1998) Cultivo da berinjela (*Solanum*
1009 *melongena* L.). **Embrapa Hortaliças-Outras publicações técnicas**
1010 **(INFOTECA-E)**.
- 1011 Rosado AM, Rosado TB, Alves AA, Laviola BG en Bhering LL (2012) Seleção
1012 simultânea de clones de eucalipto de acordo com produtividade, estabilidade e
1013 adaptabilidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira 47**: 964–971.
- 1014 Santos A dos, Ceccon G, Teodoro PE, Correa AM, Alvarez R de CF, Silva JF da en
1015 Alves VB (2016) Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijão caupi ereto
1016 via REML/BLUP e GGE Biplot. **Bragantia 75**: 299–306.
- 1017 Silva GO da, Carvalho ADF de, Vieira JV en Benin G (2011) Verificação da

- 1018 adaptabilidade e estabilidade de populações de cenoura pelos métodos AMMI,
1019 GGE biplot e REML/BLUP. **Bragantia 70**: 494–501.
- 1020 Strasser RJ, Srivastava A en Tsimilli-Michael M (2000) The fluorescence transient as
1021 a tool to characterize and screen photosynthetic samples. **Probing**
1022 **Photosynthesis: Mechanism, Regulation & Adaptation**.
- 1023 Sturion JA en Resende MDV (2005) Seleção de progênies de erva-mate (*Ilex*
1024 *paraguariensis* St. Hill.) para a produtividade, estabilidade e adaptabilidade
1025 temporal de massa foliar. **Pesquisa Florestal Brasileira 37**.
- 1026 Valadares R de N, Nóbrega DA, Moreira C da S, Silva JA dos S, Mendes AQ, Silva
1027 FS, Costa ÍJN en Menezes D (2019) Selection of eggplant genotypes tolerant to
1028 high temperatures. **Journal of Experimental Agriculture International 1–10**.
- 1029 Weber LC, Amaral-Lopes AC, Boiteux LS en Nascimento WM (2013) Produção e
1030 qualidade de sementes híbridas de berinjela em função do número de frutos por
1031 planta. **Horticultura Brasileira 31**: 461–466.
- 1032