



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO FITOTECNIA  
DOUTORADO EM FITOTECNIA

BERNARDO BEZERRA DE ARAÚJO JUNIOR

**ESTIMATIVA DO NÚMERO DE REPETIÇÕES E MEDIDAS DE PRECISÃO EM  
EXPERIMENTOS COM MELÃO**

MOSSORÓ

2020

BERNARDO BEZERRA DE ARAÚJO JUNIOR

**ESTIMATIVA DO NÚMERO DE REPETIÇÕES E MEDIDAS DE PRECISÃO EM  
EXPERIMENTOS COM MELÃO**

Tese apresentada ao Doutorado em Fitotecnia do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Agronomia: Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Melhoramento Genético

Orientador: Glauber Henrique de Sousa Nunes, Prof. D.Sc.

Co-orientador: Stefeson Bezerra de Melo, Prof. D.Sc.

MOSSORÓ

2020

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)  
Setor de Informação e Referência (SIR)

A658e Araújo Junior, Bernardo Bezerra de.  
Estimativa do número de repetições e medidas de  
precisão em experimentos com melão / Bernardo  
Bezerra de Araújo Junior. - 2020.  
68 f. : il.

Orientador: Glauber Henrique de Sousa Nunes.  
Coorientador: Stefeson Bezerra de Melo.  
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural  
do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em  
Fitotecnia, 2020.

1. Cucumis melo L.. 2. Planejamento  
experimental. 3. Repetibilidade. 4. Acurácia  
Seletiva. 5. Determinação genotípica. I. Nunes,  
Glauber Henrique de Sousa, orient. II. Melo,  
Stefeson Bezerra de , co-orient. III. Título.

Bibliotecário-Documentalista  
Nome do profissional, Bib. Me. (CRB-15/10.000)

BERNARDO BEZERRA DE ARAÚJO JUNIOR

**ESTIMATIVA DO NÚMERO DE REPETIÇÕES E MEDIDAS DE PRECISÃO EM  
EXPERIMENTOS COM MELÃO**

Tese apresentada ao Doutorado em Agronomia/Fitotecnia do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Agronomia: Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Melhoramento Genético

Defendida em: 14 / 12 / 2020.

**BANCA EXAMINADORA**

Glauber Henrique de Sousa Nunes

Glauber Henrique de Sousa Nunes, Prof. D.Sc. (UFERSA)  
Presidente

Stefeson B.M.

Stefeson Bezerra de Melo, Prof. D.Sc. (UFERSA)  
Membro Examinador

Lindomar Maria da Silveira

Lindomar Maria da Silveira, Profª D.Sc. (UFERSA)  
Membro Examinador

FASB

Fernando Antonio Souza de Aragão, D.Sc. (Embrapa)  
Membro Examinador

Valdivia de Fátima Lima de Sousa

Valdivia de Fátima Lima de Sousa, D.Sc.  
Membro Examinador

Anânkia de Oliveira Ricarte Marinho

Anânkia de Oliveira Ricarte Marinho, D.Sc.  
Membro Examinador

*Aos meus pais, Bernardo Bezerra de Araújo e  
Erineide Gomes da Cruz, pelo apoio  
incondicional em toda minha vida acadêmica; e à  
minha esposa, Ana Clara, pelo companheirismo.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pai, criador de todas as coisas, que, por sua infinita misericórdia, me permitiu chegar até aqui. Por Ele e para Ele são todas as coisas; glória, pois, a Ele eternamente.

Aos meus pais, Bernardo Bezerra de Araújo e Erineide Gomes da Cruz que, mesmo diante das mais diversas adversidades da vida, nunca mediram esforços para me permitir o acesso à educação. A eles devo tudo que tenho e sou.

À minha esposa Ana Clara que esteve sempre me apoiando em toda essa fase do doutorado, renovando minhas forças e ânimo para jamais desistir.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido por toda contribuição em minha formação acadêmica desde a graduação, e ao programa de Pós-Graduação em Fitotecnia por me permitir cursar o doutorado.

Ao Instituto Federal do Rio Grande do Norte, onde sou professor desde o ano de 2010, que me permitiu ter todas as condições necessárias para cursar e concluir o doutorado.

Ao meu orientador, o Prof<sup>o</sup>. D.Sc. Glauber Henrique de Sousa Nunes, por toda dedicação, tempo e confiança depositados em mim, contribuindo de forma extraordinária no meu crescimento acadêmico e profissional.

Ao professor D.Sc. Stefeson Bezerra de Melo que, como co-orientador, me auxiliou durante todo o período do doutorado, contribuindo significativamente para a construção deste trabalho.

A todos os estudantes membros do GERMEV, sempre prestativos e atenciosos em todos os momentos que precisei.

Aos membros da banca que se dispuseram a participar desse momento e, também, contribuir na avaliação e enriquecimento deste trabalho.

A todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para que eu pudesse cursar e concluir este doutorado, o meu muito obrigado.

Você deve estar sempre aprendendo, a partir da experiência dos outros ou de sua própria experiência, da leitura, da reflexão, para fazer tudo o que você precisa fazer melhor hoje do que fez ontem. E procure praticar aquilo que aprendeu, para que você possa fazer o melhor em tudo o que estiver em suas mãos.

John Wesley

## RESUMO

ARAÚJO JUNIOR, Bernardo Bezerra de. **Estimativa do número de repetições e medidas de precisão em experimentos com melão**. 2020. 68f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2020.

A determinação do número de repetições constitui-se em etapa importante do planejamento experimental por estar diretamente relacionado à precisão. Como o coeficiente de variação, estatística comumente utilizada como ferramenta para avaliação da precisão experimental, não sofre efeito do número de repetições, novas estatísticas têm sido propostas para avaliar a precisão experimental. Diante do exposto, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de determinar o número de medições (repetições) necessárias para avaliar os caracteres de produtividade e sólidos solúveis em híbridos de melão, e ainda testar outras estatísticas, além do coeficiente de variação, visando a possibilidade de serem utilizadas para o controle ou monitoramento da qualidade dos experimentos. O estudo foi composto de doze ensaios com dez híbridos de melão tipo Honey Dew, oito ensaios com treze híbridos do melão Amarelo, nove ensaios com oito híbridos do melão Pele de sapo, nove ensaios avaliando oito híbridos do tipo Cantaloupe, e doze ensaios avaliando nove híbridos do tipo Gália, totalizando cinquenta experimentos. Todos os ensaios foram conduzidos no estado do Rio Grande do Norte, utilizando o delineamento experimental em blocos casualizados com três repetições. Ensaios com três repetições possibilitaram a identificação de genótipos superiores com mais de 80% de exatidão na predição de seu valor real para produtividade no melão tipo Amarelo, e para produtividade e sólidos solúveis nos tipos Cantaloupe e Gália. Os menores valores na predição do valor real dos genótipos, utilizando três repetições, foram observados no melão tipo Pele de sapo, permitindo identificar genótipos superiores em relação a produtividade e sólidos solúveis com 46,6% e 42,0%, respectivamente, de exatidão no prognóstico de seu valor real, necessitando de um maior número de repetição para maior precisão. Com relação à avaliação das estatísticas de precisão experimental, observou-se que a utilização apenas do coeficiente de variação foi inadequada, pois essa estatística não considera o nível de variação genotípica expressa no caráter, tanto para produtividade, quanto para sólidos solúveis em melão. Por meio da utilização da acurácia seletiva e do valor do teste F para genótipos, observou-se que ensaios mais precisos, para produtividade, estão associados a maiores variâncias genéticas e menores variâncias residuais, e independem da média. Para sólidos solúveis, mesmo com acurácia seletiva e valor do teste F para genótipo não sendo independentes da média, o que também foi observado em relação ao coeficiente de variação, essas mostraram-se mais adequadas para avaliação da qualidade dos ensaios pelo fato de contemplarem a variabilidade genética.

**Palavras-chave:** *Cucumis melo* L.. Planejamento experimental. Repetibilidade. Acurácia seletiva. Determinação genotípica.



## ABSTRACT

ARAÚJO JUNIOR, Bernardo Bezerra de. **Estimated number of replications and precision measurements in experiments with melon crop.** 2020. 68p. Thesis (Doctorate in Phytotechny) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2020.

The determination of the number of replications constitutes an important stage of the experimental planning because it is directly related to the precision. As the coefficient of variation, a statistic commonly used as a tool for evaluating experimental precision, does not depend on the number of replications, new statistics have been proposed for this purpose. This study was carried with the objective of determining the number of evaluations (replications) necessary to evaluate the characters of productivity and soluble solids in melon hybrids, and were tested the adequacy of the statistics as measures of experimental precision. The study was composed of twelve trials with ten hybrids of Honey Dew melon, eight trials with thirteen hybrids of Yellow melon, nine trials with eight hybrids of Piel del Sapo melon, nine trials evaluating eight hybrids of the Cantaloupe type, and twelve trials evaluating nine hybrids of the Galia melon, totaling fifty experiments. All trials were conducted in the Rio Grande do Norte State, using a randomized block design with three replications. Trials with three repetitions made it possible to identify superior genotypes with more than 80% accuracy in predicting their real value for productivity in the Yellow type, and for productivity and soluble solids in the types Cantaloupe and Galia. The lowest values in the prediction of the real value of the genotypes, using three replicates, were observed in the melon Piel del Sapo type, allowing to identify superior genotypes in relation to productivity and soluble solids, respectively, with precision of 46.6% and 42.0% in the prognosis of real value, requiring a greater number of repetitions for greater prediction. Regarding the evaluation of experimental precision statistics, it was observed that the use of the variation coefficient alone is inadequate, as this statistic does not consider the level of genotypic variation expressed in the character, both for productivity and for soluble solids in melon. Through the use of selective accuracy and the value of the F test for genotypes, it was observed that more precise trials, for productivity, are associated with greater genetic variances and smaller residual variances, and are independent of the mean. For soluble solids, the selective accuracy and F test value for genotype proved to be more adequate for evaluating the quality of the trials because they contemplate the genetic variability.

**Keywords:** *Cucumis melo* L.. Experimental planning. Repeatability. Selective accuracy. Genotypic determination.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Estimativa dos coeficientes de determinação genotípico ( $R^2$ ) em função do número de medições/repetições (J), com base no coeficiente de repetibilidade (r) médio de 12 ensaios de avaliação de produtividade (A) e sólidos solúveis (B) de 10 genótipos de melão amarelo. Mossoró-RN, 2020. ....35
- Figura 2. Estimativa dos coeficientes de determinação genotípico ( $R^2$ ) em função do número de medições/repetições (J), com base no coeficiente de repetibilidade  $\bar{r}$  médio de 8 ensaios de avaliação de produtividade (A) e sólidos solúveis (B) de 13 híbridos de melão Amarelo. Mossoró-RN, 2020. ....39
- Figura 3. Estimativa dos coeficientes de determinação genotípico ( $R^2$ ) em função do número de medições/repetições (J), com base no coeficiente de repetibilidade (r) médio de 9 ensaios de avaliação de produtividade (A) e sólidos solúveis (B) de 8 genótipos de melão pele de sapo. Mossoró-RN, 2020. ....42
- Figura 4. Estimativa dos coeficientes de determinação genotípico ( $R^2$ ) em função do número de medições/repetições (J), com base no coeficiente de repetibilidade (r) médio de 9 ensaios de avaliação de produtividade (A) e sólidos solúveis (B) de 8 genótipos de melão cantaloupe. Mossoró-RN, 2020. ....45
- Figura 5. Estimativa dos coeficientes de determinação genotípico ( $R^2$ ) em função do número de medições/repetições (J), com base no coeficiente de repetibilidade (r) médio de 12 ensaios de avaliação de produtividade (A) e sólidos solúveis (B) de 9 genótipos de melão Gália. Mossoró-RN, 2020. ....49

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Número de híbridos, locais e anos para cada tipo de melão estudado. Mossoró-RN, 2020.....	28
Tabela 2. Resumo da análise de variância contendo graus de liberdade (GL) e o quadrado médio para as fontes de variação (FV), média, coeficiente de variação experimental (CV), valor do teste F para genótipo (FG), acurácia seletiva (AS) e precisão experimental <sup>(1)</sup> para produtividade e sólidos solúveis de 10 híbridos de melão Honey Dew avaliados em 12 experimentos.. Mossoró-RN, 2020.....	31
Tabela 3. Estimativas dos coeficientes de repetibilidade (r), dos coeficientes de determinação genotípicos (R <sup>2</sup> ) e do número de medições (repetições) (J) <sup>(1)</sup> associado a diferentes R <sup>2</sup> para produtividade e sólidos solúveis de 10 genótipos de melão Honey Dew, avaliados em 12 experimentos. Mossoró-RN, 2020.....	34
Tabela 4. Resumo da análise de variância contendo graus de liberdade (GL) e o quadrado médio para as fontes de variação (FV), média, coeficiente de variação experimental (CV), valor do teste F para genótipo (F <sub>G</sub> ), acurácia seletiva (AS) e precisão experimental <sup>(1)</sup> para produtividade de 13 híbridos de melão Amarelo, avaliados em 8 experimentos. Mossoró-RN, 2020.....	36
Tabela 5. Estimativas dos coeficientes de repetibilidade (r), dos coeficientes de determinação genotípicos (R <sup>2</sup> ) e do número de medições (repetições) (J) <sup>(1)</sup> associado a diferentes R <sup>2</sup> para produtividade e sólidos solúveis de 13 genótipos de melão Amarelo, avaliados em 8 experimentos. Mossoró-RN, 2020.....	37
Tabela 6. Resumo da análise de variância contendo graus de liberdade (GL) e o quadrado médio para as fontes de variação (FV), média, coeficiente de variação experimental (CV), valor do teste F para genótipo (FG), acurácia seletiva (AS) e precisão experimental <sup>(1)</sup> para produtividade de 8 híbridos de melão Pele de Sapo, avaliados em 9 experimentos. Mossoró-RN, 2020.....	39
Tabela 7. Estimativas dos coeficientes de repetibilidade (r), dos coeficientes de determinação genotípicos (R <sup>2</sup> ) e do número de medições (repetições) (J) <sup>(1)</sup> associado a diferentes R <sup>2</sup> para produtividade e sólidos solúveis de 8 híbridos de melão Pele de Sapo, avaliados em 9 experimentos. Mossoró-RN, 2020.....	41
Tabela 8. Resumo da análise de variância contendo graus de liberdade (GL) e o quadrado médio para as fontes de variação, média, coeficiente de variação experimental (CV), valor do teste F para genótipo (F <sub>G</sub> ), acurácia seletiva (AS) e precisão experimental <sup>(1)</sup> para produtividade e sólidos solúveis de 8 híbridos de melão Cantaloupe, avaliados em 9 experimentos. Mossoró-RN, 2020.....	43
Tabela 9. Estimativas dos coeficientes de repetibilidade (r), dos coeficientes de determinação genotípicos (R <sup>2</sup> ) e do número de medições (repetições) (J) <sup>(1)</sup> associado a diferentes R <sup>2</sup> para	

produtividade e sólidos solúveis de 8 híbridos de melão Cantaloupe, avaliados em 9 experimentos. Mossoró-RN, 2020.....	44
Tabela 10. Resumo da análise de variância contendo graus de liberdade (GL) e o quadrado médio para as fontes de variação, média, coeficiente de variação experimental (CV), valor do teste F para genótipo ( $F_G$ ), acurácia seletiva (AS) e precisão experimental <sup>(1)</sup> para produtividade de 9 genótipos de melão Gália, avaliados em 12 experimentos. Mossoró-RN, 2020.....	46
Tabela 11. Estimativas dos coeficientes de repetibilidade (r), dos coeficientes de determinação genotípicos ( $R^2$ ) e do número de medições (repetições) ( $J$ ) <sup>(1)</sup> associado a diferentes $R^2$ para produtividade e sólidos solúveis de 9 híbridos de melão tipo Gália, avaliados em 12 experimentos. Mossoró-RN, 2020.....	48
Tabela 12. Número de genótipos, locais e anos para cada tipo de melão estudado. Mossoró-RN, 2020.....	57
Tabela 13. Média, mínimo e máximo, desvio padrão, coeficiente de variação (CV) e valor p do teste de normalidade de Kolmogorov Smirnov das estatísticas dos dados de produtividade e sólidos solúveis de 50 ensaios com melão. Mossoró-RN, 2020.....	59
Tabela 14. Coeficientes de correlação de Pearson entre as estatísticas de 50 ensaios com melão, em relação à produtividade e ao teor de sólidos solúveis. Mossoró-RN, 2020. ....	61
Tabela 15. Estimativa dos coeficientes de correlação de Pearson e respectivas estimativas dos efeitos diretos e indiretos das estatísticas quadrado médio do genótipo ( $QM_G$ ), quadrado médio do erro ( $QM_E$ ) e média geral do ensaio (m) sobre as estatísticas coeficiente de variação (CV), diferença mínima significativa (DMS) pelo teste Tukey a 5% de probabilidade em percentagem de média, valor do teste F para genótipo ( $F_G$ ) e acurácia seletiva (AS) para os dados de produtividade de 50 ensaios com melão. Mossoró-RN, 2020.....	62
Tabela 16. Estimativa dos coeficientes de correlação de Pearson e respectivas estimativas dos efeitos diretos e indiretos das estatísticas quadrado médio do genótipo ( $QM_G$ ), quadrado médio do erro ( $QM_E$ ) e média geral do ensaio (m) sobre as estatísticas coeficiente de variação (CV), diferença mínima significativa (DMS) pelo teste Tukey a 5% de probabilidade em percentagem de média, valor do teste F para genótipo ( $F_G$ ) e acurácia seletiva (AS) para os dados de sólidos solúveis de 50 ensaios com melão. Mossoró-RN, 2020.....	64

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>12</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
2.1 A CULTURA DO MELOEIRO .....	14
2.2 MELHORAMENTO GENÉTICO DO MELÃO.....	16
2.3 ESTIMATIVA DO NÚMERO DE REPETIÇÕES .....	17
2.4 ESTATÍSTICAS DE PRECISÃO EXPERIMENTAL .....	19
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>21</b>
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>24</b>
<b>ESTIMATIVA DO NÚMERO DE REPETIÇÕES PARA AVALIAÇÃO DE PRODUTIVIDADE E SÓLIDOS SOLÚVEIS EM EXPERIMENTOS COM MELÃO.</b>	<b>24</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>26</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>28</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>31</b>
3.1 MELÃO HONEY DEW .....	31
3.2 MELÃO AMARELO .....	36
3.3 MELÃO PELE DE SAPO.....	39
3.4 MELÃO CANTALOUPE .....	42
3.4 MELÃO GÁLIA .....	46
<b>4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>50</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>51</b>
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>53</b>
<b>QUALIDADE EXPERIMENTAL DE ENSAIOS COM MELÃO PARA AVALIAÇÃO DE PRODUTIVIDADE E SÓLIDOS SOLÚVEIS.....</b>	<b>53</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>55</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>57</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>59</b>
<b>4 CONCLUSÃO.....</b>	<b>66</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>67</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O melão é uma olerácea cultivada em aproximadamente 100 países, sendo a China o maior produtor, onde no ano de 2012 o volume produzido representou mais de 50% da produção mundial. Nesse mesmo ano o Brasil figurou entre os 10 maiores produtores da fruta, ocupando a 9ª posição com um volume produzido de aproximadamente 590 mil toneladas, representando cerca de 1,9% da produção mundial (Celin et al., 2014; Oliveira et al., 2017). No ano de 2019 o melão teve no Brasil uma área cultivada de 22,3 mil hectares, com produção de 587,7 mil toneladas, o que representou uma produtividade média de 26,6 toneladas por hectare (IBGE, 2019).

Antes da implantação dos plantios comerciais no Brasil, o melão comercializado advinha principalmente do Chile e da Espanha. Os primeiros cultivos comerciais no Brasil se deram nos estados de São Paulo, Pará e Rio Grande do Sul, e a produção destinava-se ao mercado local (Oliveira et al., 2017). A introdução nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará se deu na década de 80 e esses estados, atualmente, respondem por mais de 90% do cultivo comercial da cultura no país, nos quais o melão produzido é destinado principalmente para exportação, sendo o mercado europeu o responsável por absorver 90% das exportações brasileiras (Celin et al., 2014; Petry et al., 2019). Nos últimos anos houve um aumento significativo das exportações de melão, tendo o volume exportado aumentado, entre os anos de 2002 e 2012, em mais de 200%, fazendo do melão a fruta fresca com maior volume de exportação (Oliveira et al., 2017).

Em virtude de o Rio Grande do Norte e o Ceará serem os principais estados produtores e exportadores da fruta no Brasil, a cultura do melão tornou-se de grande importância nessa região. Com isso, a cada ano são introduzidas novas cultivares de melão no Brasil, especialmente na região Nordeste. Há centenas de cultivares comerciais de melão desenvolvidos em diversos países, sendo várias comercializadas no Brasil (Fontes e Puiatti, 2019).

A recomendação de uma cultivar para cultivo em uma determinada região passa, obrigatoriamente, pela etapa de experimentos de campos, que devem ser conduzidos com a maior precisão possível para que as conclusões obtidas sejam válidas. Para avaliação da precisão experimental, parece haver consenso entre os pesquisadores quanto ao uso do coeficiente de variação, porém a classificação que é comumente utilizada desconsidera as particularidades da cultura avaliada bem como o caráter estudado, e diversos estudos têm mostrado que os valores críticos de precisão variam conforme o critério utilizado, a

característica avaliada, os tratamentos empregados, o manejo e o conjunto de experimentos analisados, o que dificulta o controle ou o monitoramento da qualidade dos ensaios (Cargnelutti Filho e Storck, 2007).

Com isso, novas estatísticas de precisão têm sido propostas como forma de avaliar a qualidade experimental e garantir confiabilidade aos resultados. Como alternativa, estatísticas como a acurácia seletiva e o valor do teste F, por exemplo, são consideradas como adequadas para avaliar a precisão experimental de ensaios de competição de genótipos e faixas de precisão experimental foram estabelecidas por Resende e Duarte (2007). Estudos têm demonstrado que, para ensaios de competição de cultivares, essas estatísticas são mais adequadas que o coeficiente de variação para avaliação da precisão experimental (Cargnelutti Filho et al., 2012b).

Além disso, a utilização de um número adequado de repetições é uma técnica importante a ser considerada para obtenção de elevada precisão experimental, e a determinação desse número tem sido um questionamento comum entre os pesquisadores, pois a medida que se aumenta o número de repetições, há aumento na precisão experimental e ainda aumenta o poder dos testes estatísticos (Cargnelutti Filho e Guadagnin, 2011; Silva, 2013; Ramalho et al., 2005).

Alguns autores tem feito o dimensionamento do número de repetições para obtenção de determinada precisão a partir de dados de ensaios de genótipos já realizados, o que dispensa a realização de um ensaio exclusivo com essa finalidade (Cargnelutti Filho et al., 2012a), sendo essa abordagem possível mediante a utilização do coeficiente de repetibilidade, que pode ser obtido por meio da análise de variância (Cruz et al., 2012).

É desconhecida a utilização de novas estatísticas de precisão para avaliação da qualidade experimental dos ensaios de genótipos para a cultura do melão, e ainda não há referências quanto ao uso do coeficiente de repetibilidade para determinação do número de repetições para a cultura. Com isso, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o número de medições (repetições) necessário à predição do desempenho de híbridos de melão, e ainda propor estatísticas alternativas ao coeficiente de variação para a classificação da precisão experimental dos ensaios.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A cultura do meloeiro

O meloeiro é uma espécie polimórfica, perene na natureza e cultivada como anual, cujo centro de diversidade genética ainda não foi precisamente elucidado. De toda forma, é possível observar que as áreas especuladas como centro de origem do meloeiro são tropicais e com condições edafoclimáticas de regiões semiáridas, semelhantes às encontradas nos polos agrícolas da região Nordeste. Isso justifica parte do sucesso do cultivo e, conseqüentemente, do agronegócio do melão, nessa região do Brasil (Oliveira et al., 2017).

A classificação de melão sugerida por Pitrat et al. (2000) tem sido a mais utilizada na literatura atual, que divide a subespécie *melo* em dez variedades botânicas, sendo os melões *cantalupensis*, *inodorus* e *reticulatus* os únicos com interesse comercial global e possuem classificação comercial denominada de “tipo” (Aragão et al., 2019b). Essa divisão é importante pois auxilia no processo de classificação e comercialização, facilitando a comunicação entre os diferentes agentes da cadeia do agronegócio do melão (Melo, 2015; Oliveira et al., 2017).

A variedade *inodorus* é composta por frutos com formato variando de redondo a elíptico, sendo frequentemente pontudo na região do pedúnculo, com coloração de casca variando entre branca, amarela ou verde-escura, podendo ser uniforme ou com manchas, com polpa de coloração branca, amadurecimento tardio, não climatéricos, sem aroma (inodoros), de longa conservação pós-colheita e os frutos geralmente não se destacam do pedúnculo quando maduros (Do Vale, Guimarães e Aragão, 2019). Os melões do tipo Amarelo, Honey Dew e Pele de sapo estão contidos nesse grupo, com destaque para o tipo Amarelo em virtude da maior conservação pós-colheita, condições mais simples de manejo e transporte, o que faz com que ele represente cerca de 60% de todo o melão exportado pelo Brasil (Nunes et al., 2011a). De acordo com Fontes e Puiatti (2019), as características dos tipos Amarelo, Honey Dew e Pele de sapo são:

- Melão Amarelo: São as cultivares mais plantadas no Brasil, com frutos redondo-ovalados com a casca amarela brilhante, polpa clara e grande capacidade de conservação pós-colheita. Esse tipo de melão tem origem espanhola, por isso também são bastante conhecidos como melão espanhol.
- Melão Honey Dew: De origem americana, os frutos são mais tardios, de formato esférico, com tamanho variando de médio a grande, de casca lisa com a cor variando



entre o branco e o amarelo, tem a polpa mais firme e grossa, podendo sua cor ser verde, salmão ou branca.

- Melão Pele de sapo: Frutos grandes, compridos, de coloração externa verde-escura com nuances claras e pequenas suturas; a polpa é clara e crocante. É um fruto de origem espanhola e, junto com o amarelo, são os tipos comerciais mais apreciados na Península Ibérica, Portugal e Espanha (Oliveira et al., 2017)

As variedades *cantalupensis* e *reticulatus* pertencem ao grupo dos melões aromáticos, possuindo frutos com baixa resistência ao transporte, reduzida vida pós-colheita e desprendem do pedúnculo quando maduros (Do Vale, Guimarães e Aragão, 2019). Entre os melões pertencentes à variedade *reticulatus*, os tipos comerciais Cantaloupe e Gália são os principais representantes cultivados no Brasil e, de acordo com Fontes e Puiatti (2019), possuem as seguintes características:

- Melão Cantaloupe: de origem americana, o fruto apresenta forma arredondada, ligeiramente achatado, casca cor verde-claro que pode tornar-se ligeiramente amarelada quando maduro, com variado grau de intensidade de rendilhamento; polpa alaranjada e bastante aromática quando madura. É o tipo mais produzido no mundo.
- Melão Gália: de origem israelense, o fruto apresenta forma esférica, de casca verde-claro, tornando-se amarela na maturação, com rendilhamento mais superficial, polpa branco-esverdeada bastante aromática e succulenta.

Todas as regiões do Brasil produzem melão, sendo a produção concentrada principalmente no Nordeste brasileiro, que concentra em torno de 95% da produção nacional, com destaque para os estados do Ceará e Rio Grande do Norte que, juntos, contribuem com 86,9% do percentual regional. A produção está concentrada nos vales dos rios Jaguaribe (Ceará) e Açu (Rio Grande do Norte), formando o principal polo agrícola do agronegócio do melão, denominado Jaguaribe-Açu. Estima-se que o atual agronegócio do melão brasileiro é responsável por aproximadamente 60 mil empregos diretos e indiretos (Oliveira et al., 2017).

O nível tecnológico empregado no cultivo do melão continua evoluindo e o intercâmbio com universidades e centros de pesquisas da região tem aumentado. A existência da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) (antiga Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Esam) no principal polo produtor tem sido importante na formação de mão de obra qualificada, pois com isso as empresas passaram a contar com engenheiros agrônomos formados na região, e os pequenos produtores tiveram acesso à assistência técnica

por meio da rede pública, de associações e de organizações não governamentais (Crisóstomo e Aragão, 2013).

## 2.2 Melhoramento genético do melão

O melhoramento de plantas é tido como a mais valiosa estratégia para aumento da produtividade das culturas de forma sustentável e ecologicamente equilibrada. Estima-se que metade do incremento da produtividade das principais espécies agrônomicas nos últimos 50 anos seja atribuída ao melhoramento genético, contribuindo, de maneira geral, para a segurança alimentar, para saúde e a nutrição da população (Borém e Miranda, 2009).

A determinação e conhecimento do centro de origem e diversidade de uma espécie são de extrema importância para o melhoramento genético. Nessas regiões, encontra-se a maior diversidade, importante fonte de genes que poderão ser úteis ao aperfeiçoamento de variedades comerciais. Existem evidências de que o cultivo do melão na Ásia e no litoral do Mediterrâneo foi iniciado no começo da era cristã. Trezentos anos mais tarde, ele estava difundido na Itália e, no Século XV, foi introduzido na França (Crisóstomo e Aragão, 2013).

Inicialmente o cultivo comercial foi feito utilizando variedades de polinização aberta que, a partir da década de 1980, foram substituídas pelos híbridos simples  $F_1$ , tanto no Brasil quanto no resto do mundo (Aragão et al., 2019a). O desenvolvimento de híbridos envolve a obtenção de linhagens com nível adequado de homozigose, avaliação das linhagens e seu cruzamento para obtenção de semente do híbrido  $F_1$ . O emprego de híbridos uniformes consiste em uma das razões do sucesso da cultura do meloeiro e, atualmente, a maioria das cultivares plantadas são híbridos simples andromonóicos (Nunes et al., 2011a).

A maioria dos híbridos de melão produzidos no Nordeste brasileiro são oriundos de programas de melhoramento desenvolvidos em países como os Estados Unidos, Espanha, Holanda e França. Os genótipos selecionados e produzidos nesses países são avaliados pelos produtores em áreas de cultivo comercial (Nunes et al., 2011b). A maior disponibilidade de empresas revendedoras de sementes de melão, no Nordeste, encontra-se em Mossoró-RN (Crisóstomo e Aragão, 2013).

Mesmo com o sucesso da cultura nas principais regiões produtoras do país, ainda há problemas com relação a adaptação. Muitas vezes as plantas mostram-se muito precoces, comprometendo a qualidade dos frutos, principalmente com relação aos teores de açúcares, e a maioria delas não apresentam resistência às principais pragas e doenças que ocorrem nas áreas produtoras, como a mosca-minadora e o oídio, e ainda há problemas com relação a produtividade (Crisóstomo e Aragão, 2013; Oliveira et al., 2017).

Em virtude da área cultivada de melão no Brasil ter pouca representatividade em relação a mundial, é compreensível que as empresas multinacionais de sementes do setor não tenham o Brasil como prioridade tanto nos programas de melhoramento genético quanto na comercialização, uma vez que o mercado nacional de sementes de melão tem pouca expressão quando comparado aos mercados europeu, americano e asiático. Dessa forma, a remessa de semente de melão para o cultivo comercial no Brasil ocorre juntamente com o mercado geral das demais hortaliças (Crisóstomo e Aragão, 2013).

Fatos como esses tem despertado o interesse de empresas públicas no desenvolvimento de trabalhos de melhoramento nas condições climáticas e de cultivo dos principais estados produtores, como Rio Grande do Norte e Ceará (Nunes et al., 2011b). Como exemplo se tem o programa de melhoramento genético de melão desenvolvido pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido, em parceria com a Embrapa, que teve início em meados dos anos 2000, visando a obtenção de híbridos simples para cultivo na região do Agropolo Mossoró-Assu (Guimarães, 2013). Esse programa surgiu da solicitação de produtores do Rio Grande do Norte onde, após o levantamento de demandas da região, ficou evidente a necessidade de híbridos mais adaptados às condições de cultivo das principais áreas de produção do Nordeste (Crisóstomo e Aragão, 2013).

Nos programas de melhoramento genético do meloeiro, explora-se a heterose ou vigor de híbrido com a intenção de obter cultivares mais produtivos, de excelente qualidade de frutos, resistentes aos principais patógenos e uniformes (Guimarães, 2013). Para caracteres como produtividade e qualidade dos frutos, uma vez que o melão sofre forte influência das condições ambientais e das práticas culturais empregadas no cultivo, os híbridos experimentais devem ser testados nas áreas de interesse, utilizando as práticas culturais usuais à cultura na região (Aragão et al., 2019a).

Mesmo o tipo amarelo sendo o preferido pelos produtores em virtude da resistência ao transporte e a possibilidade de armazenamento em temperatura ambiente, por causa da preferência dos consumidores, tem sido observada uma tendência de crescimento da área cultivada com melões aromáticos. Portanto, é evidente a necessidade de melhoria contínua nos dois grupos, como uma das estratégias de fortalecimento do setor (Crisóstomo e Aragão, 2013).

### **2.3 Estimativa do número de repetições**

Toda pesquisa é realizada visando o teste das hipóteses formuladas, e para se ter condições de testá-las se faz necessário estimar o erro experimental, o que só é possível

mediante a existência de repetições. Dependendo da discriminação desejada entre os tratamentos, o número de repetições necessário pode variar, de forma que para que os experimentos sejam eficientes, o número de repetições deve ser o maior possível (Ramalho et al., 2005).

Contudo, a maioria das pesquisas na área de ciências agrárias são conduzidas com quatro ou cinco repetições, pois mesmo existindo vantagens em se usar um maior número de repetições, o aumento no custo de execução torna-se um entrave para adição de repetições adicionais (Silva, 2013). Outros autores sugerem que o número de repetições de um experimento deve ser dimensionado de forma que proporcione no mínimo dez graus de liberdade para o resíduo (Pimentel-Gomes, 2009; Nesi et al., 2010).

Para alcançar a precisão experimental desejada, o pesquisador deve dimensionar adequadamente o número de repetições com base no caráter de interesse, e essa determinação pode ser realizada com base nos ensaios conduzidos nos anos anteriores, o que dispensa a realização de um ensaio específico para esse fim, sendo importante para a correta avaliação e diferenciação de genótipos (Torres et al., 2015; Storck et al., 2007).

A exploração dos resultados de um conjunto de ensaios é importante para avaliar a precisão experimental e adotar estratégias para melhorá-la, caso necessário (Cargnelutti Filho et al., 2012b). Essa abordagem é possível mediante a utilização do coeficiente de repetibilidade, que pode ser obtido por meio da análise de variância, sendo possível, por meio dele, determinar quantas observações fenotípicas devem ser feitas em cada indivíduo para que a seleção fenotípica entre genótipos seja eficiente com o mínimo de custo e mão de obra (Cruz et al., 2012).

Essa técnica tem sido utilizada para dimensionamento do número de repetições para avaliação de caracteres de produção em diversas culturas como soja (Cargnelutti Filho e Gonçalves, 2011), milho (Cargnelutti Filho et al., 2010), feijão comum (Cargnelutti Filho e Ribeiro, 2010), feijão-caupi (Torres et al., 2015), cana-de-açúcar (Cargnelutti Filho et al., 2012a), arroz (Cargnelutti Filho et al., 2012b), maracujá (Neves et al., 2010), dentre outras. Por meio desses trabalhos tem sido observado que há variabilidade do número de repetições entre os caracteres para obtenção da mesma precisão. No entanto, não foram encontradas referências na literatura quanto ao emprego dessa técnica para dimensionamento do número de repetições para caracteres de produção da cultura do melão.

## 2.4 Estatísticas de precisão experimental

Os programas de melhoramento genéticos e o processo de recomendação de cultivares melhoradas dependem dos experimentos de campo, sendo desejável alto grau de precisão experimental e alta acurácia na inferência sobre o valor de cultivo e uso, pois nesses ensaios é importante identificar diferenças, mesmo relativamente pequenas, entre genótipos do caractere em estudo, para selecionar os melhores e descartar os menos promissores (Resende e Duarte, 2007; Cargnelutti Filho et al., 2012b). Para melhorar a precisão experimental o pesquisador deve planejar, executar e analisar os dados de maneira adequada. Para avaliação da qualidade da pesquisa, os indicadores de acurácia, obtidos com base no maior número possível de experimentos semelhantes, são necessários (Gurgel et al., 2017).

A qualificação das conclusões obtidas nos ensaios depende do conhecimento dos limites de classes de precisão experimental dos resultados de ensaios de competição de cultivares, e estatísticas como o coeficiente de variação e a diferença mínima significativa pelo teste Tukey têm sido utilizadas com essa finalidade, com destaque para o coeficiente de variação, que deve ser mantido em níveis adequados para cada espécie cultivada e caráter sob avaliação (Cargnelutti Filho e Storck, 2009). O valor do coeficiente de variação depende da variação residual como proporção da média dos experimentos (Resende e Duarte, 2007).

O coeficiente de variação (CV) constitui-se numa estimativa do erro experimental, em relação à média geral do ensaio, e é uma estatística muito utilizada como medida de avaliação da qualidade experimental, considerando que quanto menor for a estimativa do CV, maior será a precisão do experimento e vice-versa, e quanto maior a precisão experimental, menores diferenças entre estimativas de médias serão significativas (Cargnelutti Filho e Storck, 2007).

Tendo em vista os coeficientes de variação comumente obtidos nos ensaios agrícolas de campo, Pimentel-Gomes (2009) classificou-os, de maneira generalista, como baixos, quando inferiores a 10%; médios, quando de 10% a 20%; altos, quando de 20% a 30%; muito altos, quando superiores a 30%. Porém, estudos têm mostrado que os valores críticos de precisão variam conforme a cultura, característica avaliada, tratamentos, manejo e o conjunto de experimentos analisados, o que dificulta o controle ou o monitoramento da qualidade dos experimentos (Cargnelutti Filho e Storck, 2007).

Mesmo havendo consenso entre os pesquisados quanto ao uso do CV como medida de precisão experimental, a indisponibilidade de tabelas de classificação para cada cultura e característica observada dificulta a classificação de experimentos quanto a sua precisão. Com isso, outras estatísticas têm sido propostas para avaliação da precisão dos experimentos, como

a acurácia seletiva, o valor do teste F para o efeito de cultivar e o coeficiente de determinação genotípico, que por serem independentes da média do experimento, são adequadas a esse fim (Cargnelutti Filho e Storck, 2009). Além dessas, a diferença mínima significativa do teste Tukey em porcentagem da média (DMS), que apresenta propriedades semelhantes as do CV, também tem sido empregada com finalidade de avaliar a qualidade dos experimentos (Cargnelutti Filho e Storck, 2007).

Para ensaios de avaliação de cultivares, a avaliação deve abordar o ponto de vista genético, além do estatístico, e nesse contexto, a acurácia seletiva representa um dos parâmetros mais relevantes para avaliação da qualidade de um experimento. Embora ainda pouco utilizada, essa medida permite informar sobre o correto ordenamento das cultivares para fins de seleção, sendo eficaz na inferência acerca do valor genotípico da cultivar, pois esse parâmetro não depende apenas da magnitude da variação residual e do número de repetições, mas também da proporção entre as variações de natureza genética e residual associadas ao caráter em avaliação (Resende e Duarte, 2007).

Além dessas estatísticas, o coeficiente de repetibilidade pode ser empregado como um mecanismo para escolha de genótipos superiores, sendo possível de ser estimado quando a medição de um caráter é feita repetidas vezes num mesmo indivíduo. Por meio desse coeficiente é possível determinar quantas observações fenotípicas devem ser feitas em cada indivíduo para que a seleção fenotípica entre genótipos seja eficiente com o mínimo de custo e mão de obra (Cruz et al., 2012).

## REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, F. A. S.; CELIN, E. F.; DO VALE, J. C.; NUNES, G. H. S.; QUEIROZ, M. A. Melhoramento genético e biotecnologia no meloeiro. In.: GUIMARÃES; M. A.; ARAGÃO, F. A. S. **Produção de melão**. Viçosa-MG: Editora UFV, 2019. p.63-82 (a).
- ARAGÃO, F. A. S.; NUNES, E. W. L. P.; BOMFIM, I. G. A.; NUNES, G. H. S.; QUEIROZ, M. A. Descrição e classificação botânica do meloeiro. In.: GUIMARÃES; M. A.; ARAGÃO, F. A. S. **Produção de melão**. Viçosa-MG: Editora UFV, 2019. p. 51-62 (b).
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 5. ed. Viçosa-MG: Editora UFV, 2009. 529 p.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; BRAGA JUNIOR, R. L. C.; LÚCIO, A. D. Medidas de precisão experimental e número de repetições em ensaios de genótipos de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 10, p.1413-1421, 2012. (A)
- CARGNELUTTI FILHO, A.; GONÇALVES, E. C. P. Estimativa do número de repetições para a avaliação de caracteres de produtividade e de morfologia em genótipos de soja. **Comunicata Scientiae**, v. 2, n. 1, p.25-33, 2011.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; GUADAGNIN, J. P. Planejamento experimental em milho. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 1009-1016, 2011.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; MARCHESAN, E.; SILVA, L. S.; TOEBE, M. Medidas de precisão experimental e número de repetições em ensaios de genótipos de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 3, p.336-343, 2012. (B)
- CARGNELUTTI FILHO, A.; RIBEIRO, N. D. Número de repetições para avaliação de caracteres de produção, fenologia e morfologia de cultivares de feijão. **Ciência Rural**, v. 40, n. 12, p.2446-2453, 2010.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L. Estatísticas de avaliação da precisão experimental em ensaios de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 1, p.17-24, 2007.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L. Medidas do grau de precisão experimental em ensaios de competição de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 2, p.111-117, 2009.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L.; GUADAGNIN, J. P. Número de repetições para a comparação de cultivares de milho. **Ciência Rural**, v. 40, n. 5, p.1023-1030, 2010.
- CELIN, E. F.; PASTORI, P. L.; NUNES; G. H. S.; ARAGÃO, F. A. S. Agronegócio brasileiro do melão na última década. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 53., 2014, Palmas. **Anais...** Palmas: ABH, 2014.
- CRISÓSTOMO, J. R.; ARAGÃO, F. A. S. Melhoramento genético do meloeiro. In.: VIDAL NETO, F. C.; CAVALCANTI, J. J. V. **O melhoramento genético de plantas no Nordeste**. Fortaleza-CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2013. P. 209-245.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4. ed. Viçosa-MG: UFV, 2012. 514 p.

DO VALE, J. C.; GUIMARÃES, M. A.; ARAGÃO, F. A. S. Tipos comerciais e cultivares. In.: GUIMARÃES, M. A.; ARAGÃO, F. A. S. **Produção de melão**. Viçosa-MG: Editora UFV, 2019. p. 83-111.

FONTES, P. C. R.; PUIATTI, M. Cultura do melão. In. FONTES, P. C. R.; NICK, C. **Olericultura: teoria e prática**. 2. ed. Viçosa – MG: UFV, 2019. p. 555-579.

GUIMARÃES, I. P. **Seleção de linhagens de melão amarelo quanto a aspectos produtivos e qualitativos do fruto e resistentes a *Myrothecium roridum* e *Podosphaera xanthii***. 2013. 74 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, 2013.

GURGEL, F. L.; PEIXOTO, L. A.; BHERING, L. L.; LAVIOLA, B. G. Repeatability reveals to be a useful method to evaluate the quality of na experimente with common bean. **Bioscience journal**, v. 33, n. 6, p.1465-1475, 2017.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. 2019. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=resultados>>. Acesso em: 03 dez. 2020.

MELO, S. B. **Divergência genética em acessos de melão utilizando redes neurais artificiais**. 2015. 72 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, 2015.

NESI, C. N.; BÓ, H. C. D.; GUIDONI, A. L.; BRINGHENTI, C. Número mínimo de repetições em experimentos de competição de híbridos de milho. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 9, n. 1, p. 74-81, 2010

NEVES, L. G.; BRUCKNER, C. H.; CRUZ, C. D.; BARELLI, M. A. A. Avaliação da repetibilidade no melhoramento de famílias de maracujazeiro. **Revista Ceres**, v. 57, n. 4, p.480-485, 2010.

NUNES, G. H. S.; COSTA FILHO, J. H.; SILVA, D. J. H.; CARNEIRO, P. C. S.; DANTAS, M. S. M. Divergência genética entre linhagens de melão pele de Sapo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 765-773, 2011 (a).

NUNES, G. H. S.; MELO, D. R. M.; DANTAS, D. J.; ARAGÃO, F. A. S.; NUNES, E. W. L. P. Divergência genética entre linhagens de melão do grupo Inodorus. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 448-456, 2011 (b).

OLIVEIRA, F. I. C.; NUNES, A. C.; SILVA, F. D.; SILVA, G. T. M. A.; ARAGÃO, F. A. S. Cultura do melão. In. FIGUEIRÊDO, M. C. B.; GONDIN, R. S.; ARAGÃO, F. A. S. **Produção de melão e mudanças climáticas: Sistemas conservacionistas de cultivo para redução das pegadas de carbono e hídrica**. Brasília – DF: Embrapa, 2017. p. 17-32.



PETRY, J. F.; PETRY, R.; GUIMARÃES, M. A. Panorama econômico do melão no Brasil e no mundo. In.: GUIMARÃES; M. A.; ARAGÃO, F. A. S. **Produção de melão**. Viçosa-MG: Editora UFV, 2019. p. 13-31.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed. Piracicaba – SP: FEALQ, 2009. 451 p.

PITRAT, M.; HANELT, P.; HAMMER, K. Some comments on infraspecific classification of cultivars of melon. **Acta Horticulturae**, v. 510, p. 29-36, 2000.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. 2. ed. Lavras – MG: UFLA, 2005. 322 p.

RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 3, p.182-194, 2007.

SILVA, P. S. L. **Métodos de pesquisa com plantas**. Mossoró – RN: EDUFERSA, 2013. 264p.

SILVA, M. C.; SILVA, T. J. A.; BONFIM-SILVA, E. M.; FARIAS, L. N. Características produtivas e qualitativas de melão rendilhado adubado com nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 6, p.581-587, 2014.

STORCK, L.; RIBEIRO, N. D.; LOPES, S. J.; CARGNELUTTI FILHO, A.; CARVALHO, M. P.; JOST, E. Persistência do plano experimental em ensaios de avaliação de germoplasma elite de feijão. **Ciência Rural**, v. 37, n. 6, p.1549-1553, 2007.

TORRES, F. E.; SAGRILO, E.; TEODORO, P. E.; RIBEIRO, L. P.; CARGNELUTTI FILHO, A. Número de repetições para avaliação de caracteres em genótipos de feijão-caupi. **Bragantia**, v. 74, n. 2, p.161-168, 2015.

## CAPÍTULO I

### **Estimativa do número de repetições para avaliação de produtividade e sólidos solúveis em experimentos com melão**

#### **RESUMO**

No planejamento dos experimentos, a estimativa do número de repetições, a partir de dados de ensaios já realizados, constitui ferramenta importante para os pesquisadores pois minimiza os custos com execução de experimentos específicos para esse fim, a partir do aproveitamento de informações já existentes. Com isso, foi realizado este estudo objetivando determinar o número de medições (repetições) necessárias para avaliar híbridos de melão quanto à produtividade e ao teor de sólidos solúveis, e ainda avaliar a variabilidade do número de repetições entre os caracteres e os tipos de melão. Foram utilizados os dados de cinquenta experimentos, sendo doze ensaios com dez híbridos de melão tipo Honey Dew, oito ensaios com treze híbridos do melão Amarelo, nove ensaios com oito híbridos do melão Pele de sapo, nove ensaios avaliando oito híbridos do tipo Cantaloupe, e doze ensaios avaliando nove híbridos do tipo Gália. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com três repetições. Foi realizada a análise de variância, estimado o coeficiente de repetibilidade e o coeficiente de determinação genotípico. Concluiu-se que o número de repetições para predição de um mesmo valor real dos genótipos variou entre os caracteres avaliados e entre os tipos de melão. Ensaios com três repetições possibilitaram a identificação de genótipos superiores com mais de 80% de exatidão na predição de seu valor real para produtividade no melão tipo Amarelo, e para produtividade e sólidos solúveis nos tipos Cantaloupe e Gália. Os menores valores na predição do valor real dos genótipos, com três repetições, foram observados no melão tipo Pele de Sapo, permitindo identificar genótipos superiores em relação à produtividade e sólidos solúveis com apenas 46,6% e 42,0%, respectivamente, de exatidão no prognóstico de seu valor real. Para melhorar a precisão experimental deve ser utilizado um maior número de repetições.

Palavras-chave: *Cucumis melo* L. Repetibilidade. Planejamento experimental. Determinação genotípica. Competição de genótipos.

## ABSTRACT

### **Estimated number of replications to evaluate productivity and soluble solids in experiments with melon crop**

In the design of experiments, the estimation of the number of repetitions based on data from trials already performed is an important tool for researchers, as it minimizes the costs of carrying out specific experiments for this purpose based on the use of existing information. Thus, this study was carried out in order to determine the number of measurements (repetitions) necessary to evaluate melon hybrids regarding to productivity and soluble solids content, and also to evaluate the variability in the number of repetitions among the characters and the types of melon. Data from fifty experiments were used, with twelve trials with ten hybrids of Honey Dew type melon, eight trials with thirteen hybrids of Yellow melon, nine trials with eight hybrids of Piel del Sapo melon, nine trials evaluating eight hybrids of the Cantaloupe type, and twelve trials evaluating nine Galia type hybrids. The experimental design used was randomized blocks with three replications. Analysis of variance was performed and estimated the repeatability coefficient and the genotypic determination coefficient. It was concluded that the number of repetitions required to predict the same real value of the genotypes varied among the evaluated characters and among the types of melon. Trials with three repetitions made it possible to identify superior genotypes with more than 80% precision in predicting their real value for productivity in the Yellow melon hybrids, and for productivity and soluble solids in the types Cantaloupe and Gália. The lowest values in the prediction of the real value of the genotypes, with three replications, were observed in the Piel del Sapo melon hybrids trials, allowing to identify superior genotypes in relation to productivity and soluble solids with only 46.6% and 42.0% respectively, of precision in the prognosis of real value. To improve the experimental precision, a greater number of repetitions should be used.

Key words: *Cucumis melo* L. Repeatability. Experimental planning. Genotypic determination. Genotype competition.

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura do melão é de relevante importância social e econômica para o Nordeste brasileiro, com destaque para os Estados do Rio Grande do Norte e Ceará que formam juntos a principal região produtora da fruta no Brasil, principalmente de melões do grupo inodorus em seus diversos tipos, por apresentarem maior período de armazenamento em relação ao grupo cantalupensis (Fontes e Puiatti, 2019). No ano de 2020, segundo a Abrafrutas, as exportações de melão somaram 236,3 mil toneladas da fruta, o que resultou em uma receita de US\$ 147,9 milhões, representando o segundo maior volume exportado e a segunda maior receita para exportação de frutas frescas, ficando atrás somente da manga (ABRAFRUTAS, 2020).

Em virtude do elevado potencial para o cultivo do meloeiro no Nordeste, a cada ano são introduzidos novos cultivares de melão no Brasil. A exemplo disso, até o início do mês de fevereiro de 2021 havia o registro de 738 cultivares de melão no Sistema Nacional de Proteção de Cultivares (MAPA, 2021). A seleção de genótipos superiores de melão se dá nas etapas finais dos programas de melhoramento genético, devendo esses genótipos serem testados por meio de experimentos de campo em diferentes locais (Crisóstomo e Aragão, 2013).

Para alcançar a precisão experimental desejada é importante dimensionar adequadamente o número de repetições com base no caráter de interesse (Torres et al., 2015). A repetição corresponde a um dos princípios básicos estabelecidos por Fisher, pois para a realização do teste de hipóteses é necessário que exista erro experimental, que só pode ser obtido se os tratamentos forem repetidos (Ramalho et al., 2005). Sendo assim, a definição do número de repetições ideal para um experimento é um desafio para os pesquisadores, e acaba sendo feita, muitas vezes, considerando os custos do experimento, a estrutura necessária e a mão de obra disponível para execução.

Alguns autores têm feito o dimensionamento do número repetições para obtenção de determinada precisão a partir de dados de ensaios de genótipos já realizados, o que dispensa a realização de um ensaio exclusivo com essa finalidade (Cargnelutti Filho et al., 2012a). O coeficiente de repetibilidade pode ser empregado para esse fim, pois por meio dele é possível determinar quantas observações fenotípicas devem ser feitas em cada indivíduo para que a seleção fenotípica entre genótipos seja eficiente com o mínimo de custo e mão de obra (Cruz et al., 2012). Esse coeficiente pode ser empregado como um mecanismo para escolha de genótipos superiores, sendo possível de ser estimado quando a medição de um caráter é feita repetidas vezes num mesmo indivíduo. Essa técnica de análise aproveita os dados

experimentais existentes para redefinição ou manutenção de planejamentos experimentais (Cargnelutti Filho e Gonçalves, 2011).

O coeficiente de repetibilidade tem sido utilizado no dimensionamento do número de repetições para avaliar caracteres em diversas culturas como soja (Cargnelutti Filho e Gonçalves, 2011), milho (Cargnelutti Filho e Storck, 2009), feijão-caupi (Torres et al., 2015), cana-de-açúcar (Cargnelutti Filho et al., 2012a), arroz (Cargnelutti Filho et al., 2012b), e por meio desses trabalhos tem sido observado que há variabilidade do número de repetições entre os caracteres para obtenção da mesma precisão.

Contudo, referências quanto ao emprego dessa técnica para estimativa do número de repetições para características de produção em meloeiro não foram encontradas na literatura. Com isso, esse trabalho foi realizado com o objetivo de determinar o número de medições (repetições) necessário para avaliar a produtividade e o teor de sólidos solúveis em híbridos de melão, e verificar a variabilidade do número de repetições entre os tipos de melão e os caracteres avaliados.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados no estudo 48 híbridos de melão dos tipos Honey Dew, Amarelo, Pele de Sapo, Cantaloupe e Gália. Realizou-se um total de 50 experimentos, sendo os frutos avaliados quanto à produtividade e aos teores de sólidos solúveis, principais características de produção da cultura, totalizando 100 casos. Os ensaios foram conduzidos entre os anos de 2015 e 2017, sendo os referentes ao melão Amarelo conduzidos em duas estações do ano de 2017. Foram estudados os mesmos híbridos em todos os experimentos referentes a cada tipo de melão. O número de híbridos, locais, anos de avaliação e experimentos para cada tipo de melão pode ser conferido na tabela 1. Todos os ensaios foram realizados em municípios do Agropolo Mossoró-Assu, Estado do Rio Grande do Norte, principal polo produtor e exportador de melão nacional.

Tabela 1. Número de híbridos, locais e anos para cada tipo de melão estudado. Mossoró-RN, 2020.

Tipo	Número de híbridos	Locais	Anos	Número de experimentos
Honey Dew	10	4	3	12
Amarelo	13	4	2	8
Pele de sapo	8	3	3	9
Cantaloupe	8	3	3	9
Gália	9	4	3	12
Total	48	-	-	50

Os ensaios foram conduzidos em delineamento em blocos casualizados com três repetições. A parcela foi composta por duas linhas de cinco metros, no espaçamento 2,0 x 0,5, totalizando 20 plantas por parcela, sendo as plantas das extremidades consideradas bordadura de cabeceira. As práticas culturais, como aplicações de defensivos agrícolas e capinas foram feitas de acordo com a necessidade da cultura, obedecendo à recomendação de manejo e práticas culturais padrões de cultivo de melão no Estado do Rio Grande do Norte (Nunes et al., 2011).

Foram avaliados a produtividade comercial e sólidos solúveis de frutos, considerados como os caracteres mais importantes para a cultura do ponto de vista comercial segundo os próprios produtores. A produtividade comercial foi obtida pela pesagem de todos os frutos comerciais para cada tipo de melão colhidos na parcela. O teor de sólidos solúveis totais foi aferido mediante a retirada de uma amostra de aproximadamente 2/3 da espessura da polpa na região equatorial do fruto, no sentido da cavidade. A amostra foi pressionada manualmente até que uma parte do suco fosse depositada em um refratômetro digital (Digital Refractometer

Palette 100<sup>®</sup>), no qual foi determinado o teor de sólidos solúveis. Para as medições do teor de sólidos solúveis foram amostrados oito frutos por parcela.

Para cada experimento, realizou-se a análise de variância com nível nominal de significância  $\alpha = 0,05$ , utilizando o modelo estatístico  $y = Xr + Zg + e$ , em que  $y$  é o vetor de dados,  $r$  é o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados à média geral,  $g$  é o vetor dos efeitos genotípicos (assumidos como aleatórios), e  $e$  é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência (Resende, 2007).

A partir dos resultados da análise de variância, foram obtidas as estimativas do quadrado médio do bloco (QMB), do quadrado médio do genótipo (QMG), do quadrado médio do erro (QME) e do valor do teste F para genótipo ( $F_G = QM_G/QM_E$ ). Foram calculados ainda a média geral do experimento ( $m$ ) e o coeficiente de variação ( $CV = 100 \cdot \sqrt{QM_E}/m$ ). Em seguida foi estimada a acurácia seletiva (AS) por meio da expressão  $AS = \sqrt{1 - 1/F_G}$ . Posteriormente, com base nos valores de AS, avaliou-se a precisão experimental de acordo com os limites de classes estabelecidos em Resende e Duarte (2007).

As avaliações em cada bloco foram consideradas como medições realizadas no mesmo indivíduo (genótipo) e foi estimado o coeficiente de repetibilidade ( $r$ ), em cada caráter e experimento, por meio da análise de variância. Nesse estudo, o coeficiente de repetibilidade corresponde ao coeficiente de correlação intraclassa para genótipos e foi estimado por meio da expressão  $r = \frac{(QM_G - QM_E)/J}{(QM_G - QM_E)/J + QM_E}$ , em que  $J$  refere-se ao número de medições ou repetições (Cruz et al., 2012).

O número de medições/repetições ( $J$ ) necessário para prever o valor real dos indivíduos (genótipos), com base nos coeficientes de determinação genotípico ( $R^2$ ) pré-estabelecidos (0,50; 0,55; 0,60; 0,65; 0,70; 0,75; 0,80; 0,85; 0,90; 0,95) foi calculado utilizando a expressão  $J = \frac{R^2(1-r)}{(1-R^2)r}$  (Cruz et al., 2012). O coeficiente de determinação genotípico ( $R^2$ ), que representa a certeza da predição do valor real dos genótipos selecionados, com base em  $J$  medições realizadas, foi obtido pela expressão  $R^2 = \frac{Jr}{1+r(J-1)}$ , em que  $J$  é o número de medições realizadas ( $J=3$  blocos neste estudo) e o  $r$  é coeficiente de repetibilidade (Cruz et al., 2012).

Com base no coeficiente de repetibilidade ( $r$ ) entre os experimentos realizados para cada tipo de melão, em cada um dos caracteres, foi calculado coeficiente de determinação genotípico ( $R^2$ ) em função de diferentes números de repetições ( $J$  variando de 0 a 50). Apesar de ensaios com 0 repetições não ter sentido prático e com 50 repetições serem praticamente inviáveis de realização, optou-se por esses limites para demonstrar o comportamento da relação entre  $R^2$  e  $J$ , com base em um valor fixo de  $r$  ( $r$ =média dos ensaios para cada tipo de melão). As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa SELEGEN (Resende, 2007) e do aplicativo Microsoft Office Excel.



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Melão Honey Dew

Para os 24 casos avaliados (dois caracteres e doze ensaios) não foi observado efeito do bloco pelo teste F da análise de variância, indicando que os blocos não foram heterogêneos e que, por isso, poderia ter sido utilizado o delineamento inteiramente casualizado, porém é preferível o uso de blocos pois eles controlam essa possível fonte de heterogeneidade caso ela ocorra. Para produtividade foi observado efeito dos genótipos em 7 dos 12 ensaios realizados e para sólidos solúveis o efeito genotípico se deu em 8 dos 12 ensaios (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância contendo graus de liberdade (GL) e o quadrado médio para as fontes de variação (FV), média, coeficiente de variação experimental (CV), valor do teste F para genótipo (F<sub>G</sub>), acurácia seletiva (AS) e precisão experimental<sup>(1)</sup> para produtividade e sólidos solúveis de 10 híbridos de melão Honey Dew avaliados em 12 experimentos.. Mossoró-RN, 2020.

Ensaio	QM (ANOVA)			Média	CV (%)	F <sub>G</sub>	AS	Precisão <sup>1</sup>
	Bloco (2)	Genótipo (9)	Erro (18)					
Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )								
1	40,686 <sup>ns</sup>	399,692*	156,203	43,920	28,460	2,559	0,781	Alta
2	51,601 <sup>ns</sup>	17,091 <sup>ns</sup>	16,907	19,845	20,720	1,011	0,104	Baixa
3	120,367 <sup>ns</sup>	311,274*	79,101	52,443	16,959	3,935	0,864	Alta
4	2,558 <sup>ns</sup>	333,491*	36,777	33,224	18,253	9,07	0,943	Muito alta
5	328,176 <sup>ns</sup>	278,183 <sup>ns</sup>	125,689	49,976	22,433	2,213	0,740	Alta
6	211,106 <sup>ns</sup>	221,455 <sup>ns</sup>	103,954	31,095	32,790	2,130	0,728	Alta
7	8,343 <sup>ns</sup>	450,876*	147,991	55,167	22,052	3,047	0,820	Alta
8	11,025 <sup>ns</sup>	451,476*	89,461	34,728	27,236	5,047	0,896	Alta
9	11,883 <sup>ns</sup>	287,025 <sup>ns</sup>	217,182	31,616	46,613	1,322	0,493	Baixa
10	132,584 <sup>ns</sup>	441,918*	164,125	34,737	36,881	2,693	0,793	Alta
11	113,732 <sup>ns</sup>	323,260*	68,22	32,995	25,034	4,738	0,888	Alta
12	161,332 <sup>ns</sup>	478,789 <sup>ns</sup>	309,536	40,691	43,237	1,547	0,595	Moderada
Sólidos solúveis (° Brix)								
1	0,0943 <sup>ns</sup>	1,397*	0,274	8,383	6,239	5,104	0,897	Alta
2	0,433 <sup>ns</sup>	0,724 <sup>ns</sup>	0,633	7,680	10,357	1,144	0,355	Baixa
3	0,500 <sup>ns</sup>	0,732 <sup>ns</sup>	0,725	8,907	9,561	1,009	0,096	Baixa
4	1,172 <sup>ns</sup>	1,518 <sup>ns</sup>	0,734	10,607	8,078	2,067	0,719	Alta
5	0,532 <sup>ns</sup>	1,156*	0,233	10,330	4,674	4,959	0,894	Alta
6	0,842 <sup>ns</sup>	1,805 <sup>ns</sup>	0,765	10,113	8,648	2,359	0,759	Alta
7	0,409 <sup>ns</sup>	2,260*	0,452	10,830	6,210	4,997	0,894	Alta
8	0,060 <sup>ns</sup>	6,991*	1,158	8,633	12,465	6,037	0,913	Muito alta
9	0,025 <sup>ns</sup>	2,501*	0,535	7,880	9,282	4,674	0,887	Alta
10	0,472 <sup>ns</sup>	4,538*	0,723	9,493	8,957	6,275	0,917	Muito alta
11	0,680 <sup>ns</sup>	5,034*	0,987	10,037	9,897	5,102	0,897	Alta
12	0,325 <sup>ns</sup>	6,799*	0,881	9,010	10,419	7,715	0,933	Muito alta

(1) Limites de classes estabelecidos em Resende e Duarte (2007): Muito alta (AS ≥ 0,90), Alta (0,70 ≤ AS < 0,90), Moderada (0,50 ≤ AS < 0,70) e Baixa (AS < 0,50). (2) \*: Efeito significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. ns: Não significativo.

Nos casos em que foi observado efeito significativo dos genótipos para produtividade, os valores médios para F<sub>G</sub>, acurácia seletiva (AS), coeficiente de repetibilidade (r) e

coeficiente de determinação ( $R^2$ ), com base nas três repetições, foram de 4,4408; 0,8548; 0,4944 e 0,7337, respectivamente. Enquanto nos casos em que esse efeito não foi observado, os valores médios para  $F_G$ , AS,  $r$  e  $R^2$  foram de 1,6446; 0,5321; 0,1632 e 0,3373, respectivamente. Para os casos com efeito significativo para genótipos com relação a sólidos solúveis, os valores médios para  $F_G$ , AS,  $r$  e  $R^2$  foram de 5,608; 0,9039; 0,6002 e 0,8172, respectivamente. Para os casos nos quais não houve efeito significativo, os valores médios para  $F_G$ , AS,  $r$  e  $R^2$  foram de 1,6448; 0,4821; 0,1557 e 0,3068, respectivamente (Tabela 2). Com base nesses valores é possível afirmar que a não verificação de efeito dos genótipos por meio do teste F nesses ensaios pode estar associada à menor precisão experimental e não ao fato da não existência de variabilidade genética.

Fenômeno semelhante foi observado em 10 ensaios com genótipos de feijão-caupi, que nos casos onde foi observado efeito significativo dos genótipos os valores de acurácia seletiva, coeficiente de repetibilidade e coeficiente de determinação mostraram-se sempre superiores, quando comparados aos observados nos casos onde não foi observado efeito significativo dos genótipos (Torres et al., 2015), reforçando a hipótese de que a não identificação de diferenças entre os genótipos está associada à menor precisão experimental.

A estatística acurácia seletiva (AS) oscilou entre 0,0964 (sólidos solúveis, Ensaio 3) e 0,9433 (produtividade, Ensaio 4) (Tabela 2). Em relação aos limites de classes estabelecidos em Resende e Duarte (2007), dos 24 casos avaliados, 4 apresentaram precisão experimental muito alta ( $AS \geq 0,90$ ), 15 com precisão alta ( $0,70 \leq AS < 0,90$ ), 1 caso com precisão moderada ( $0,50 \leq AS < 0,70$ ) e 4 casos com precisão experimental baixa ( $AS < 0,50$ ). Esses resultados evidenciam que há variabilidade das precisões experimentais entre os caracteres e os experimentos.

A magnitude da estimativa do coeficiente de repetibilidade ( $r$ ) variou entre 0,0031 e 0,7289, independentemente do caractere e do experimento. Para o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), os valores variaram entre 0,0093 e 0,8897 (Tabela 3). A variabilidade existente entre os experimentos quanto a esses valores é particularmente importante neste estudo por representar diferentes situações reais e, com isso, possibilitarem inferências em relação ao número de medições (Torres et al., 2015), haja vista que experimentos com menor valor para coeficiente de repetibilidade requerem maior número de medições (repetições) para predizer o valor real de determinado caráter (Cruz et al., 2012).

Foram mantidos os experimentos que, segundo os critérios de Cargnelutti Filho e Storck (2009), poderiam ser descartados em virtude de suas insuficiências na precisão

experimental, com isso, as estimativas do número de repetições ( $J$ ) podem estar inflacionadas em experimentos com menor precisão experimental.

Tabela 3. Estimativas dos coeficientes de repetibilidade (r), dos coeficientes de determinação genotípicos (R<sup>2</sup>) e do número de medições (repetições) (J)<sup>(1)</sup> associado a diferentes R<sup>2</sup> para produtividade e sólidos solúveis de 10 genótipos de melão Honey Dew, avaliados em 12 experimentos. Mossoró-RN, 2020.

Estatística	Ensaio												Média de r
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )												
r	0,3419	0,0036	0,4945	0,7289	0,2880	0,2737	0,4055	0,5743	0,0968	0,3607	0,5548	0,1542	0,3564
R <sup>2</sup>	0,6092	0,0108	0,7459	0,8897	0,5482	0,5306	0,6718	0,8018	0,2433	0,6286	0,7889	0,3535	0,6243
	Estimativa de J												
R <sup>2</sup> =0,50	1,92	275,36	1,02	0,37	2,47	2,65	1,47	0,74	9,33	1,77	0,80	5,49	1,81
R <sup>2</sup> =0,55	2,35	336,55	1,25	0,45	3,02	3,24	1,79	0,91	11,40	2,17	0,98	6,71	2,21
R <sup>2</sup> =0,60	2,89	413,04	1,53	0,56	3,71	3,98	2,20	1,11	13,99	2,66	1,20	8,23	2,71
R <sup>2</sup> =0,65	3,57	511,38	1,90	0,69	4,59	4,93	2,72	1,38	17,32	3,29	1,49	10,19	3,35
R <sup>2</sup> =0,70	4,49	642,50	2,38	0,87	5,77	6,19	3,42	1,73	21,77	4,14	1,87	12,80	4,21
R <sup>2</sup> =0,75	5,77	826,07	3,07	1,12	7,42	7,96	4,40	2,22	27,99	5,32	2,41	16,46	5,42
R <sup>2</sup> =0,80	7,70	1101,43	4,09	1,49	9,89	10,62	5,86	2,97	37,32	7,09	3,21	21,95	7,22
R <sup>2</sup> =0,85	10,91	1560,35	5,79	2,11	14,01	15,04	8,31	4,20	52,86	10,04	4,55	31,09	10,23
R <sup>2</sup> =0,90	17,32	2478,21	9,20	3,35	22,25	23,89	13,19	6,67	83,96	15,95	7,22	49,38	16,25
R <sup>2</sup> =0,95	36,57	5231,78	19,42	7,06	46,98	50,43	27,85	14,09	177,25	33,68	15,25	104,24	34,31
	Sólidos solúveis (°Brix)												
r	0,5777	0,0458	0,0031	0,2623	0,5689	0,3117	0,5713	0,6267	0,5505	0,6375	0,5776	0,6912	0,4520
R <sup>2</sup>	0,8041	0,1259	0,0093	0,5162	0,7983	0,5761	0,7999	0,8343	0,7861	0,8406	0,8040	0,8704	0,7122
	Estimativa de J												
R <sup>2</sup> =0,50	0,73	20,84	319,94	2,81	0,76	2,21	0,75	0,60	0,82	0,57	0,73	0,45	1,21
R <sup>2</sup> =0,55	0,89	25,47	391,04	3,44	0,93	2,70	0,92	0,73	1,00	0,70	0,89	0,55	1,48
R <sup>2</sup> =0,60	1,10	31,25	479,91	4,22	1,14	3,31	1,13	0,89	1,22	0,85	1,10	0,67	1,82
R <sup>2</sup> =0,65	1,36	38,69	594,18	5,22	1,41	4,10	1,39	1,11	1,52	1,06	1,36	0,83	2,25
R <sup>2</sup> =0,70	1,71	48,62	746,53	6,56	1,77	5,15	1,75	1,39	1,91	1,33	1,71	1,04	2,83
R <sup>2</sup> =0,75	2,19	62,51	959,82	8,44	2,27	6,62	2,25	1,79	2,45	1,71	2,19	1,34	3,64
R <sup>2</sup> =0,80	2,92	83,34	1279,76	11,25	3,03	8,83	3,00	2,38	3,27	2,27	2,93	1,79	4,85
R <sup>2</sup> =0,85	4,14	118,07	1813,00	15,93	4,29	12,51	4,25	3,38	4,63	3,22	4,14	2,53	6,87
R <sup>2</sup> =0,90	6,58	187,52	2879,47	25,31	6,82	19,87	6,75	5,36	7,35	5,12	6,58	4,02	10,91
R <sup>2</sup> =0,95	13,89	395,87	6078,88	53,43	14,40	41,95	14,26	11,32	15,51	10,81	13,90	8,49	23,03

(1): Estimativas menores que 1 devem ser interpretadas como 1.

A média do coeficiente de repetibilidade dos 12 ensaios foi de 0,3564 e 0,4520, para produtividade e sólidos solúveis, respectivamente. A partir do valor médio para  $r$  foi estimado o coeficiente de determinação genotípico, que variou entre 0,6243 (produtividade) e 0,7122 (sólidos solúveis), indicando que três repetições possibilitaram detectar diferenças genotípicas com 62,43% e 71,22% de certeza na predição do valor real do genótipo para produtividade e sólidos solúveis, respectivamente.

Esses resultados indicam que o dimensionamento do número de repetições é específico para cada caráter, sendo importante defini-lo a partir do caractere de maior interesse. Essa variação na predição do valor real do caráter em função de um determinado número de repetições também foi observada na cultura da soja, onde experimentos com o uso de três repetições permitiram identificar genótipos superiores com exatidão no prognóstico de seu valor real variando de 17,52%, com relação a inserção da primeira vagem, a 61,07% para número de nós por planta (Cargnelutti Filho e Gonçalves, 2011).

Baseado no valor médio do coeficiente de repetibilidade foi possível observar elevação no valor do coeficiente de determinação genotípico em função do aumento no número de repetições. De maneira geral, evidenciou-se que o uso de três repetições se mostrou ineficiente para predição do valor real de produtividade e sólidos solúveis com mais de 80% de determinação (Figura 1).

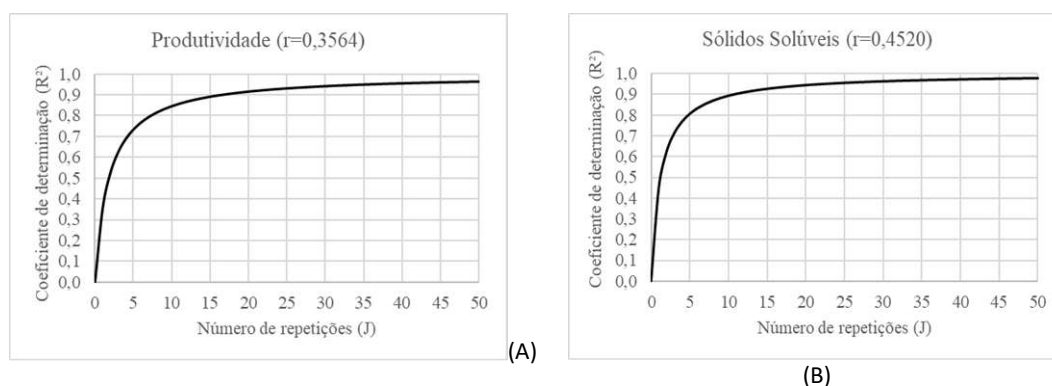


Figura 1. Estimativa dos coeficientes de determinação genotípico ( $R^2$ ) em função do número de medições/repetições ( $J$ ), com base no coeficiente de repetibilidade ( $r$ ) médio de 12 ensaios de avaliação de produtividade (A) e sólidos solúveis (B) de 10 genótipos de melão amarelo. Mossoró-RN, 2020.

### 3.2 Melão Amarelo

Houve efeito significativo dos blocos pelo teste F no ensaio 1, para produtividade e sólidos solúveis, e ainda nos ensaios 3; 5 e 6 para sólidos solúveis, o que representa 31,25% dos casos avaliados (Tabela 4). Esse resultado confirma a necessidade de se trabalhar com esse delineamento, mesmo que não tenha sido observado esse efeito nos demais casos, pois possibilitou remover os efeitos do ambiente, quando ocorreram, o que poderia ser confundido com variação dentro dos genótipos e assim contribuir para uma subestimação do coeficiente de repetibilidade, caso fosse adotado o delineamento inteiramente casualizado ao invés do em blocos casualizados (Cruz et al., 2012).

Tabela 4. Resumo da análise de variância contendo graus de liberdade (GL) e o quadrado médio para as fontes de variação (FV), média, coeficiente de variação experimental (CV), valor do teste F para genótipo ( $F_G$ ), acurácia seletiva (AS) e precisão experimental<sup>(1)</sup> para produtividade de 13 híbridos de melão Amarelo, avaliados em 8 experimentos. Mossoró-RN, 2020.

Ensaio	QM (ANOVA)			Média	CV (%)	$F_G$	AS	Precisão <sup>1</sup>
	Bloco (2)	Genótipo (12)	Erro (24)					
Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )								
1	33,529*	45,894*	9,666	27,861	11,159	4,748	0,889	Alta
2	12,952 <sup>ns</sup>	78,027*	9,013	34,092	8,806	8,657	0,941	Muito alta
3	4,259 <sup>ns</sup>	59,501*	7,946	34,781	8,105	7,488	0,931	Muito alta
4	30,410 <sup>ns</sup>	65,687*	11,458	35,340	9,578	5,733	0,909	Muito alta
5	14,204 <sup>ns</sup>	62,582*	10,851	27,114	12,149	5,768	0,909	Muito alta
6	0,396 <sup>ns</sup>	11,028 <sup>ns</sup>	7,087	24,652	10,799	1,556	0,598	Moderada
7	34,267 <sup>ns</sup>	70,255*	10,985	35,344	9,378	6,396	0,919	Muito alta
8	23,781 <sup>ns</sup>	86,521*	9,522	35,118	8,787	9,086	0,943	Muito alta
Sólidos solúveis (° Brix)								
1	2,379*	0,751 <sup>ns</sup>	0,410	14,583	4,389	1,834	0,674	Moderada
2	1,056 <sup>ns</sup>	0,472 <sup>ns</sup>	0,466	14,355	4,753	1,013	0,113	Baixa
3	0,742*	0,777*	0,196	14,323	3,091	3,965	0,865	Alta
4	1,536 <sup>ns</sup>	1,624*	0,554	13,766	5,406	2,933	0,812	Alta
5	2,328*	3,120*	0,321	13,446	4,214	9,721	0,947	Muito alta
6	5,443*	1,945*	0,872	11,599	8,049	2,231	0,743	Alta
7	0,920 <sup>ns</sup>	1,406 <sup>ns</sup>	0,724	13,822	6,154	1,944	0,697	Moderada
8	0,869 <sup>ns</sup>	1,166*	0,359	12,385	4,838	3,248	0,832	Alta

<sup>1</sup> Limites de classes estabelecidos em Resende e Duarte (2007): Muito alta ( $AS \geq 0,90$ ), Alta ( $0,70 \leq AS < 0,90$ ), Moderada ( $0,50 \leq AS < 0,70$ ) e Baixa ( $AS < 0,50$ ). \*: Efeito significativo pelo teste F a a 5% de probabilidade. ns: Não significativo.

Foi observado efeito significativo dos genótipos em 12 dos 16 casos avaliados, sendo significativo em 7 dos 8 casos para produtividade, e em 5 dos 8 casos para sólidos solúveis. Pelos valores das estatísticas  $F_G$ , AS, r e  $R^2$ , observou-se que a precisão experimental variou em função do experimento e, também, do caractere avaliado.

A média dos valores de  $F_G$  e AS nos casos significativos para produtividade foi de 6,8393 e 0,9199, respectivamente, o que, de acordo com Resende e Duarte (2007), confere uma precisão experimental muito alta. Porém, no caso onde não houve efeito significativo do

genótipo, os valores de  $F_G$  e AS foram de 1,5559 e 0,5977, sendo a precisão experimental considerada moderada ( $0,50 \leq AS < 0,70$ ).

Nos casos relativos ao caractere sólidos solúveis, quando foi observado efeito dos genótipos, os valores médios de  $F_G$  e AS foram 4,4195 e 0,8397, respectivamente. Para os casos onde não foi observado esse efeito, os valores médios de  $F_G$  e AS foram 1,5969 e 0,4947, respectivamente. Valor de F inferior a 1,96 reflete uma acurácia seletiva inferior a 0,70, conferindo moderada ou baixa ( $AS < 0,50$ ) precisão experimental (Resende e Duarte, 2007). Portanto, a não observação de efeito significativo para os genótipos nesses casos pode estar ligada à baixa precisão experimental.

Os valores para o coeficiente de repetibilidade (r), considerando todos os casos avaliados do melão amarelo, variaram de 0,0043 e 0,7444, independente do caractere avaliado (Tabela 5). Considerando os casos relativos à produtividade, o valor médio de r foi de 0,5890, para sólidos solúveis foi de 0,3517.

Tabela 5. Estimativas dos coeficientes de repetibilidade (r), dos coeficientes de determinação genotípicos ( $R^2$ ) e do número de medições (repetições) (J)<sup>(1)</sup> associado a diferentes  $R^2$  para produtividade e sólidos solúveis de 13 genótipos de melão Amarelo, avaliados em 8 experimentos. Mossoró-RN, 2020.

Estatística	Ensaio								Média de r
	1	2	3	4	5	6	7	8	
	Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )								
r	0,5554	0,7185	0,6838	0,6120	0,6138	0,1563	0,6427	0,7294	0,5890
$R^2$	0,7894	0,8845	0,8665	0,8256	0,8266	0,3573	0,8436	0,8899	0,8113
	Estimativa de J								
$R^2=0,50$	0,80	0,39	0,46	0,63	0,63	5,40	0,56	0,37	0,70
$R^2=0,55$	0,98	0,48	0,57	0,77	0,77	6,60	0,68	0,45	0,85
$R^2=0,60$	1,20	0,59	0,69	0,95	0,94	8,09	0,83	0,56	1,05
$R^2=0,65$	1,49	0,73	0,86	1,18	1,17	10,02	1,03	0,69	1,30
$R^2=0,70$	1,87	0,91	1,08	1,48	1,47	12,59	1,30	0,87	1,63
$R^2=0,75$	2,40	1,18	1,39	1,90	1,89	16,19	1,67	1,11	2,09
$R^2=0,80$	3,20	1,57	1,85	2,54	2,52	21,59	2,22	1,48	2,79
$R^2=0,85$	4,54	2,22	2,62	3,59	3,57	30,58	3,15	2,10	3,95
$R^2=0,90$	7,20	3,53	4,16	5,70	5,66	48,57	5,00	3,34	6,28
$R^2=0,95$	15,21	7,44	8,79	12,04	11,96	102,53	10,56	7,05	13,26
	Sólidos solúveis (°Brix)								
r	0,2176	0,0043	0,4970	0,3919	0,7440	0,2910	0,2393	0,4283	0,3517
$R^2$	0,4548	0,0127	0,7478	0,6591	0,8971	0,5518	0,4855	0,6921	0,6194
	Estimativa de J								
$R^2=0,50$	3,60	232,75	1,01	1,55	0,34	2,44	3,18	1,33	1,84
$R^2=0,55$	4,40	284,47	1,24	1,90	0,42	2,98	3,89	1,63	2,25
$R^2=0,60$	5,39	349,13	1,52	2,33	0,52	3,66	4,77	2,00	2,77
$R^2=0,65$	6,68	432,25	1,88	2,88	0,64	4,53	5,90	2,48	3,42
$R^2=0,70$	8,39	543,08	2,36	3,62	0,80	5,69	7,42	3,11	4,30
$R^2=0,75$	10,79	698,25	3,04	4,66	1,03	7,31	9,54	4,00	5,53
$R^2=0,80$	14,38	931,00	4,05	6,21	1,38	9,75	12,72	5,34	7,37
$R^2=0,85$	20,38	1318,92	5,73	8,79	1,95	13,81	18,02	7,56	10,45
$R^2=0,90$	32,37	2094,75	9,11	13,97	3,10	21,93	28,61	12,01	16,59
$R^2=0,95$	68,33	4422,25	19,23	29,48	6,54	46,30	60,41	25,36	35,03

(1): Estimativas menores que 1 devem ser interpretadas como 1.

Valores mais altos da estimativa do coeficiente de repetibilidade do carácter indicam que é possível prever o valor real do indivíduo com um número relativamente pequeno de medições, indicando que haverá pouco ganho em acurácia com o aumento desse número (Neves et al., 2010; Manfio et al., 2011).

A estimativa do coeficiente de determinação genotípico a partir do valor médio de  $r$  foi de 0,8113 e 0,6194, para produtividade e sólidos solúveis, respectivamente. Esses valores indicam que a utilização de três repetições possibilitou detectar diferenças genotípicas com 81,13% e 61,94% de certeza na predição do valor real do genótipo para produtividade e sólidos solúveis, respectivamente. Para uma predição do valor real do genótipo superior a 80% de determinação em sólidos solúveis, seriam necessárias mais de 7 repetições. Observou-se, no entanto, que os incrementos em  $R^2$  a partir de 5 repetições refletiram em ganhos inexpressivos na exatidão do prognóstico de seu valor real.

Portanto, para os ensaios com melão amarelo, a observação de efeito dos genótipos, nas condições experimentais empregadas, mostrou-se mais efetiva para produtividade do que para sólidos solúveis, evidenciando que a estimativa do número de repetições pode variar em função do caractere avaliado, cabendo ao pesquisador determinar o caractere de maior importância e assim estabelecer o número de repetições necessário para identificar genótipos superiores com o nível de exatidão desejado.

Em ensaio realizado com a cultura do feijão, o uso de 3 repetições também promoveu obtenção de diferentes níveis de exatidão em função do carácter avaliado, variando de 68,6% de certeza na predição do valor real da cultivar quanto ao número de vagens por planta e de 91,2% para o número de dias da emergência à colheita (Cargnelutti Filho e Ribeiro, 2010).

A partir do valor médio do coeficiente de repetibilidade observou-se a variação no valor do coeficiente de determinação genotípico em função do aumento no número de repetições, evidenciando que para inferências mais seguras sobre o efeito dos genótipos para sólidos solúveis seria necessário um maior número de repetições, em relação à produtividade (Figura 2).



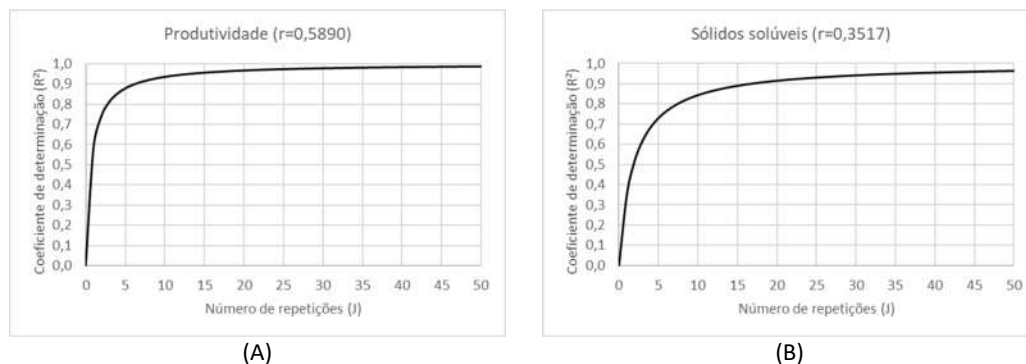


Figura 2. Estimativa dos coeficientes de determinação genotípico ( $R^2$ ) em função do número de medições/repetições (J), com base no coeficiente de repetibilidade  $\otimes$  médio de 8 ensaios de avaliação de produtividade (A) e sólidos solúveis (B) de 13 híbridos de melão Amarelo. Mossoró-RN, 2020.

### 3.3 Melão Pele de sapo

Foram avaliados 8 híbridos em 18 casos (2 caracteres e 9 ensaios distribuídos em 3 locais e em 3 anos). Foi observado efeito significativo do bloco em 8 dos 9 casos para produtividade, e em 7 dos 9 casos para sólidos solúveis (Tabela 6).

Tabela 6. Resumo da análise de variância contendo graus de liberdade (GL) e o quadrado médio para as fontes de variação (FV), média, coeficiente de variação experimental (CV), valor do teste F para genótipo (FG), acurácia seletiva (AS) e precisão experimental<sup>(1)</sup> para produtividade de 8 híbridos de melão Pele de Sapo, avaliados em 9 experimentos. Mossoró-RN, 2020.

Ensaio	QM (ANOVA)			Média	CV (%)	F <sub>G</sub>	AS	Precisão <sup>1</sup>
	Bloco (2)	Genótipo (7)	Erro (14)					
Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )								
1	328,592*	87,195 <sup>ns</sup>	59,884	38,888	19,900	1,456	0,560	Moderada
2	437,257*	60,353 <sup>ns</sup>	57,941	38,222	19,915	1,042	0,200	Baixa
3	361,642*	67,053*	23,313	37,770	12,784	2,876	0,808	Alta
4	79,148 <sup>ns</sup>	50,390 <sup>ns</sup>	41,424	34,086	18,882	1,216	0,422	Baixa
5	292,636*	87,081 <sup>ns</sup>	32,788	32,352	17,699	2,656	0,790	Alta
6	111,034*	87,107*	26,216	35,185	14,552	3,323	0,836	Alta
7	1047,267*	42,847 <sup>ns</sup>	35,326	23,355	25,449	1,213	0,419	Baixa
8	629,553*	15,741 <sup>ns</sup>	15,614	22,220	17,783	1,008	0,090	Baixa
9	945,598*	39,346*	7,972	23,470	12,030	4,936	0,893	Alta
Sólidos solúveis (° Brix)								
1	0,191 <sup>ns</sup>	0,495 <sup>ns</sup>	0,481	12,638	5,486	1,029	0,167	Baixa
2	8,686*	1,681 <sup>ns</sup>	0,961	12,935	7,580	1,749	0,654	Moderada
3	5,3558*	0,913 <sup>ns</sup>	0,905	12,728	7,472	1,009	0,095	Baixa
4	1,199 <sup>ns</sup>	1,127 <sup>ns</sup>	0,887	12,577	7,490	1,270	0,461	Baixa
5	6,735*	0,903 <sup>ns</sup>	0,890	12,622	7,474	1,015	0,120	Baixa
6	3,435*	1,170 <sup>ns</sup>	0,558	12,640	5,909	2,098	0,723	Alta
7	16,473*	1,987 <sup>ns</sup>	1,122	11,244	9,419	1,772	0,660	Moderada
8	8,140*	2,527*	0,633	11,586	6,867	3,993	0,866	Alta
9	5,690*	3,998*	1,058	12,195	8,435	3,779	0,858	Alta

<sup>1</sup>: Limites de classes estabelecidos em Resende e Duarte (2007): Muito alta ( $AS \geq 0,90$ ), Alta ( $0,70 \leq AS < 0,90$ ), Moderada ( $0,50 \leq AS < 0,70$ ) e Baixa ( $AS < 0,50$ ). \*: Efeito significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. ns: Não significativo.

O efeito significativo para os blocos evidencia que o uso do delineamento em blocos casualizados foi eficiente. Conforme observado nos outros tipos de melões, esse resultado confirma a necessidade de se trabalhar com o esse delineamento pois garantiu o controle dessa fonte de heterogeneidade quando ela ocorreu.

Foi observado efeito dos genótipos em 3 dos 9 casos para produtividade, e para sólidos solúveis em 2 dos 9 ensaios. Nos casos em que foi observado efeito significativo dos genótipos a precisão experimental foi tida como alta, sendo os valores médios para  $F_G$  e acurácia seletiva (AS) de 3,7115 e 0,8456 para produtividade, e de 3,8858 e 0,8617, para sólidos solúveis, respectivamente. Nos casos em que não foi observado efeito dos genótipos, os valores médios para  $F_G$  e AS foram de 1,4319 e 0,4133, para produtividade, e de 1,4202 e 0,4116, para sólidos solúveis, respectivamente, o que representa uma baixa precisão experimental.

Os valores para acurácia seletiva variaram entre 0,0898 (Ensaio 8, produtividade) e 0,8930 (Ensaio 9, produtividade), com média de 0,5345, considerando todos os casos. De acordo com os limites de classes estabelecidos em Resende e Duarte (2007), dos 18 casos avaliados, nenhum caso foi considerado com precisão experimental muito alta ( $AS \geq 0,90$ ), 7 casos foram tidos com precisão alta ( $0,70 \leq AS < 0,90$ ), 3 casos foram de precisão moderada ( $0,50 \leq AS < 0,70$ ) e 8 casos foram considerados com precisão baixa ( $AS < 0,50$ ).

Os valores para o coeficiente de repetibilidade ( $r$ ) variaram entre 0,0027 e 0,5675, independentemente do caractere avaliado e do experimento. Para o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), os valores variaram entre 0,0081 e 0,7974 (Tabela 7). Entre os tipos de melões avaliados, os valores médios de  $r$  para os experimentos com os híbridos de melão Pele de sapo foram os menores, o que reflete diretamente sobre a estimativa do coeficiente de determinação genotípico, que foi de 0,4657 e 0,4204, para produtividade e sólidos solúveis, respectivamente (Tabela 7). Portanto, usando três repetições foi possível detectar diferenças genotípicas com apenas 46,57% e 42,04% de certeza na predição do valor real do genótipo para produtividade e sólidos solúveis, respectivamente. Para obtenção de coeficientes de determinação genotípico de 0,80 seriam necessárias mais de 13 repetições para produtividade e 16 repetições para sólidos solúveis, o que certamente seria tarefa difícil de ser obtida, pois o número de repetições necessário resultaria em maior dispêndio com tempo e mão de obra, podendo até inviabilizar o ensaio, em virtude do elevado número de repetições.

Tabela 7. Estimativas dos coeficientes de repetibilidade (r), dos coeficientes de determinação genotípicos ( $R^2$ ) e do número de medições (repetições) (J)<sup>(1)</sup> associado a diferentes  $R^2$  para produtividade e sólidos solúveis de 8 híbridos de melão Pele de Sapo, avaliados em 9 experimentos. Mossoró-RN, 2020.

Estatística	Ensaio									Média de r
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )									
r	0,1320	0,0137	0,3848	0,0673	0,3557	0,4364	0,0663	0,0027	0,5675	0,2251
$R^2$	0,3132	0,0400	0,6523	0,1779	0,6235	0,6990	0,1755	0,0081	0,7974	0,4657
	Estimativa de J									
$R^2=0,50$	6,58	72,07	1,60	13,86	1,81	1,29	14,09	368,84	0,76	3,44
$R^2=0,55$	8,04	88,08	1,95	16,94	2,21	1,58	17,22	450,80	0,93	4,21
$R^2=0,60$	9,87	108,10	2,40	20,79	2,72	1,94	21,14	553,26	1,14	5,16
$R^2=0,65$	12,22	133,84	2,97	25,74	3,36	2,40	26,17	684,98	1,42	6,39
$R^2=0,70$	15,35	168,15	3,73	32,34	4,23	3,01	32,88	860,62	1,78	8,03
$R^2=0,75$	19,73	216,20	4,80	41,58	5,44	3,87	42,27	1106,51	2,29	10,33
$R^2=0,80$	26,31	288,26	6,40	55,44	7,25	5,17	56,36	1475,35	3,05	13,77
$R^2=0,85$	37,27	408,37	9,06	78,54	10,27	7,32	79,85	2090,08	4,32	19,50
$R^2=0,90$	59,20	648,59	14,39	124,75	16,31	11,62	126,82	3319,53	6,86	30,98
$R^2=0,95$	124,98	1369,24	30,38	263,35	34,42	24,54	267,73	7007,90	14,48	65,40
	Sólidos solúveis (°Brix)									
r	0,0095	0,1998	0,0030	0,0827	0,0048	0,2679	0,2046	0,4994	0,4809	0,1947
$R^2$	0,0279	0,4282	0,0091	0,2128	0,0143	0,5233	0,4355	0,7495	0,7354	0,4204
	Estimativa de J									
$R^2=0,50$	104,50	4,01	326,96	11,10	206,95	2,73	3,89	1,00	1,08	4,14
$R^2=0,55$	127,72	4,90	399,62	13,56	252,94	3,34	4,75	1,23	1,32	5,05
$R^2=0,60$	156,75	6,01	490,45	16,64	310,43	4,10	5,83	1,50	1,62	6,20
$R^2=0,65$	194,07	7,44	607,22	20,61	384,34	5,07	7,22	1,86	2,00	7,68
$R^2=0,70$	243,83	9,35	762,92	25,89	482,89	6,38	9,07	2,34	2,52	9,65
$R^2=0,75$	313,50	12,02	980,89	33,29	620,86	8,20	11,67	3,01	3,24	12,41
$R^2=0,80$	418,00	16,02	1307,86	44,38	827,81	10,93	15,55	4,01	4,32	16,54
$R^2=0,85$	592,17	22,70	1852,80	62,88	1172,74	15,48	22,04	5,68	6,12	23,43
$R^2=0,90$	940,50	36,05	2942,67	99,86	1862,58	24,59	35,00	9,02	9,72	37,22
$R^2=0,95$	1985,50	76,10	6212,31	210,82	3932,12	51,92	73,88	19,05	20,51	78,57

(1): Estimativas menores que 1 devem ser interpretadas como 1.

Em virtude dos baixos valores para o coeficiente de repetibilidade (r) para produtividade e sólidos solúveis observados no melão pele de sapo, a elevação no valor do  $R^2$  em função do aumento no número de repetições se deu de forma mais gradativa, em relação ao que foi observado nos outros tipos de melão, sendo os maiores ganhos em precisão experimental observados até a utilização de 5 repetições (Figura 3).

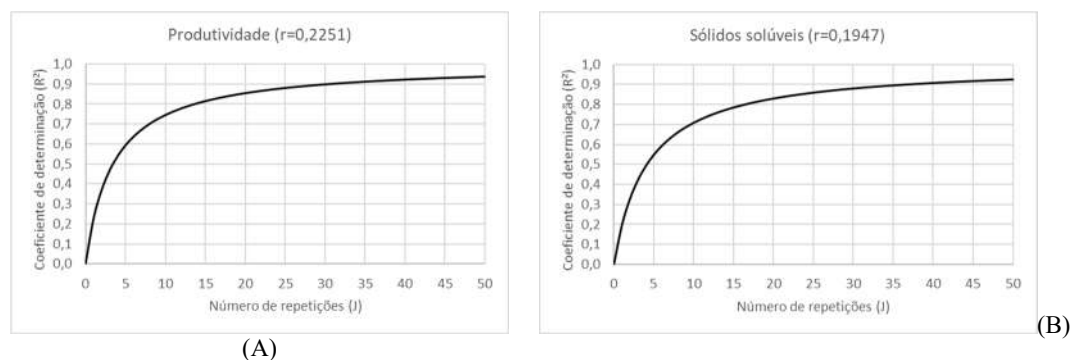


Figura 3. Estimativa dos coeficientes de determinação genotípico ( $R^2$ ) em função do número de medições/repetições ( $J$ ), com base no coeficiente de repetibilidade ( $r$ ) médio de 9 ensaios de avaliação de produtividade (A) e sólidos solúveis (B) de 8 genótipos de melão pele de sapo. Mossoró-RN, 2020.

Ensaio com  $R^2$  superior a 80%, o que resulta numa acurácia seletiva igual ou superior a 90% (Resende e Duarte, 2007), devem ser almejados, pois isso consiste numa precisão experimental muito alta (Cargnelutti Filho et al., 2012b). Portanto, para inferências mais seguras sobre o efeito dos híbridos seria necessário um maior número de repetições.

### 3.4 Melão Cantaloupe

Dos 18 casos avaliados referentes aos caracteres produtividade e sólidos solúveis, observou-se efeito significativo dos blocos em 33% dos casos para produtividade e em 78% dos casos para sólidos solúveis, evidenciando que os blocos foram heterogêneos nesses casos e que o uso desse delineamento foi eficiente, pois garantiu o controle dessa fonte de heterogeneidade.

Foi observado efeito significativo dos genótipos em 16 dos 18 casos avaliados (Tabela 8). Para produtividade foi observado efeito significativo dos genótipos em 7 dos 9 casos avaliados e, para esses, os valores médios para  $F_G$ , AS,  $r$  e  $R^2$ , com base nas três repetições, foram de 22,9864; 0,9486; 0,7748 e 0,9018, respectivamente, enquanto nos casos em não foi observado efeito significativo, os valores médios para  $F_G$ , AS,  $r$  e  $R^2$  foram de 1,4886; 0,3914; 0,1233 e 0,2495, respectivamente. Para sólidos solúveis, observou-se efeito significativo dos genótipos em todos os casos avaliados, com valores médios para  $F_G$ , AS,  $r$  e  $R^2$  de 6,5605; 0,8902; 0,5814 e 0,7961, respectivamente.

Tabela 8. Resumo da análise de variância contendo graus de liberdade (GL) e o quadrado médio para as fontes de variação, média, coeficiente de variação experimental (CV), valor do teste F para genótipo ( $F_G$ ), acurácia seletiva (AS) e precisão experimental<sup>(1)</sup> para produtividade e sólidos solúveis de 8 híbridos de melão Cantaloupe, avaliados em 9 experimentos. Mossoró-RN, 2020.

Ensaio	QM (ANOVA)			Média	CV (%)	$F_G$	AS	Precisão <sup>1</sup>
	Bloco (2)	Genótipo (7)	Erro (14)					
Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )								
1	16,642 <sup>ns</sup>	43,803 <sup>ns</sup>	43,516	27,678	23,834	1,007	0,081	Baixa
2	2,181 <sup>ns</sup>	235,143*	23,137	22,932	20,976	10,163	0,950	Muito alta
3	53,630*	242,133*	3,131	25,273	7,001	77,334	0,994	Muito alta
4	59,778*	107,197*	4,551	27,952	7,632	23,555	0,979	Muito alta
5	55,018*	233,340*	13,985	29,746	12,572	16,685	0,970	Muito alta
6	11,593 <sup>ns</sup>	261,968*	11,130	22,947	14,538	23,538	0,979	Muito alta
7	22,591 <sup>ns</sup>	88,332 <sup>ns</sup>	44,825	25,018	26,761	1,971	0,702	Alta
8	3,560 <sup>ns</sup>	113,298*	29,061	22,289	24,186	3,899	0,862	Alta
9	3,907 <sup>ns</sup>	140,732*	24,554	29,046	17,060	5,732	0,909	Muito alta
Sólidos solúveis (° Brix)								
1	8,0743*	8,7291*	2,116	9,785	14,867	4,125	0,870	Alta
2	9,5202*	4,5734*	1,153	9,146	11,738	3,968	0,865	Alta
3	5,2255*	5,3381*	1,098	9,792	10,701	4,862	0,891	Alta
4	5,8981*	17,6351*	1,586	11,176	11,270	11,116	0,954	Muito alta
5	6,4181*	5,7554*	1,066	9,280	11,126	5,399	0,903	Muito alta
6	6,5101*	6,3302*	1,593	9,367	13,474	3,974	0,865	Alta
7	9,9072*	11,2056*	0,642	9,693	8,264	17,465	0,971	Muito alta
8	1,2854 <sup>ns</sup>	3,6469*	1,384	6,721	17,503	2,636	0,788	Alta
9	5,1588 <sup>ns</sup>	8,5262*	1,550	9,204	13,528	5,499	0,905	Muito alta

<sup>1</sup>: Limites de classes estabelecidos em Resende e Duarte (2007): Muito alta ( $AS \geq 0,90$ ), Alta ( $0,70 \leq AS < 0,90$ ), Moderada ( $0,50 \leq AS < 0,70$ ) e Baixa ( $AS < 0,50$ ). \*: Efeito significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. ns: Não significativo.

Apesar de Resende e Duarte (2007) recomendarem o número mínimo de 6 repetições como necessário para características de produção, e que a utilização de 2 a 4 repetições não possibilitariam a obtenção de níveis ideais de acurácia seletiva, para o melão cantaloupe foi observado que a utilização de 3 repetições possibilitou obtenção de valores médios para essa estatística de precisão superiores a 0,80, tanto para produtividade quanto para o teor de sólidos solúveis. Outros trabalhos têm demonstrado que mesmo com a utilização de um número de repetições relativamente inferior a seis, tem sido possível a obtenção de elevada precisão experimental em diversas culturas (Torres et al., 2015; Cargnelutti Filho e Gonçalves, 2011).

Com base nos valores médios observados para as estatísticas de precisão, observou-se que quanto maior foi a precisão experimental, mais facilmente foi observado efeito significativo para os genótipos, e a não verificação de efeito genotípico nos ensaios esteve

associada a uma baixa precisão experimental, evidenciada por meio de valores muito baixos para acurácia seletiva.

Considerando todos os casos, os valores para acurácia seletiva variaram entre 0,0810 (Ensaio 1) e 0,9935 (Ensaio 3), ambos observados para produtividade, com média de 0,8575. De acordo com os limites de classes estabelecidos em Resende e Duarte (2007), dos 18 casos avaliados, 10 foram considerados com precisão experimental muito alta, 7 com precisão alta e apenas 1 considerado com precisão baixa (Tabela 8). Portanto, houve variabilidade das precisões experimentais entre os caracteres e os ensaios e, de maneira geral, esses caracteres foram avaliados em condições experimentais satisfatórias.

Os valores para o coeficiente de repetibilidade variaram de 0,0022 a 0,9622, independente do caractere avaliado e do experimento. Para o coeficiente de determinação genotípico, a variação se deu entre 0,0066 e 0,9871 (Tabela 9).

Tabela 9. Estimativas dos coeficientes de repetibilidade ( $r$ ), dos coeficientes de determinação genotípicos ( $R^2$ ) e do número de medições (repetições) ( $J$ )<sup>(1)</sup> associado a diferentes  $R^2$  para produtividade e sólidos solúveis de 8 híbridos de melão Cantaloupe, avaliados em 9 experimentos. Mossoró-RN, 2020.

Estatística	Ensaio									Média de r
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )									
r	0,0022	0,7534	0,9622	0,8826	0,8394	0,8825	0,2444	0,4914	0,6120	0,6300
R <sup>2</sup>	0,0066	0,9016	0,9871	0,9575	0,9401	0,9575	0,4925	0,7435	0,8255	0,8363
	Estimativa de J									
R <sup>2</sup> =0,50	454,08	0,33	0,04	0,13	0,19	0,13	3,09	1,03	0,63	0,59
R <sup>2</sup> =0,55	554,98	0,40	0,05	0,16	0,23	0,16	3,78	1,26	0,77	0,72
R <sup>2</sup> =0,60	681,12	0,49	0,06	0,20	0,29	0,20	4,64	1,55	0,95	0,88
R <sup>2</sup> =0,65	843,29	0,61	0,07	0,25	0,36	0,25	5,74	1,92	1,18	1,09
R <sup>2</sup> =0,70	1059,52	0,76	0,09	0,31	0,45	0,31	7,21	2,41	1,48	1,37
R <sup>2</sup> =0,75	1362,23	0,98	0,12	0,40	0,57	0,40	9,27	3,10	1,90	1,76
R <sup>2</sup> =0,80	1816,31	1,31	0,16	0,53	0,77	0,53	12,36	4,14	2,54	2,35
R <sup>2</sup> =0,85	2573,11	1,86	0,22	0,75	1,08	0,75	17,52	5,86	3,59	3,33
R <sup>2</sup> =0,90	4086,70	2,95	0,35	1,20	1,72	1,20	27,82	9,31	5,71	5,29
R <sup>2</sup> =0,95	8627,48	6,22	0,75	2,53	3,63	2,53	58,73	19,66	12,05	11,16
	Sólidos solúveis (°Brix)									
r	0,5102	0,4973	0,5628	0,7713	0,5945	0,4978	0,8459	0,3528	0,6000	0,5814
R <sup>2</sup>	0,7576	0,7480	0,7943	0,9100	0,8148	0,7484	0,9427	0,6206	0,8182	0,8065
	Estimativa de J									
R <sup>2</sup> =0,50	0,96	1,01	0,78	0,30	0,68	1,01	0,18	1,83	0,67	0,72
R <sup>2</sup> =0,55	1,17	1,24	0,95	0,36	0,83	1,23	0,22	2,24	0,81	0,88
R <sup>2</sup> =0,60	1,44	1,52	1,17	0,44	1,02	1,51	0,27	2,75	1,00	1,08
R <sup>2</sup> =0,65	1,78	1,88	1,44	0,55	1,27	1,87	0,34	3,41	1,24	1,34
R <sup>2</sup> =0,70	2,24	2,36	1,81	0,69	1,59	2,35	0,43	4,28	1,56	1,68
R <sup>2</sup> =0,75	2,88	3,03	2,33	0,89	2,05	3,03	0,55	5,50	2,00	2,16
R <sup>2</sup> =0,80	3,84	4,04	3,11	1,19	2,73	4,03	0,73	7,34	2,67	2,88
R <sup>2</sup> =0,85	5,44	5,73	4,40	1,68	3,86	5,72	1,03	10,39	3,78	4,08
R <sup>2</sup> =0,90	8,64	9,10	6,99	2,67	6,14	9,08	1,64	16,51	6,00	6,48
R <sup>2</sup> =0,95	18,24	19,20	14,76	5,63	12,96	19,17	3,46	34,85	12,67	13,68

(1): Estimativas menores que 1 devem ser interpretadas como 1.

O valor médio para o coeficiente de repetibilidade  $r$  para os 9 ensaios com melão cantaloupe foi de 0,6300 para produtividade e de 0,5814 para sólidos solúveis. A estimativa do coeficiente de determinação genotípico ( $R^2$ ) a partir do valor médio de  $r$  variou entre 0,8363 (produtividade) e 0,8065 (sólidos solúveis), indicando que três repetições possibilitaram detectar diferenças genotípicas com 83,63% e 80,65% de certeza na predição do valor real do genótipo para produtividade e sólidos solúveis, respectivamente (Tabela 9).

Ensaio com outras culturas também tem atingido metas de acurácia seletiva de 90%, o que equivale a um coeficiente de determinação genotípico de 81%, adotando um número de repetições relativamente inferior às seis repetições recomendadas, teoricamente, em Resende e Duarte (2007). Esse fenômeno já foi observado em culturas como arroz (Cargnelutti Filho et al., 2012b), milho (Cargnelutti Filho et al., 2010) e feijão-caupi (Torres et al., 2015), no entanto, o uso de maior número de repetições deve ser encorajado para maximizar a precisão experimental. Esses valores para acurácia seletiva superiores a 90% são almejados nos experimentos, pois conferem precisão experimental muito alta na discriminação de genótipos superiores (Resende e Duarte, 2007).

A partir do valor médio do coeficiente de repetibilidade também foi possível observar a variação no valor do coeficiente de determinação genotípico em função do aumento no número de repetições, o que, de maneira geral, foi observado que os principais incrementos em  $R^2$  se deram até 3 repetições ( $J = 3$ ), sendo insignificantes os aumentos observados em  $R^2$  a partir desse número, resultando em ganhos inexpressivos na predição do valor real do genótipo para o melão cantaloupe (Figura 4).

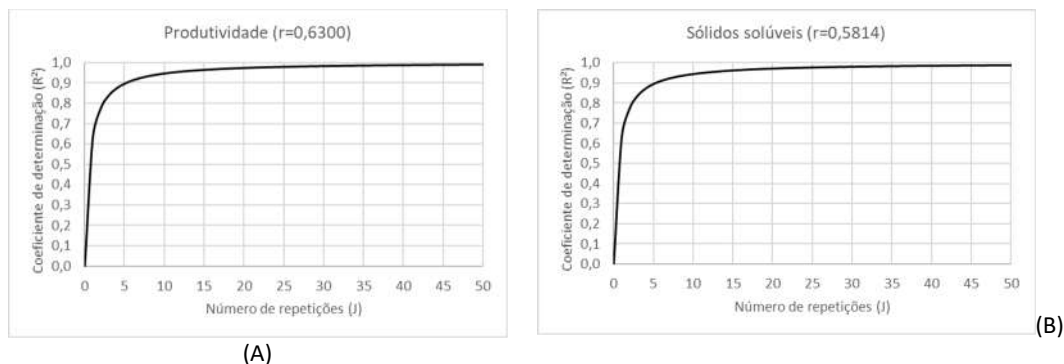


Figura 4. Estimativa dos coeficientes de determinação genotípico ( $R^2$ ) em função do número de medições/repetições ( $J$ ), com base no coeficiente de repetibilidade ( $r$ ) médio de 9 ensaios de avaliação de produtividade (A) e sólidos solúveis (B) de 8 genótipos de melão cantaloupe. Mossoró-RN, 2020.

### 3.4 Melão Gália

Foram avaliados 24 casos (12 experimentos e 2 caracteres) em 9 híbridos de melão tipo Gália, sendo observado efeito significativo do bloco em 41,7% dos casos para produtividade e 100% dos casos para sólidos solúveis, confirmando a necessidade de se trabalhar com esse tipo de delineamento, de forma a controlar o efeito dessa fonte de heterogeneidade (Tabela 10).

Tabela 10. Resumo da análise de variância contendo graus de liberdade (GL) e o quadrado médio para as fontes de variação, média, coeficiente de variação experimental (CV), valor do teste F para genótipo ( $F_G$ ), acurácia seletiva (AS) e precisão experimental<sup>(1)</sup> para produtividade de 9 genótipos de melão Gália, avaliados em 12 experimentos. Mossoró-RN, 2020.

Ensaio	QM (ANOVA)			Média	CV (%)	$F_G$	AS	Precisão <sup>1</sup>
	Bloco (2)	Genótipo (8)	Erro (16)					
Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )								
1	7,156 <sup>ns</sup>	26,139 <sup>ns</sup>	25,921	27,509	18,508	1,008	0,091	Baixa
2	92,780*	196,186*	8,148	29,269	9,752	24,079	0,979	Muito alta
3	10,082 <sup>ns</sup>	111,156*	25,514	28,925	17,463	4,357	0,878	Alta
4	70,697*	110,979*	1,921	28,108	4,931	57,774	0,991	Muito alta
5	8,227 <sup>ns</sup>	95,864*	21,349	22,916	20,163	4,490	0,882	Alta
6	9,159 <sup>ns</sup>	48,294 <sup>ns</sup>	19,211	24,982	17,545	2,514	0,776	Alta
7	26,770 <sup>ns</sup>	75,703 <sup>ns</sup>	34,483	24,231	24,235	2,195	0,738	Alta
8	57,026*	203,365*	0,950	25,592	3,809	213,978	0,998	Muito alta
9	97,498*	128,489*	6,630	27,605	9,327	19,381	0,974	Muito alta
10	8,647 <sup>ns</sup>	204,804*	10,683	23,424	13,954	19,171	0,974	Muito alta
11	10,825 <sup>ns</sup>	216,158*	9,219	22,794	13,321	23,448	0,978	Muito alta
12	23,795*	165,460*	1,062	23,596	4,368	155,785	0,997	Muito alta
Sólidos solúveis (° Brix)								
1	5,930*	5,162*	0,113	9,596	3,508	45,561	0,989	Muito alta
2	5,714*	5,622*	0,052	9,244	2,476	107,296	0,995	Muito alta
3	4,287*	5,435*	0,113	9,030	3,723	48,100	0,990	Muito alta
4	7,218*	13,238*	0,285	11,563	4,619	46,416	0,989	Muito alta
5	2,258*	2,015*	0,027	6,541	2,508	74,896	0,993	Muito alta
6	5,996*	10,085*	0,112	10,248	3,269	89,882	0,994	Muito alta
7	5,480*	9,259*	0,187	10,148	4,261	49,514	0,990	Muito alta
8	5,385*	4,616*	0,090	9,793	3,060	51,408	0,990	Muito alta
9	6,100*	3,900*	0,063	10,170	2,474	61,615	0,992	Muito alta
10	6,012*	2,620*	0,013	9,252	1,218	206,299	0,998	Muito alta
11	5,317*	3,238*	0,039	9,370	2,099	83,664	0,994	Muito alta
12	1,978*	21,497*	0,084	6,659	4,352	255,916	0,998	Muito alta

(1) Limites de classes estabelecidos em Resende e Duarte (2007): Muito alta ( $AS \geq 0,90$ ), Alta ( $0,70 \leq AS < 0,90$ ), Moderada ( $0,50 \leq AS < 0,70$ ) e Baixa ( $AS < 0,50$ ). (2) \*: Efeito significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. ns: Não significativo.

Para produtividade, o efeito dos genótipos foi significativo em 75% dos casos, e nesses os valores médios para  $F_G$ , AS, r e  $R^2$ , com base nas três repetições, foram de 58,0515;



0,9611; 0,8298 e 0,9257, respectivamente. Considerando os casos nos quais não foi observado efeito significativo dos genótipos, os valores médios para  $F_G$ , AS,  $r$  e  $R^2$  foram de 1,9059; 0,5350; 0,2077 e 0,3850, respectivamente. Portanto, de acordo com os limites de classes estabelecidos em Resende e Duarte (2007), os casos em que foi observado efeito significativo dos genótipos foram considerados de precisão experimental muito alta, enquanto os casos onde não houve efeito genotípico significativo, a precisão experimental foi tida como moderada. Portanto, pode-se suspeitar que a não discriminação dos genótipos por meio do teste F da análise de variância nesses casos pode ser devido à menor precisão experimental.

Os valores para acurácia seletiva (AS), independente do caractere avaliado, variou entre 0,0912 (produtividade, ensaio 1) e 0,9980 (sólidos solúveis, ensaio 12). Em relação aos limites de classes estabelecidos em Resende e Duarte (2007), dos 24 casos avaliados, 19 apresentaram precisão experimental muito alta ( $AS \geq 0,90$ ), 4 com precisão alta ( $0,70 \leq AS < 0,90$ ) e 1 caso com precisão experimental baixa ( $AS < 0,50$ ), evidenciando que há variabilidade das precisões experimentais entre os caracteres e os experimentos.

A magnitude da estimativa do coeficiente de repetibilidade ( $r$ ) variou entre 0,0028 e 0,9884, independentemente do caractere e do experimento. Para o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), os valores variaram entre 0,0083 e 0,9855 (Tabela 11). Os valores médios de  $r$  foram de 0,6742 e 0,9578, para produtividade e sólidos solúveis, respectivamente.

Tabela 11. Estimativas dos coeficientes de repetibilidade (r), dos coeficientes de determinação genotípicos ( $R^2$ ) e do número de medições (repetições) (J)<sup>(1)</sup> associado a diferentes  $R^2$  para produtividade e sólidos solúveis de 9 híbridos de melão tipo Gália, avaliados em 12 experimentos. Mossoró-RN, 2020.

Estatística	Ensaio												Média de r
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )												
r	0,0028	0,8850	0,5281	0,9498	0,5378	0,3354	0,2849	0,9861	0,8597	0,8583	0,8821	0,9810	0,6742
$R^2$	0,0083	0,9585	0,7705	0,9827	0,7773	0,6022	0,5445	0,9953	0,9484	0,9478	0,9574	0,9936	0,8613
	Estimativa de J												
$R^2=0,50$	357,54	0,13	0,89	0,05	0,86	1,98	2,51	0,01	0,16	0,17	0,13	0,02	0,48
$R^2=0,55$	436,99	0,16	1,09	0,06	1,05	2,42	3,07	0,02	0,20	0,20	0,16	0,02	0,59
$R^2=0,60$	536,30	0,19	1,34	0,08	1,29	2,97	3,76	0,02	0,24	0,25	0,20	0,03	0,72
$R^2=0,65$	663,99	0,24	1,66	0,10	1,60	3,68	4,66	0,03	0,30	0,31	0,25	0,04	0,90
$R^2=0,70$	834,25	0,30	2,09	0,12	2,01	4,62	5,86	0,03	0,38	0,39	0,31	0,05	1,13
$R^2=0,75$	1072,61	0,39	2,68	0,16	2,58	5,95	7,53	0,04	0,49	0,50	0,40	0,06	1,45
$R^2=0,80$	1430,14	0,52	3,58	0,21	3,44	7,93	10,04	0,06	0,65	0,66	0,53	0,08	1,93
$R^2=0,85$	2026,03	0,74	5,06	0,30	4,87	11,23	14,22	0,08	0,92	0,94	0,76	0,11	2,74
$R^2=0,90$	3217,82	1,17	8,04	0,48	7,74	17,84	22,59	0,13	1,47	1,49	1,20	0,17	4,35
$R^2=0,95$	6793,17	2,47	16,98	1,00	16,33	37,65	47,68	0,27	3,10	3,14	2,54	0,37	9,18
	Sólidos solúveis (°Brix)												
r	0,9369	0,9726	0,9401	0,9380	0,9610	0,9673	0,9418	0,9438	0,9528	0,9856	0,9650	0,9884	0,9578
$R^2$	0,9781	0,9907	0,9792	0,9785	0,9866	0,9889	0,9798	0,9805	0,9838	0,9952	0,9880	0,9961	0,9855
	Estimativa de J												
$R^2=0,50$	0,07	0,03	0,06	0,07	0,04	0,03	0,06	0,06	0,05	0,01	0,04	0,01	0,04
$R^2=0,55$	0,08	0,03	0,08	0,08	0,05	0,04	0,08	0,07	0,06	0,02	0,04	0,01	0,05
$R^2=0,60$	0,10	0,04	0,10	0,10	0,06	0,05	0,09	0,09	0,07	0,02	0,05	0,02	0,07
$R^2=0,65$	0,13	0,05	0,12	0,12	0,08	0,06	0,11	0,11	0,09	0,03	0,07	0,02	0,08
$R^2=0,70$	0,16	0,07	0,15	0,15	0,09	0,08	0,14	0,14	0,12	0,03	0,08	0,03	0,10
$R^2=0,75$	0,20	0,08	0,19	0,20	0,12	0,10	0,19	0,18	0,15	0,04	0,11	0,04	0,13
$R^2=0,80$	0,27	0,11	0,25	0,26	0,16	0,14	0,25	0,24	0,20	0,06	0,15	0,05	0,18
$R^2=0,85$	0,38	0,16	0,36	0,37	0,23	0,19	0,35	0,34	0,28	0,08	0,21	0,07	0,25
$R^2=0,90$	0,61	0,25	0,57	0,59	0,37	0,30	0,56	0,54	0,45	0,13	0,33	0,11	0,40
$R^2=0,95$	1,28	0,54	1,21	1,26	0,77	0,64	1,17	1,13	0,94	0,28	0,69	0,22	0,84

(1): Estimativas menores que 1 devem ser interpretadas como 1.

A variabilidade no valor de  $r$  e, conseqüentemente, na estimativa do número de repetições ( $J$ ) entre caracteres também foi observada em feijão-caupi (Torres et al., 2015) e em soja (Cargnalutti Filho e Gonçalves, 2011).

Por meio do valor médio do coeficiente de repetibilidade foi avaliada a variação no valor do coeficiente de determinação genotípico em função do aumento no número de repetições para produtividade e sólidos solúveis. O uso de 3 repetições mostrou-se ser mais do que suficiente, sendo insignificantes os aumentos observados em  $R^2$  a partir desse número, resultando em ganhos inexpressivos na predição do valor real do genótipo (Figura 5). A variabilidade no valor de  $r$  e, conseqüentemente, na estimativa do número de repetições ( $J$ ) entre caracteres também foi observada em feijão-caupi (Torres et al., 2015) e em soja (Cargnalutti Filho e Gonçalves, 2011).

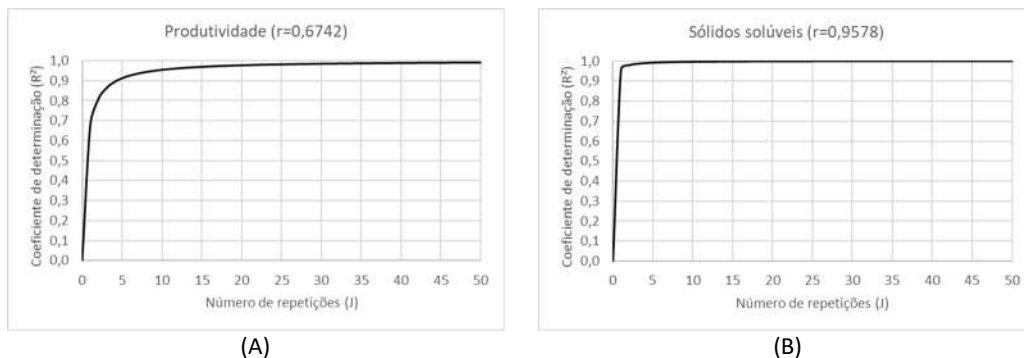


Figura 5. Estimativa dos coeficientes de determinação genotípico ( $R^2$ ) em função do número de medições/repetições ( $J$ ), com base no coeficiente de repetibilidade ( $r$ ) médio de 12 ensaios de avaliação de produtividade (A) e sólidos solúveis (B) de 9 genótipos de melão Gália. Mossoró-RN, 2020.

#### 4 CONCLUSÕES

- A exatidão no prognóstico do valor real dos híbridos, com o uso de três repetições, variou em função dos tipos de melão e do caráter avaliado;
- A utilização de três repetições permitiu identificar genótipos superiores com mais de 80% de exatidão, para produtividade e sólidos solúveis, nos ensaios com melão Cantaloupe e Gália, e para produtividade nos ensaios com melão Amarelo;
- Para os ensaios com os tipos Honey Dew e Pele de Sapo, para produtividade e sólidos solúveis, e para sólidos solúveis no tipo Amarelo, o uso de três repetições mostrou-se insuficiente para obtenção de predição do valor real dos genótipos com mais de 80% de exatidão, sendo necessário um maior número de repetições para maior precisão da avaliação.

## REFERÊNCIAS

- ABRAFRUTAS. **Dados de exportação 2020**. Disponível em: <<https://abrafrutas.org/2021/02/08/dados-de-exportacao-2020/>>. Acesso em 09 fev. 2021.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; BRAGA JUNIOR, R. L. C.; LÚCIO, A. D. Medidas de precisão experimental e número de repetições em ensaios de genótipos de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 10, p.1413-1421, 2012. (A)
- CARGNELUTTI FILHO, A.; GONÇALVES, E. C. P. Estimativa do número de repetições para a avaliação de caracteres de produtividade e de morfologia em genótipos de soja. **Comunicata Scientiae**, v. 2, n. 1, p.25-33, 2011.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; MARCHESAN, E.; SILVA, L. S.; TOEBE, M. Medidas de precisão experimental e número de repetições em ensaios de genótipos de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 3, p.336-343, 2012. (B)
- CARGNELUTTI FILHO, A.; RIBEIRO, N. D. Número de repetições para avaliação de caracteres de produção, fenologia e morfologia de cultivares de feijão. **Ciência Rural**, v. 40, n. 12, p.2446-2453, 2010.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L. Medidas do grau de precisão experimental em ensaios de competição de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 2, p.111-117, 2009.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L.; GUADAGNIN, J. P. Número de repetições para a comparação de cultivares de milho. **Ciência Rural**, v. 40, n. 5, p.1023-1030, 2010.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4. ed. Viçosa-MG: UFV, 2012. 514 p.
- FONTES, P. C. R.; PUIATTI, M. Cultura do melão. In: FONTES, P. C. R.; NICK, C. **Olericultura: teoria e prática**. 2. ed. Viçosa – MG: UFV, 2019. p. 555-579.
- MANFIO, C. E.; MOTOIKE, S. Y.; SANTOS, C. E. M.; PIMENTEL, L. D.; QUEIROZ, V.; SATO, A. Y. Repetibilidade em características biométricas do fruto de macaúba. **Ciência Rural**, v. 41, n. 1, p.70-76, 2011.
- MAPA. **CultivarWeb**. Disponível em: <[http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc//cultivarweb/cultivares\\_registradas.php](http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc//cultivarweb/cultivares_registradas.php)>. Acesso em 09 fev. 2021.
- NEVES, L. G.; BRUCKNER, C. H.; CRUZ, C. D.; BARELLI, M. A. A. Avaliação da repetibilidade no melhoramento de famílias de maracujazeiro. **Revista Ceres**, v. 57, n. 4, p.480-485, 2010.
- NUNES, G. H. S.; COSTA FILHO, J. H.; SILVA, D. J. H.; CARNEIRO, P. C. S.; DANTAS, M. S. M. Divergência genética entre linhagens de melão pele de Sapo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 765-773, 2011.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. 2. ed. Lavras – MG: UFLA, 2005. 322 p.

RESENDE, M. D. V. **Software SELEGEN-REML/BLUP**: sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 359p.

RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 3, p.182-194, 2007.

TORRES, F. E.; SAGRILO, E.; TEODORO, P. E.; RIBEIRO, L. P.; CARGNALUTTI FILHO, A. Número de repetições para avaliação de caracteres em genótipos de feijão-caupi. **Bragantia**, v. 74, n. 2, p.161-168, 2015.

## CAPÍTULO II

### Qualidade experimental de ensaios com melão para avaliação de produtividade e sólidos solúveis

#### RESUMO

A qualidade dos ensaios de campo tem sido usualmente avaliada pela magnitude do erro experimental medida pelo coeficiente de variação, porém essa classificação tem se mostrado muito abrangente e não considera a natureza do ensaio quanto à cultura estudada e quanto à variável utilizada, o que dificulta a avaliação. Em virtude disso, outras estatísticas têm sido propostas para avaliação da precisão experimental, como exemplo a acurácia seletiva e o valor do teste F para o genótipo. Com isso, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a adequabilidade das estatísticas acurácia seletiva e o valor do teste F para genótipo como medidas de precisão em experimentos com melão. Foram usados dados de produtividade e sólidos solúveis de cinquenta ensaios avaliando híbridos de melão, realizados no estado do Rio Grande do Norte entre os anos de 2015 e 2017. Foi estudada a relação entre dez estatísticas estimadas para cada ensaio e, com base nelas, realizadas as análises de correlação e de trilha. A acurácia seletiva e o valor do teste F para genótipo mostraram-se mais adequadas para avaliação da precisão dos experimentos de competição de genótipos de melão, em relação ao coeficiente de variação, tanto para produtividade quanto para sólidos solúveis, por contemplarem a variabilidade genética.

Palavras-chave: *Cucumis melo* L.. Acurácia seletiva. Precisão experimental. Teste F. Coeficiente de variação.

## ABSTRACT

### **Experimental quality of trials with melon to evaluate productivity and soluble solids**

The quality of the field trials has usually been assessed by the magnitude of the experimental error measured by the coefficient of variation, however this classification has been shown to be very comprehensive and does not consider the nature of the trial regarding to the crop studied and to the variable used, which makes it difficult to evaluation. Therefore, other statistics have been proposed for the evaluation of experimental precision, such as the selective accuracy and the value of the F test for the genotype. Thus, this work was developed with the objective of evaluating the suitability of the selective accuracy statistics and the value of the F test for genotype as measures of precision in experiments with melon. Productivity and soluble solids data from fifty trials were used evaluating melon hybrids, performed in the Rio Grande do Norte State between the years 2015 and 2017. The relationship among ten estimated statistics for each trial was studied and, based on them, correlation analysis and path analysis were performed. The selective accuracy and the value of the F test for genotype proved to be more adequate to evaluate the precision of the melon genotype competition trials, in relation to the variation coefficient, both for productivity and for soluble solids, as they contemplate genetic variability.

Key words: *Cucumis melo* L.. Selective accuracy. Experimental precision. F-test. Coefficient of variation.



## 1 INTRODUÇÃO

A inserção e posterior recomendação de novos materiais genéticos para cultivo em determinada região produtora passa, obrigatoriamente, pela fase de testes em campo, onde poderá ser verificada a adaptabilidade às condições edafoclimáticas locais. Para a cultura do melão, híbridos oriundos de diversos países são introduzidos nas principais regiões produtoras da fruta no Nordeste brasileiro, para testes de campo e posterior cultivo (Crisóstomo e Aragão, 2013).

Como esses genótipos não são, necessariamente, desenvolvidos especificamente para o clima dessa região, podem apresentar diferentes respostas quanto a produtividade e qualidade dos frutos, características essas que são fortemente influenciadas pelo ambiente e manejo. Por isso, os experimentos de campo são essenciais nos programas de melhoramento genético e no processo de recomendação de cultivares, sendo desejável alto grau de precisão experimental e, conseqüentemente, alta acurácia na inferência sobre as médias genótípicas (Resende e Duarte, 2007).

A qualidade de um ensaio é usualmente avaliada pela magnitude do erro experimental, medida pelo coeficiente de variação (CV). Esse tipo de erro pode interferir nas análises e conclusões dos ensaios pois quanto maior for o mesmo, a diferença entre os tratamentos testados poderá não ser detectada (Lucio et al., 2004).

O CV vem sendo utilizado há muito tempo como a estatística que dá a ideia da precisão experimental (Pimentel-Gomes, 2009), sua medida corresponde ao desvio padrão expresso em percentagem da média e que, por envolver o resíduo da análise de variância, embora envolva também a média, corresponde como uma medida de precisão do experimento de forma que quanto menor for sua estimativa, maior será a precisão experimental (Silva, 2013).

Embora a classificação do CV proposta por Pimentel-Gomes (2009) seja bastante utilizada nos mais diversos experimentos como a forma de medir a precisão experimental, essa classificação é abrangente e não considera a natureza do ensaio quanto à cultura estudada e, principalmente, quanto à variável utilizada (Lima et al., 2004). Em diversas culturas tem sido desenvolvidos trabalhos relacionados ao estabelecimento de valores críticos de CV para o controle de qualidade dos ensaios com base nos CVs de conjunto de ensaios semelhantes e, por meio dos mesmos, tem se observado que há uma diversidade de valores críticos relacionados às espécies, caracteres e manejos, o que dificulta o monitoramento da qualidade dos ensaios (Cargnelutti Filho e Storck, 2007).

Em estudo envolvendo 98 ensaios realizados com melão, foi observada uma ampla variação entre CVs dentro de cada característica, sendo essa variação entre experimentos decorrente das condições distintas nas quais eles foram realizados (Lima et al., 2004). Em razão dessa variabilidade, é necessária a classificação específica dos CVs para cada característica. Portanto, a fim de que se possa ter um referencial na comparação de experimentos distintos, há a necessidade de classificação do CV para a realidade inerente de cada cultura (Lima et al., 2004). Além disso, o CV não leva em consideração o número de repetições, fato que influi decisivamente na precisão de qualquer ensaio, pois tem efeito no teste de F e em todos os testes de comparação de média (Silva, 2013).

Com isso, outras estatísticas têm sido propostas para avaliação da precisão dos experimentos como a acurácia seletiva, o valor do teste F para o efeito de cultivar e o coeficiente de determinação genotípico. Essas estatísticas têm se mostrado mais adequadas que o CV para esse fim (Resende e Duarte, 2007). Sobre a acurácia seletiva, esses autores destacam ainda que, embora pouco estudada, essa estatística consiste em um dos parâmetros mais relevantes para a avaliação da qualidade de um ensaio, pois não depende apenas da magnitude da variação residual e do número de repetições, mas também da proporção entre as variações de natureza genética e residual associadas ao caráter avaliado.

Essas estatísticas estão sendo testadas em diversas culturas para avaliação da qualidade experimental, mostrando-se adequadas para avaliação da precisão experimental em ensaios de competição de genótipos de culturas como milho (Cargnelutti Filho e Storck, 2007), feijão e soja (Cargnelutti Filho et al., 2009), cana-de-açúcar (Cargnelutti Filho et al., 2012a) e arroz irrigado (Cargnelutti Filho et al., 2012b). Portanto, esse estudo foi realizado objetivando avaliar a adequabilidade dessas estatísticas para o controle ou monitoramento da qualidade dos experimentos com melão.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Para o estudo foram utilizados dados de um total de 50 experimentos, envolvendo o estudo de 48 híbridos de melão dos tipos Honey Dew, Amarelo, Pele de Sapo, Cantaloupe e Gália, avaliando os caracteres produtividade e sólidos solúveis, totalizando 100 casos. Os experimentos foram conduzidos entre os anos de 2015 e 2017, para os tipos de melão com três anos de ensaios, e para o tipo Amarelo, os experimentos foram realizados em duas estações de cultivo no ano de 2017. O número de híbridos, locais, anos de avaliação e experimentos para cada tipo de melão pode ser conferido na tabela 12. Todos os ensaios foram realizados em municípios do Agropolo Mossoró-Assu, Estado do Rio Grande do Norte.

Tabela 12. Número de genótipos, locais e anos para cada tipo de melão estudado. Mossoró-RN, 2020.

Tipo	Número de genótipos	Locais	Anos	Número de experimentos
Honey Dew	10	4	3	12
Amarelo	13	4	2	8
Pele de sapo	8	3	3	9
Cantaloupe	8	3	3	9
Gália	9	4	3	12
Total	48	-	-	50

Os ensaios foram conduzidos em delineamento em blocos casualizados com três repetições, sendo a parcela composta por duas linhas de cinco metros, no espaçamento 2,0 x 0,5, totalizando 20 plantas por parcela, sendo as plantas das extremidades consideradas bordadura de cabeceira. As práticas culturais foram feitas de acordo com a necessidade da cultura, obedecendo à recomendação de manejo e práticas culturais padrão para o cultivo de melão no Estado do Rio Grande do Norte (Nunes et al., 2011).

Os caracteres utilizados no estudo foram a produtividade comercial e o teor de sólidos solúveis nos frutos, considerados como os mais importantes para a cultura, do ponto de vista comercial segundo os próprios produtores. A produtividade foi obtida pela pesagem de todos os frutos comerciais colhidos na parcela para cada tipo de melão. O teor de sólidos solúveis totais foi aferido mediante retirada uma amostra de aproximadamente 2/3 da espessura da polpa na região equatorial do fruto, no sentido da cavidade. A amostra foi pressionada manualmente até que uma parte do suco fosse depositada em um refratômetro digital (Digital Refractometer Palette 100<sup>®</sup>), no qual foi determinado o teor de sólidos solúveis. Para as medições do teor de sólidos solúveis foram amostrados oito frutos por parcela.

Para cada experimento, realizou-se a análise de variância com nível nominal de significância  $\alpha = 0,05$ , utilizando o modelo estatístico  $y = Xr + Zg + e$ , em que  $y$  é o vetor de dados,  $r$  é o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados à média geral,  $g$  é o vetor dos efeitos genotípicos (assumidos como aleatórios), e  $e$  é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência (Resende, 2007).

A partir dos resultados da análise de variância, foram obtidas as estimativas do quadrado médio do bloco ( $QM_B$ ), do quadrado médio do genótipo ( $QM_G$ ), do quadrado médio do erro ( $QM_E$ ) e do valor do teste F para genótipo ( $F_G = QM_G/QM_E$ ). Foram calculados ainda a média geral do experimento ( $m$ ), a amplitude das médias ( $H = \text{média máxima} - \text{média mínima}$ ) e o coeficiente de variação ( $CV = 100 \sqrt{QM_E/m}$ ).

A acurácia seletiva (AS) foi estimada por meio da expressão  $AS = \sqrt{1 - 1/F_G}$ , e a herdabilidade máxima no sentido amplo ( $h^2$ ), representada pelo coeficiente de repetibilidade ( $r$ ), foi estimada por meio da expressão  $r = \frac{(QM_G - QM_E)/J}{(QM_G - QM_E)/J + QM_E}$ , sendo  $J$  o número de repetições. O coeficiente de determinação genotípico ( $R^2$ ), que representa a certeza da predição do valor real dos genótipos selecionados, com base em  $J$  medições realizadas, foi obtido pela expressão  $R^2 = \frac{Jr}{1+r(J-1)}$  (Cruz et al., 2012).

A diferença mínima significativa (DMS) entre as cultivares pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, expresso em percentagem da média, foi obtida pela expressão  $DMS = 100 \Delta/\bar{m}$ , em que  $\bar{m}$  é a estimativa da média geral do ensaio e  $\Delta$  é a diferença mínima significativa entre as cultivares pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, obtida pela expressão  $\Delta = q_{\alpha(n;GL_E)}(QM_E/J)^{0,5}$ , na qual  $q_{\alpha(n;GL_E)}$  é o valor crítico para uso no teste Tukey;  $n$  é o número de cultivares e  $GL_E$  é o número de graus de liberdade do erro.

Em relação às estatísticas  $QM_G$ ,  $QM_E$ ,  $m$ ,  $H$ ,  $h^2$ ,  $R^2$ ,  $CV$ ,  $DMS$ ,  $F_G$  e  $AS$ , obtidas nos ensaios com cada tipo de melão, foram calculados os valores mínimo, médio e máximo, e a medida de dispersão (desvio padrão), tendo-se realizado o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov. Em seguida, foi calculado o coeficiente de correlação linear de Pearson entre as estatísticas, e sua significância foi verificada por meio do teste t de Student, a 5% de probabilidade. Realizou-se ainda o diagnóstico de multicolinearidade e a análise de trilha (Cruz et al., 2012) das variáveis principais, candidatas a medidas de precisão ( $CV$ ,  $DMS$ ,  $F_G$  e  $AS$ ) em função das variáveis explicativas ( $QM_G$ ,  $QM_E$ ,  $m$ ) utilizando o programa GENES (Cruz, 2001).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo do genótipo em 33 ensaios para produtividade (66%) e em 36 ensaios para sólidos solúveis (72%), o que indica que houve variabilidade genética entre os híbridos de melão para essas variáveis. Nos demais casos não houve efeito significativo para o genótipo. Do ponto de vista da discriminação de cultivares, por algum critério de controle de qualidade, somente os ensaios nos quais não foi observado efeito de cultivar poderiam ser descartados, porém isso deve ser visto com cautela, pois a não observação de efeito genotípico pode ser atribuída a sua inexistência ou também ao erro experimental muito alto (Cargnelutti Filho e Storck, 2007).

O coeficiente de variação (CV) variou de 3,81% a 46,61%, para produtividade, e de 1,22% a 17,50% para sólidos solúveis (Tabela 13). Os valores para o CV em sólidos solúveis foram inferiores aos observados no caráter produtividade, o que é esperado para características medidas em laboratório, em relação àquelas medidas em campo (Lima et al., 2004).

Tabela 13. Média, mínimo e máximo, desvio padrão, coeficiente de variação (CV) e valor p do teste de normalidade de Kolmogorov Smirnov das estatísticas dos dados de produtividade e sólidos solúveis de 50 ensaios com melão. Mossoró-RN, 2020.

Estatística <sup>(1)</sup>	Média	Mínimo	Máximo	Desvio padrão	CV	Valor-p
Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )						
QM <sub>G</sub>	161,1935	11,02750	478,7885	130,1017	80,71	0,0270
QM <sub>E</sub>	45,1028	0,95040	309,5361	61,4152	136,17	0,0016
m	30,8423	19,84467	55,1670	7,8843	25,56	0,4014
H	0,6806	0,21365	1,2179	0,2946	43,28	0,4548
h <sup>2</sup>	0,4955	0,00220	0,9861	0,3075	62,05	0,8126
R <sup>2</sup>	0,6578	0,00656	0,9953	0,3074	46,73	0,1001
CV	17,8071	3,80930	46,6132	9,2738	52,08	0,8340
DMS	51,8620	11,0625	136,4446	27,0328	52,12	0,7653
F <sub>G</sub>	16,0106	1,00661	213,9782	37,9612	237,10	0,0000
AS	0,7675	0,08102	0,9977	0,2648	34,50	0,0181
Sólidos solúveis (°Brix)						
QM <sub>G</sub>	4,39887	0,471500	21,4969	4,38281	99,63	0,0569
QM <sub>E</sub>	0,65722	0,012700	2,1163	0,48836	74,31	0,7547
m	10,54249	6,540700	14,5828	2,05117	19,46	0,4298
H	0,33664	0,082822	1,3114	0,21387	63,53	0,4687
h <sup>2</sup>	0,53433	0,003049	0,9884	0,31914	59,73	0,2885
R <sup>2</sup>	0,68764	0,009092	0,9961	0,30486	44,33	0,0286
CV	7,23701	1,218066	17,5025	3,67489	50,78	0,6391
DMS	21,0535	3,5374	50,4243	10,5814	50,26	0,7591
F <sub>G</sub>	25,51304	1,009175	255,9155	50,33908	197,31	0,0000
AS	0,78740	0,095351	0,9980	0,26271	33,36	0,0039

<sup>(1)</sup> QM<sub>G</sub>: Quadrado médio de genótipo; QM<sub>E</sub>: Quadrado médio do erro; m: Média geral do ensaio; H: Amplitude das médias; h<sup>2</sup>: Herdabilidade máxima no sentido amplo; R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinação genotípico; CV: Coeficiente de variação; DMS: Diferença mínima significativa entre os genótipos pelo teste Tukey a 5%, em percentagem da média; F<sub>G</sub>: Valor do teste F para o genótipo; AS: Acurácia seletiva.

A diferença mínima significativa, entre os genótipos, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, expresso em percentagem da média, variou de 11,06% a 136,44% para produtividade, e de 3,54% a 50,42% para sólidos solúveis (Tabela 13).

Conforme classificação proposta por Pimentel-Gomes e Garcia (2002), foram observados CVs desde baixos até muito altos nos casos referentes à produtividade, e para sólidos solúveis, os CVs foram classificados entre baixo e médio. Ensaio com CV tido como alto, remetendo a menor precisão experimental, a princípio poderiam ser descartados, porém, dos 100 casos estudados (50 para produtividade e 50 para sólidos solúveis), dos quais 17 apresentaram  $CV > 20\%$ , e em 9 desses não foi observado efeito significativo do genótipo. Portanto, em 47% dos casos com  $CV > 20\%$ , que a princípio poderiam ser descartados, foi observado efeito significativo dos genótipos e, por isso, seus resultados não devem ser desconsiderados. A observação de efeito significativo dos genótipos não, necessariamente, qualifica o experimento como preciso, pois esse teste apenas indica que há diferenças entre dois ou mais genótipos, sendo importante classificar os experimentos por meio de outras medidas de precisão (Cargnalutti Filho et al., 2012b; Benin et al., 2013).

Houve variabilidade entre as estatísticas  $QM_E$ ,  $QM_G$ ,  $m$ ,  $H$ ,  $h^2$ ,  $R^2$ ,  $CV$ ,  $DMS$ ,  $F_G$  e  $AS$ , obtidas para cada um dos 50 ensaios, para produtividade ( $25,56\% \leq CV \leq 237,10\%$ ) e para sólidos solúveis ( $19,46\% \leq CV \leq 197,31\%$ ), o que confere maior abrangência às inferências realizadas, incluindo cenários extremos. Entre essas estatísticas, apenas os dados do  $QM_G$ ,  $QM_E$ ,  $F_G$  e  $AS$ , para produtividade, e os dados de  $R^2$ ,  $F_G$  e  $AS$ , para sólidos solúveis, não se ajustaram à distribuição normal, de acordo com os valores-p do teste de Kolmogorov-Smirnov ( $p > 0,05$ ), apresentando valores menores ou iguais a 0,05. Contudo, o elevado número de ensaios (50), aliado a variabilidade das estatísticas entre eles, qualifica o banco de dados para o estudo proposto (Tabela 13).

Houve correlação linear positiva ( $p \leq 0,05$ ) entre  $CV$  e  $DMS$  ( $r = 1,00$ ), tanto para produtividade quanto para sólidos solúveis (Tabela 14), indicando que a utilização de ambas para classificação de precisão experimental fornece informações redundantes. Esse fenômeno também foi observado quando avaliada a precisão experimental em ensaios de produção de grãos em milho (Cargnelutti Filho e Storck, 2007) e em feijão caupi (Teodoro et al., 2016).

Foi ainda observada forte associação linear positiva entre as estatísticas  $h^2$  e  $R^2$ , em relação a  $F_G$  e  $AS$ , tanto para produtividade quanto para sólidos solúveis, revelando semelhança entre as estatísticas, não havendo necessidade de se optar por todas, no caso de serem adequadas à avaliação da precisão experimental, optando-se por usar  $F_G$  e  $AS$  pela facilidade do cálculo. Os valores da estatística  $F$  para os efeitos dos tratamentos na análise de

variância, por exemplo, podem servir como padrão para avaliar a qualidade de experimentos de competição de cultivares, pois, esse valor independe da espécie cultivada e do caráter em avaliação (Resende e Duarte, 2007).

Tabela 14. Coeficientes de correlação de Pearson entre as estatísticas de 50 ensaios com melão, em relação à produtividade e ao teor de sólidos solúveis. Mossoró-RN, 2020.

Estatística <sup>1</sup>	QM <sub>E</sub>	m	H	h <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	CV	DMS	F <sub>G</sub>	AS
Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )									
QM <sub>G</sub>	0,70*	0,49*	0,70*	0,19 <sup>n.s.</sup>	0,26 <sup>n.s.</sup>	0,48*	0,49*	0,07 <sup>n.s.</sup>	0,30*
QM <sub>E</sub>		0,56*	0,18 <sup>n.s.</sup>	-0,43*	-0,33 <sup>n.s.</sup>	0,84*	0,85*	-0,25 <sup>n.s.</sup>	-0,22 <sup>n.s.</sup>
m			-0,11 <sup>n.s.</sup>	-0,17 <sup>n.s.</sup>	-0,05 <sup>n.s.</sup>	0,22 <sup>n.s.</sup>	0,22 <sup>n.s.</sup>	-0,23 <sup>n.s.</sup>	0,04 <sup>n.s.</sup>
H				0,61*	0,59*	0,13 <sup>n.s.</sup>	0,13 <sup>n.s.</sup>	0,40*	0,59*
h <sup>2</sup>					0,95*	-0,63*	-0,63*	0,53*	0,88*
R <sup>2</sup>						-0,53*	-0,52*	0,39*	0,98*
CV							1,00*	-0,44*	-0,42*
DMS								-0,44*	-0,41*
F <sub>G</sub>									0,32*
Sólidos solúveis (°Brix)									
QM <sub>G</sub>	0,13 <sup>n.s.</sup>	-0,37*	0,91*	0,60*	0,55*	0,13 <sup>n.s.</sup>	0,12 <sup>n.s.</sup>	0,49*	0,49*
QM <sub>E</sub>		-0,02 <sup>n.s.</sup>	0,04 <sup>n.s.</sup>	-0,42*	-0,26 <sup>n.s.</sup>	0,92*	0,92*	-0,51*	-0,18 <sup>n.s.</sup>
m			-0,62*	-0,47*	-0,43*	-0,28*	-0,27 <sup>n.s.</sup>	-0,39*	-0,39*
H				0,65*	0,61*	0,15 <sup>n.s.</sup>	0,15 <sup>n.s.</sup>	0,59*	0,56*
h <sup>2</sup>					0,95*	-0,37*	-0,37*	0,62*	0,87*
R <sup>2</sup>						-0,21 <sup>n.s.</sup>	-0,21 <sup>n.s.</sup>	0,46*	0,98*
CV							1,00*	-0,50*	-0,13 <sup>n.s.</sup>
DMS								-0,50*	-0,14 <sup>n.s.</sup>
F <sub>G</sub>									0,37*

<sup>(1)</sup> QM<sub>G</sub>: Quadrado médio de genótipo; QM<sub>E</sub>: Quadrado médio do erro; m: Média geral do ensaio; H: Amplitude das médias; h<sup>2</sup>: Herdabilidade; R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinação genotípico; CV: Coeficiente de variação; DMS: Diferença mínima significativa entre os genótipos pelo teste Tukey a 5%; F<sub>G</sub>: Valor do teste F para o genótipo; AS: Acurácia seletiva. h<sup>ns</sup>: Não significativo; \*: Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t, com 48 graus de liberdade.

Em virtude da elevada correlação entre as variáveis QM<sub>G</sub> e H, tanto para produtividade ( $r=0,70$ ), quanto para sólidos solúveis ( $r=0,91$ ), a variável H não foi inserida na análise de trilha. A retirada de uma ou mais variáveis independentes, altamente correlacionadas, constitui uma correção recomendada, pois quando a multicolinearidade aumenta, a habilidade de definir quaisquer efeitos das variáveis diminui (Souza, 2013). O diagnóstico de multicolinearidade realizado na matriz de correlação linear de Pearson (Tabela 14) entre as estatísticas QM<sub>G</sub>, QM<sub>E</sub> e m, resultou no número de condição de 7,43 para produtividade, e de 2,28 para sólidos solúveis, o que confere fraca colinearidade ( $NC < 100$ ), permitindo a realização adequada da análise de trilha (Montgomery e Peck, 1992, *apud* Souza, 2013; Cruz et al., 2012).

Usando a análise de trilha, observou-se que as variáveis principais formaram dois grupos, com resultados semelhantes dentro do grupo e distintos entre os grupos (Tabelas 15 e 16). As estatísticas CV e DMS formaram o primeiro grupo, e o F<sub>G</sub> e a AS formaram o segundo. As elevadas associações lineares positivas entre CV e DMS ( $r=1,00$ ), tanto para

produtividade quanto para sólidos solúveis, e a associação positiva significativa entre  $F_G$  e AS para produtividade ( $r=0,32$ ) e sólidos solúveis ( $r=0,37$ ), além das fracas e/ou negativas associações entre as estatísticas de grupos distintos, confirmam a existência dos dois grupos. Esses resultados estão de acordo com os observados por Cargnelutti Filho e Storck (2007), Cargnelutti Filho et al. (2012 b), Teodoro et al. (2016), e eles concordaram que a utilização das estatísticas  $F_G$  e AS foram mais adequadas que o CV e a DMS para avaliação da precisão experimental em genótipos de milho, arroz irrigado e feijão caupi, respectivamente.

Tabela 15. Estimativa dos coeficientes de correlação de Pearson e respectivas estimativas dos efeitos diretos e indiretos das estatísticas quadrado médio do genótipo ( $QM_G$ ), quadrado médio do erro ( $QM_E$ ) e média geral do ensaio (m) sobre as estatísticas coeficiente de variação (CV), diferença mínima significativa (DMS) pelo teste Tukey a 5% de probabilidade em percentagem de média, valor do teste F para genótipo ( $F_G$ ) e acurácia seletiva (AS) para os dados de produtividade de 50 ensaios com melão. Mossoró-RN, 2020.

Variável	Efeito	Variável principal			
		CV	DMS	$F_G$	AS
$QM_G$	Direto	-0,1457	-0,1380	0,5198	0,8683
	Indireto via $QM_E$	0,7942	0,8011	-0,3492	-0,6241
	Indireto via m	-0,1686	-0,1731	-0,1006	0,0558
	Correlação de Pearson (r)	0,48*	0,49*	0,07 <sup>n.s.</sup>	0,30*
$QM_E$	Direto	1,1346	1,1444	-0,4989	-0,8916
	Indireto via $QM_G$	-0,1020	-0,0966	0,3639	0,6078
	Indireto via m	-0,1926	-0,1978	-0,1150	0,0637
	Correlação de Pearson (r)	0,84*	0,85*	-0,25 <sup>n.s.</sup>	-0,22 <sup>n.s.</sup>
m	Direto	-0,3440	-0,3533	-0,2053	0,1138
	Indireto via $QM_G$	-0,0714	-0,0676	0,2547	0,4255
	Indireto via $QM_E$	0,6354	0,6409	-0,2794	-0,4992
	Correlação de Pearson (r)	0,22 <sup>n.s.</sup>	0,22 <sup>n.s.</sup>	-0,23 <sup>n.s.</sup>	0,04 <sup>n.s.</sup>
Coeficiente de determinação		0,8075	0,8274	0,2083	0,4612
Variável residual		0,4388	0,4154	0,8898	0,7340

<sup>ns.</sup>: Não significativo; \*: Significativo pelo teste t a 5% de probabilidade, com 48 graus de liberdade.

No conjunto dos 50 ensaios, houve correlação significativa entre  $QM_G$  e CV ( $r=0,48$ ) e  $QM_G$  e DMS ( $r=0,49$ ), porém os efeitos diretos do  $QM_G$  sobre o CV (-0,1457) e sobre a DMS (-0,1380) foram em sentido desfavorável, com sinal diferente do de r, indicando ausência de causa e efeito. A partir desses resultados pode-se inferir que, para produtividade de melão, não há associação entre a variabilidade genética ( $QM_G$ ) e o CV e a DMS, indicando que a classificação da precisão experimental por essas estatísticas independe da variabilidade genética. Esses resultados estão de acordo com os observados em culturas como arroz irrigado (Cargnelutti Filho et al., 2012b), cana-de-açúcar (Cargnelutti Filho et al., 2012a) e feijão-caupi (Teodoro et al., 2016).



Houve associação linear positiva entre o  $QM_E$  e as estatísticas CV ( $r=0,84$ ) e DMS ( $r=0,85$ ), com elevado efeito direto do  $QME$ , e de mesmo sinal do  $r$ , tanto sobre o CV (1,1346), quanto sobre a DMS (1,1444), indicando que essas estatísticas têm associação com a variância residual. Não foi observada associação linear entre a média e as estatísticas CV ( $r=0,22$ ) e DMS ( $r=0,22$ ), com efeito direto da média sobre o CV (-0,3440) e a DMS (-0,3533) de sinal diferente de  $r$ , configurando a ausência da causa e efeito. Esses resultados indicam que experimentos mais precisos (menores escores para CV e DMS) estão associados a menores variâncias residuais e independem da média de produtividade e da variabilidade genética do grupo de genótipos de melões avaliados.

Mesmo sendo independentes da média para produtividade, característica importante para estatísticas de precisão experimental, as estatísticas CV e DMS não contemplam a variabilidade genética, o que faz com que a avaliação da qualidade de experimentos de competição de cultivares com base apenas nessas estatísticas seja inadequada, haja vista não se considerar o nível da variação genotípica expressa no caráter (Resende e Duarte, 2007).

Com relação às estatísticas  $F_G$  e AS, observou-se que não houve associação significativa entre  $QM_G$  e  $F_G$  ( $r=0,07$ ), porém o efeito direto do  $QM_G$  sobre  $F_G$  (0,5198) foi maior e de mesmo sinal de  $r$ , configurando relação de causa e efeito. Para a AS houve associação positiva ( $r=0,30$ ) e de elevado efeito direto do  $QM_G$  sobre a mesma (0,8683). Apesar dos baixos valores para os coeficientes de correlação linear entre  $QM_E$  e as estatísticas  $F_G$  (-0,25) e AS (-0,22), os efeitos diretos sobre  $F_G$  (-0,4989) e sobre AS (-0,8916) foram maiores e de mesmo sinal de  $r$ , revelando verdadeira associação linear negativa. Com relação à média, não houve correlação com  $F_G$  ( $r=-0,23$ ) e com AS ( $r=0,04$ ), e os efeitos diretos foram desprezíveis (Tabela 15).

Com base nesses resultados, ensaios mais precisos para produtividade de melão (maiores escores para  $F_G$  e AS) estão associados a maiores variâncias genéticas e menores variâncias residuais, e independem da média. Essas características confirmam a adequabilidade dessas estatísticas como medidas de precisão experimental para ensaios com genótipos de melão.

Para sólidos solúveis não foi observada associação linear entre o  $QM_G$  e as estatísticas CV ( $r=0,13$ ) e DMS ( $r=0,12$ ), com efeito direto do  $QM_G$  sobre o CV (-0,1011) e DMS (-0,1086) de sinal diferente de  $r$ , indicando a ausência de causa e efeito. Contudo, foi observada associação linear positiva entre o  $QM_E$  e as estatísticas CV ( $r=0,92$ ) e a DMS ( $r=0,92$ ), com elevado efeito direto, e de mesmo sinal de  $r$ , de  $QM_E$  sobre o CV (0,9272) e sobre a DMS (0,9283). Em relação à média, houve correlação linear negativa com o CV ( $r=-0,28$ ), com

efeito direto maior e de mesmo sinal de  $r$  (-0,2989) sobre o CV, e apesar de não ser observada associação significativa entre a média e a DMS ( $r=-0,27$ ), o efeito direto da média sobre a DMS (-0,2916) foi maior e de mesmo sinal de  $r$ , configurando assim a verdadeira associação linear negativa entre ambas (Tabela 16).

Tabela 16. Estimativa dos coeficientes de correlação de Pearson e respectivas estimativas dos efeitos diretos e indiretos das estatísticas quadrado médio do genótipo ( $QM_G$ ), quadrado médio do erro ( $QM_E$ ) e média geral do ensaio ( $m$ ) sobre as estatísticas coeficiente de variação (CV), diferença mínima significativa (DMS) pelo teste Tukey a 5% de probabilidade em percentagem de média, valor do teste F para genótipo ( $F_G$ ) e acurácia seletiva (AS) para os dados de sólidos solúveis de 50 ensaios com melão. Mossoró-RN, 2020.

Variável	Efeito	Variável principal			
		CV	DMS	$F_G$	AS
$QM_G$	Direto	-0,1011	-0,1086	0,4825	0,4348
	Indireto via $QM_E$	0,1205	0,1207	-0,0750	-0,0314
	Indireto via $m$	0,1106	0,1079	0,0825	0,0866
	Correlação de Pearson ( $r$ )	0,13 <sup>n.s.</sup>	0,12 <sup>n.s.</sup>	0,49*	0,49*
$QM_E$	Direto	0,9272	0,9283	-0,5772	-0,2412
	Indireto via $QM_G$	-0,0131	-0,0141	0,0627	0,0565
	Indireto via $m$	0,0060	0,0058	0,0045	0,0047
	Correlação de Pearson ( $r$ )	0,92*	0,92*	-0,51*	-0,18 <sup>n.s.</sup>
$m$	Direto	-0,2989	-0,2916	-0,2230	-0,2339
	Indireto via $QM_G$	0,0374	0,0402	-0,1785	-0,1609
	Indireto via $QM_E$	-0,0185	-0,0186	0,0115	0,0048
	Correlação de Pearson ( $r$ )	-0,28*	-0,27 <sup>n.s.</sup>	-0,39*	-0,39*
Coeficiente de determinação		0,9235	0,9197	0,6178	0,3477
Variável residual		0,2765	0,2833	0,6182	0,8076

<sup>n.s.</sup>: Não significativo; \*: Significativo pelo teste t a 5% de probabilidade, com 48 graus de liberdade.

Esses resultados indicam que experimentos mais precisos (menores escores de CV e DMS) para sólidos solúveis em melão, estão associados a menores variâncias residuais e maiores médias, e independem da variabilidade genética. Isso revela que, para sólidos solúveis em melão, assim como foi observado para produtividade, utilizar somente o CV e a DMS como estatísticas para avaliar a qualidade dos experimentos pode ser uma estratégia inadequada, haja vista que é importante que a estatística de precisão contemple a variabilidade genética.

Houve associação linear positiva entre o  $QM_G$  e as estatísticas  $F_G$  ( $r=0,49$ ) e AS ( $r=0,49$ ), com efeitos diretos sobre  $F_G$  (0,4825) e AS (0,4248) de mesmo sinal que  $r$  e magnitudes semelhantes. Foi observada associação linear negativa entre  $QM_E$  e  $F_G$  ( $r=-0,51$ ), com efeito direto maior (-0,5772) e de mesmo sinal que  $r$ . Mesmo com o baixo valor para correlação linear entre  $QM_E$  e AS ( $r=-0,18$ ), o efeito direto do  $QM_E$  sobre AS foi maior (-0,2412) e de mesmo sinal de  $r$ , revelando a verdadeira associação linear negativa. Diferente do que foi observado para produtividade, para sólidos solúveis houve correlação linear

negativa entre a média e as estatísticas  $F_G$  e AS ( $r=-0,39$  para ambas), com efeito direto da média maior e de mesmo sinal de  $r$  sobre FG (-0,2230) e AS (-0,2339).

Portanto, experimentos mais precisos (maiores escores de FG e AS) estão associados a maior variabilidade genética, menores variâncias residuais e menores médias. Mesmo essas estatísticas, para sólidos solúveis, não sendo independentes da média, mostraram-se mais adequadas para avaliação da qualidade dos ensaios pelo fato de contemplarem a variabilidade genética, o que não foi observado quando avaliados o CV e a DMS. Portanto, as estatísticas CV e DMS, tradicionalmente usadas para avaliar a qualidade de ensaios de competição de cultivares, podem ser substituídas pelas estatísticas  $F_G$  e a AS, que são apontadas em vários estudos como mais adequadas a esse fim (Resende e Duarte, 2007; Cargnelutti Filho e Storck, 2009; Cargnelutti Filho et al., 2012 ab; Teodoro et al., 2016).

#### 4 CONCLUSÃO

- A avaliação da qualidade dos experimentos de competição de cultivares de melão com base apenas no coeficiente de variação revelou-se inadequada por não contemplar o nível de variação genotípica expressa no carácter.
- As estatísticas acurácia seletiva e valor do teste F para genótipo mostraram-se mais adequadas para avaliação da precisão experimental em ensaios com híbridos de melão, tanto para produtividade, quanto para sólidos solúveis, por contemplarem a variação genotípica.

**REFERÊNCIAS**

- BENIN, G.; MARCHIORO, V. S.; FRANCO, F. A.; SCHUSTER, I. Precisão experimental de ensaios de trigo em regiões homogêneas de adaptação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 4, p. 365-372, 2013.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; BRAGA JUNIOR, R. L. C.; LÚCIO, A. D. Medidas de precisão experimental e número de repetições em ensaios de genótipos de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 10, p.1413-1421, 2012. (A)
- CARGNELUTTI FILHO, A.; MARCHESAN, E.; SILVA, L. S.; TOEBE, M. Medidas de precisão experimental e número de repetições em ensaios de genótipos de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 3, p.336-343, 2012. (B)
- CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L. Estatísticas de avaliação da precisão experimental em ensaios de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 1, p.17-24, 2007.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L. Medidas do grau de precisão experimental em ensaios de competição de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 2, p.111-117, 2009.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L.; RIBEIRO, N. D. Medidas de precisão experimental em ensaios com genótipos de feijão e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 10, p. 1225-1231, 2009.
- CRISOSTOMO, J. R.; ARAGÃO, F. A. S. Melhoramento genético do meloeiro. In.: VIDAL NETO, F. C.; CAVALCANTI, J. J. V. **O melhoramento genético de plantas no Nordeste**. Fortaleza-CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2013. P. 209-245.
- CRUZ, C. D. **Programa GENES - versão windows**. Aplicativo computacional em Genética e Estatística. 1. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2001. v. 1. 648 p.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4. ed. Viçosa-MG: UFV, 2012. 514 p.
- LIMA, L. L.; NUNES, G. H. S.; BEZERRA NETO, F. Coeficientes de variação de algumas características do meloeiro: uma proposta de classificação. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 1, p. 14-17, 2004.
- LÚCIO, A. D.; STORCK, L.; LORENTZ, L. H.; MARTIN, T. N.; HINNAH, T. Qualidade experimental nos ensaios de competição de cultivares em função da variabilidade de variáveis morfológicas. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 105, n. 2, p.11-17, 2004.
- NUNES, G. H. S.; COSTA FILHO, J. H.; SILVA, D. J. H.; CARNEIRO, P. C. S.; DANTAS, M. S. M. Divergência genética entre linhagens de melão pele de Sapo. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 3, p. 765-773, 2011.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed. Piracicaba – SP: FEALQ, 2009. 451 p.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**: Exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309p.

RESENDE, M. D. V. **Software SELEGEN-REML/BLUP**: sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 359p.

RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 3, p.182-194, 2007.

SILVA, P. S. L. **Métodos de pesquisa com plantas**. Mossoró – RN: EDUFERSA, 2013. 264p.

SOUZA, T. V. **Aspectos estatísticos da análise de trilha (path analysis) aplicada a experimentos agrícolas**. 2013. 82 f. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agropecuária) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2013.

TEODORO, P. E.; TORRES, F. E.; SANTOS, A. D.; CORRÊA, A. M.; NASCIMENTO, M.; BARROSO, L. M. A.; CECCON, G. Measurements of experimental precision for trials with cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) genotypes. **Genetics and Molecular Research**, v. 15, n. 2, p. 1 – 8, 2016.