

JARINA IDALIA AVELINO DANTAS

**AVALIAÇÃO DE FAMÍLIAS DE MEIO-IRMÃOS DE
DUAS POPULAÇÕES DE MAXIXE**

MOSSORÓ-RN
2014

Catálogo na Fonte
Catálogo de Publicação na Fonte. UFERSA - BIBLIOTECA CENTRAL ORLANDO TEIXEIRA - CAMPUS MOSSORÓ

Dantas, Jarina Idalia Avelino.

Avaliação de famílias de meio-irmãos de duas populações de maxixe
/ Jarina Idalia Avelino Dantas. - Mossoró, 2015.
47f. il.

1. Cucumis anguria. 2. Ganho genético. 3. Parametros genéticos. 4.
REML-BLUP. I. Título

RN/UFERSA/BCOT/364
D192a

CDD 635.6

JARINA IDALIA AVELINO DANTAS

**AVALIAÇÃO DE FAMÍLIAS DE MEIO-IRMÃOS DE
DUAS POPULAÇÕES DE MAXIXE**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal Rural
do Semi-Árido, para
obtenção do título de
Mestre em Agronomia:
Fitotecnia.

Orientador: D.Sc. EBENÉZER DE OLIVEIRA SILVA

MOSSORÓ-RN
2014

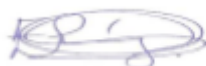
JARINA IDALIA AVELINO DANTAS

**AVALIAÇÃO DE FAMÍLIAS DE MEIO-IRMÃOS DE
DUAS POPULAÇÕES DE MAXIXE**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal Rural
do Semi-Árido, para
obtenção do título de
Mestre em Agronomia:
Fitotecnia.

APROVADA EM: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA



Prof. D. Sc. Ebenézer de Oliveira Silva
UFERSA



Prof. D. Sc. Fernando Antonio Souza de Aragão
Embrapa Agroindústria Tropical



Prof. D. Sc. Glauber Henrique de Sousa Nunes
UFERSA

A minha mãe, pelo exemplo de superação.

DEDICO.

Ao meu maravilhoso
filho Lucas, em especial
meu esposo Paulo
Sérgio, pelo apoio,
incentivo e
principalmente
paciência.

OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por todas as bênçãos alcançadas;

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), por possibilitar a realização do meu Mestrado;

Ao meu orientador Ebenézer de Oliveira Silva, atenção e principalmente pelo exemplo de pai;

Ao professor Glauber Henrique de Sousa Nunes, pela total dedicação para conclusão deste trabalho;

Aos membros da Banca pelas valiosas contribuições para a melhoria da qualidade do presente trabalho;

Aos amigos da Ufersa, Anankia Ricarte, Elaine, Ravier Medeiros;

A todos que de alguma forma contribuíram para o êxito deste trabalho.

RESUMO

DANTAS, Jarina Idalia Avelino. **Avaliação de famílias de meio-irmãos de duas populações de maxixe.** 2014. 46p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró-RN, 2014.

O maxixe (*Cucumis anguria* L.) é uma cucurbitácea muito comum no nordeste brasileiro mas ainda subutilizada. O presente trabalho teve o objetivo de avaliar o potencial genético de duas populações de maxixe obtidas com germoplasma provenientes de pequenas propriedades. Foram avaliadas cem famílias de meio-irmãos das populações MCE-20 (frutos com espículos) e MSE-03 (frutos sem espículos) em delineamento em blocos casualizado com três repetições para os caracteres peso médio do fruto, número de frutos por planta, diâmetros longitudinal e transversal, índice de formato e sólidos solúveis. As populações MCE-20 e MSE-03 têm potencial para programas de melhoramento visando obter plantas com frutos grandes (> 90 g) e prolíficas. A seleção indireta com base na seleção de plantas com maior número de frutos por plantas é eficiente para a seleção de famílias com frutos grandes, compridos ($IF > 1,3$) e plantas prolíficas.

Palavras-chave: *Cucumis anguria*, parâmetros genéticos, REML-BLUP, ganho genético.

ABSTRACT

DANTAS, Jarina Idalia Avelino. **Genetic evaluation Half-sib families of two gherkin populations.** 2014. 54p. Dissertation (Master of Agronomy/Crop Science) – Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2014.

The Gherkin (*Cucumis anguria* L.) is a very common cucurbit but still underutilized in the Brazilian north-northeast. This study aimed to evaluate the genetic potential of two populations of gherkin with germplasm obtained from small farms. Hundred families half-sibs of MCE-20 (fruit with spikes) and MSE-03 (fruit without spikes) populations were evaluated in design in randomized blocks with three replications for the traits fruit weight, number of fruits per plant, longitudinal diameter, transverse diameter, format index, and soluble solids. Both populations have the potential for breeding programs to obtain plants with large fruit (> 90 g) and prolific plants. Indirect selection based on the selection of plants with higher number of fruits per plant is efficient for the selection of families with large fruit, long fruit (IF> 1.3) and prolific plants.

Key Words: *Cucumis anguria*, genetic parameters, REML-BLUP, genetic gain.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 01. Frutos das populações MCE-20 (maxixe com espiculo) e MSP-03 (maxixe sem espiculo) avaliadas no presente estudo. Mossoró, UFERSA, 2014.....	19
Figura 02. Histograma de frequência das médias do peso médio do fruto avaliado em famílias de meio-irmãos da população MCE-20 de maxixe. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	30
Figura 03. Histograma de frequência das médias do diâmetro longitudinal do fruto avaliado em famílias de meio-irmãos da população MCE-20 de maxixe. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	30
Figura 04. Histograma de frequência das médias do diâmetro transversal do fruto avaliado em famílias de meio-irmãos da população MCE-20 de maxixe. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	31
Figura 05. Histograma de frequência das médias do índice de formato do fruto avaliado em famílias de meio-irmãos da população MCE-20 de maxixe. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	31
Figura 06. Histograma de frequência das médias do número de frutos por planta avaliado em famílias de meio-irmãos da população MCE-20 de maxixe. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	32
Figura 07. Histograma de frequência das médias de sólidos solúveis avaliados em famílias de meio-irmãos da população MCE-20 de maxixe. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	32
Figura 08. Histograma de frequência das médias do peso médio do	

	fruto avaliado em famílias de meio-irmãos da população MSE-03 de maxixe. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	33
Figura 09.	Histograma de frequência das médias do diâmetro longitudinal do fruto avaliado em famílias de meio-irmãos da população MSE-03 de maxixe. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	33
Figura 10.	Histograma de frequência das médias do diâmetro transversal do fruto avaliado em famílias de meio-irmãos da população MSE-03 de maxixe. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	34
Figura 11.	Histograma de frequência das médias do índice de formato do fruto avaliado em famílias de meio-irmãos da população MSE-03 de maxixe. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	35
Figura 12.	Histograma de frequência das médias do número de frutos por planta avaliado em famílias de meio-irmãos da população MSE--03 de maxixe. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	35
Figura 13.	Histograma de frequência das médias de sólidos solúveis avaliados em famílias de meio-irmãos da população MCE-20 de maxixe. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	36

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 01. Valores médios mensais durante o período de condução do experimento com meloeiro. Baraúna-RN, 2012.....	20
Tabela 02. Análise do solo da área experimental. Mossoró-RN. UFERSA, 2014.....	20
Tabela 03. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para as características peso médio do fruto (PMF), diâmetro longitudinal do fruto (DL), diâmetro transversal do fruto (DT), índice de formato (IF), número de frutos por planta (NFP) e sólidos solúveis (SS) avaliadas em famílias de meios-irmãos de maxixe da população MCE-20. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	27
Tabela 04. Estimativas das médias original (Mo) e dos selecionados (Ms), do diferencial de seleção (DS) e ganho com a seleção obtidas em seis características avaliadas em famílias de meios-irmãos de maxixe da população MCE-20. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	37
Tabela 05. Estimativas das médias original (Mo) e dos selecionados (Ms), do diferencial de seleção (DS) e ganho direto e indireto com a seleção obtidas em seis características avaliadas em famílias de meios-irmãos de maxixe da população MSE-03. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	38
Tabela 06. Médias obtidas em famílias de meios-irmãos de maxixe selecionadas na população MCE-20. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	41
Tabela 07. Médias obtidas em famílias de meios-irmãos de maxixe selecionadas na população MSE-03. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	42

SUMÁRIO

		Pág
1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1	Aspectos gerais da cultura do maxixe.....	15
2.2	Seleção recorrente.....	16
2.4	Estimação de parâmetros genéticos.....	17
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1	Germoplasma.....	19
3.2	Características da área experimental	19
3.3	Condução experimental.....	20
3.4	Características avaliadas.....	21
3.5	Delineamento experimental e análises estatística.....	22
3.5.1	Delineamento experimental.....	22
3.5.2	Análise REML/BLUP.....	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1	Estimativas de componentes de variância e parâmetros genéticos.....	25
4.2	Estimativas dos ganhos genéticos com a seleção.....	37
5	CONCLUSÕES.....	43
	REFERÊNCIAS.....	44

.

1 INTRODUÇÃO

O maxixe (*Cucumis anguria* L., $2n = 2x = 24$) é uma espécie de origem africana, pertencente à família das cucurbitáceas, com planta rasteira ou trepadeira, anual, rústica e cultivada em pequena escala na Índia, América central, Estados Unidos e Brasil (MANGAN et al., 2008). Sua forma de consumo está associada à culinária tradicional do nordeste, onde o fruto maduro é cozido com outros ingredientes, originando o prato típico denominado "maxixada". O maxixe também pode ser consumido *in natura* na forma de salada, substituindo com vantagem o pepino por ser menos indigesto (MONDOLO; COSTA, 2003a).

O maxixe foi provavelmente introduzido no Brasil por escravos africanos (QUEIROZ, 2004) é bastante comum no Norte e Nordeste. Existe uma grande variação em maxixe para caracteres relacionados ao fruto. Os frutos podem apresentar sabor amargo e são altamente variáveis em espiculosidade e tamanho. Queiroz (1993) estudando o germoplasma de maxixe no Nordeste brasileiro identificou três tipos: um liso, outro com espículos grossos espaçados e o último densamente coberto por espículos finos. Além disso, há variação para outras características de interesse agrônomo (PAIVA, 1984, MONDOLO; COSTA, 2004a). Não obstante, ainda há carências de informações sobre a variabilidade presente nas populações de maxixe no Nordeste brasileiro para melhoramento genético, sendo, portanto, importantes trabalhos que contemplem o referido tema.

O êxito do melhoramento genético está associado à capacidade de acerto na escolha dos melhores indivíduos que serão os genitores das próximas gerações. Uma das maneiras de identificar os indivíduos portadores de genes desejáveis se faz com a avaliação genética dos candidatos à seleção (RESENDE, 2002). No caso de espécies que se multiplicam por sementes como o maxixe, a seleção deve ser feita nos valores genéticos aditivos dos indivíduos que serão utilizados na recombinação, sendo necessária a obtenção da estimativa da variância genética aditiva uma vez que esta é aproveitada na seleção.

Por se tratar de uma hortaliça de subsistência ainda subutilizada uma alternativa viável é o melhoramento intrapopulacional. Todavia, não há muitas pesquisas visando estimar componentes de variância e ganhos com a seleção. O único trabalho foi realizado por Paiva (1984) em Manaus no Estado da Amazônia. Assim sendo, há carência de estimativas em populações de maxixe oriundos de outros estados, em especial do Nordeste brasileiro uma vez que as estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos são dependentes da população e condições ambientais.

Dentre os principais procedimentos para a estimação dos parâmetros genéticos em testes de progênie, destaca-se a análise de variância (ANOVA) e o procedimento REML/BLUP (máxima verossimilhança restrita / melhor predição linear não viesada). Na ANOVA os componentes de variância são obtidos pela decomposição dos quadrados médios com base nas suas esperanças matemáticas. Segundo Resende (2002), o procedimento mais adequado para a predição dos valores genéticos em plantas perenes é o BLUP individual, que consiste, basicamente, na predição de valores genéticos dos efeitos aleatórios do modelo estatístico associado às observações fenotípicas, ajustando os dados aos efeitos fixos e ao número desigual de informações nas parcelas por meio de metodologia de modelos mistos (HENDERSON et al., 1959). A predição de valores genéticos usando o BLUP assume que os componentes de variância são conhecidos. Entretanto, na prática não se conhecem os verdadeiros componentes de variância, que devem ser estimados com o procedimento da máxima verossimilhança restrita (REML), desenvolvido por Patterson e Thompson (1971).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial genético de duas populações de maxixe geradas com germoplasma coletado em pequenas propriedades do Nordeste brasileiro utilizando o método REML/BLUP (máxima verossimilhança restrita / melhor predição linear não viesada).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO MAXIXE

O maxixe (*Cucumis anguria* L.) é uma espécie originária da África e pertence à família Cucurbitaceae, a qual inclui cerca de 119 gêneros e 825 espécies, contudo, apenas alguns gêneros incluem espécies utilizadas para alimentação humana (MATSUMOTO et al., 2012).

É uma planta anual, de caule rastejante ou trepador. Apresenta polimorfismo nas folhas, embora estas contenham mais comumente cinco lobos dispostos palmadamente. As flores são de sexos separados (monoícia) e dispostas em inflorescências racemosas reduzidas: as masculinas, em número de 3 a 10 por inflorescência; a inflorescência feminina contém uma única flor. O fruto, que é sustentado por um pedúnculo de 4 cm, varia de elipsóide a obovóide e pode apresentar-se ornado ou não de espículas de até 2cm de comprimento; antes da maturação, sua superfície pode ser verde uniforme ou bicolor (devido à presença de estrias verde-claras longitudinais), passando a verde-amarelada ou amarelada quando maduro. As sementes são numerosas, de formato elípticas com 5-6 mm x 2-2,5 mm e 1 mm de espessura (ESQUINAS-ALCAZAR; GULICK, 1983). É uma espécie de crescimento indeterminado, cujos frutos têm, em média, massa em torno de 30 g, sabor amargo (MELO; TRANI, 1998), e sementes com endosperma escasso ou ausente (MACKEE, 1994).

O fruto do maxixe é utilizado como alimento, sendo consumido em várias regiões do mundo, principalmente onde é grande o número de imigrantes latinos, asiáticos e africanos. No Brasil, provavelmente foi introduzida durante a época do tráfico de escravos africanos (ROBSON; DECKER-WALTERS, 1997).

É cultura típica de clima quente, suportando temperaturas e pluviosidades elevadas, inclusive durante o verão. No nordeste brasileiro, o cultivo ocorre principalmente de maneira subespontânea e em consórcio com culturas de

subsistência (FILGUEIRA, 2000), além de não necessitar de muitos tratos culturais, tornando-se ótima opção para o cultivo em grande escala (PAIVA, 1998).

2.2 SELEÇÃO RECORRENTE

A seleção recorrente é um processo cíclico de melhoramento que envolve basicamente a obtenção de progênies, avaliação e o inter cruzamento das melhores progênies. Inúmeras alternativas podem ser utilizadas na condução dessas etapas, mas a decisão depende de vários fatores. Dessa maneira, espera-se aumentar a frequência de alelos favoráveis e, por consequência, melhorar a expressão fenotípica do caráter sob seleção, conservando a variabilidade genética a níveis adequados para comportar ganhos genéticos nos ciclos seguintes (HALLAUER, 1985).

Este esquema seletivo é utilizado em programas de melhoramento delineados para médio e longo prazo, para que, dessa forma, com o passar dos ciclos de seleção, o desempenho médio da população melhore, permitindo que cada ciclo possa ser utilizado como fonte de novas linhagens. Essas linhagens desenvolvidas podem ser empregadas para a produção de novos híbridos ou participar do processo de reciclagem de materiais elites. Dessa forma, programas de seleção recorrente e de desenvolvimento de cultivares se complementam (SOUZA JUNIOR, 2001).

Para manutenção da variabilidade genética, normalmente são selecionados cerca de 30% das progênies avaliadas. Dessa maneira, há uma minimização dos efeitos da deriva genética, o que poderia limitar o melhoramento das populações e reduzir a variabilidade genética. Os resultados da utilização do modelo proposto por Smith (1983) para avaliação do efeito da deriva genética nos ciclos de seleção recorrente mostraram que os efeitos da deriva foram significativos e de alta magnitude (HALLAUER et al., 1988; CEPEDA et al., 2000).

Quando se deseja aumentar o ganho por ciclo, pode-se aplicar maior pressão de seleção, mediante a escolha de menor proporção de indivíduos ou progênies para formação da nova geração. Esta estratégia, porém, pode levar a uma

sensível redução da variabilidade genética, o que diminui a possibilidade de seleção em médio e longo prazo. Caso contrário, quando se pratica uma seleção branda, espera-se menor progresso por ciclo, mas garantem-se ganhos por períodos mais prolongados, pois não ocorre a exaustão da variabilidade genética nos primeiros ciclos. A intensidade de seleção adequada depende do tamanho da população e dos objetivos do programa (HALLAUER; MIRANDA FILHO, 1988; PATERNIANI; MIRANDA FILHO, 1978).

Os esquemas de seleção recorrente são classificados em duas categorias: seleção recorrente intrapopulacional e interpopulacional. Na seleção recorrente intrapopulacional o objetivo é melhorar as performances per se das populações, enquanto na interpopulacional o objetivo é o melhoramento do cruzamento de duas populações, ou seja, o híbrido interpopulacional (HALLAUER, 1985; SOUZA JÚNIOR, 1993). Borém (2001) ressalta que os métodos intrapopulacionais, em geral, são mais comumente utilizados do que os interpopulacionais, pois são de mais fácil execução e aplicáveis à maioria das características agrônômicas.

O progresso do melhoramento intrapopulacional, sem considerar o método de seleção empregado, depende da magnitude e natureza da variabilidade genética existente na população. Como meio de aumentar o ganho por ciclo de seleção, Eberhart (1970) propôs tornar maior a variância genética aditiva, por meio de síntese de variedades compostas e do controle dos cruzamentos entre os indivíduos da população que está sendo submetida à seleção. Segundo Souza Júnior (2001), cada ciclo da seleção recorrente é constituído de quatro etapas: obtenção de progênies, avaliação destas em experimento com repetições, seleção das progênies superiores e recombinação destas. Cada ciclo, portanto, só termina com a recombinação das progênies que originarão a nova população. A etapa de avaliação em experimentos com repetição em espécies anuais deve ser realizada no ano agrícola, já as fases de obtenção e recombinação das progênies podem ser realizadas fora do período agrícola normal, reduzindo, dessa forma, o número de anos necessários para se completar cada ciclo seletivo.

2.3 ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS

A relevância da genética quantitativa para o melhoramento de plantas se baseia no fato de que a manipulação de caracteres quantitativos por meio de endogamia, cruzamentos e/ou seleção constitui o fator essencial para qualquer programa de melhoramento que tenha como objetivo identificar, acumular e perpetuar genes favoráveis (CRUZ et al., 2004). Para os autores, o entendimento das consequências genéticas dessa manipulação constitui a mais importante função da pesquisa na genética quantitativa.

Nesse sentido, a obtenção de estimativas de parâmetros genéticos tem fundamental importância em programas de melhoramento de qualquer cultura, pois permitem identificar a natureza da ação dos genes envolvidos no controle dos caracteres quantitativos e, assim, avaliar a eficiência das diferentes estratégias de melhoramento pela obtenção de ganhos genéticos preditos e manutenção de uma base genética adequada. Dentre os parâmetros genéticos de maior importância, destacam-se as variâncias genéticas, as correlações e as herdabilidades (CRUZ et al., 2004). Vale ressaltar que estas estimativas são inerentes à população em estudo e, portanto, não devem ser extrapoladas para outras populações ou outras condições experimentais.

As estimativas das variâncias genéticas, as quais são utilizadas para o cálculo de parâmetros genéticos indispensáveis na avaliação de uma população de trabalho, podem ser obtidas a partir da análise de variância dos dados, cujos quadrados médios são desdobrados em componentes de variância, com base em equações obtidas a partir da esperança matemática dos quadrados médios, realizadas conforme delineamentos genéticos. Um delineamento genético é qualquer sistema de cruzamento planejado, estabelecido de forma que se conheça a relação de parentesco entre indivíduos ou grupos de indivíduos, sendo exemplos os delineamentos I, II e III de Comstock; e Robinson, os dialelos e os ensaios de famílias (Cruz et al., 2004).

No processo seletivo, o melhorista deve ter habilidade para tomar a decisão de estabelecer a superioridade relativa de indivíduos ou progênies, feita com base apenas na informação fenotípica. Desse modo, uma progênie pode apresentar média superior a de outra, sem que necessariamente essa superioridade seja devido a fatores genéticos. Assim, a situação é favorável quando o valor fenotípico traduz o valor genotípico, de forma que as comparações realizadas com base em valores fenotípicos mensuráveis reflitam as verdadeiras diferenças genéticas. Como é a herdabilidade que quantifica essas relações, entende-se que ela seja um parâmetro indispensável no processo de melhoramento genético de qualquer caráter (FALCONER; McKAY, 1996). Além disso, a herdabilidade participa de várias fórmulas relacionadas com a predição de ganho dos métodos de melhoramento e também de inúmeras decisões práticas que os melhoristas adotam (RAMALHO et al., 1993).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 GERMOPLASMA

Foram avaliadas 100 famílias de meios-irmãos das populações MCE-20 e MSP-03. A população MSE-03 foi formada após três ciclos de polinização aberta de 40 plantas com frutos com espículos (Figura 1). A população foi obtida após três ciclos de polinização aberta de 26 plantas com frutos sem espículos. As plantas que originaram as duas populações foram oriundas de coletas realizadas em Mossoró e Assu, municípios do Rio Grande do Norte.



Figura 1. Frutos das populações MCE-20 (maxixe com espiculo) e MSP-03 (maxixe sem espiculo) avaliadas no presente estudo. Mossoró, UFERSA, 2014.

3.2 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL

Os experimentos foram conduzidos no Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA) entre os meses de setembro e novembro de 2013 em Mossoró-RN (5° 11' 31" de latitude sul e 37° 20' 40" de longitude oeste de Greenwich, com altitude média de 18 m).

Conforme a Classificação de Köppen, o clima é do tipo BSw^h, ou seja, seco e muito quente, com duas estações climáticas bem definidas, a seca que ocorre de junho a janeiro e a outra chuvosa de fevereiro a maio (CARMO FILHO et al., 1991). Os valores médios das temperaturas máxima e mínima; umidade relativa e precipitação pluviométrica medidos durante a condução do trabalho estão na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios mensais durante o período de condução do experimento com maxixe. Mossoró-RN. 2014.

Mês	TMAX (°C)	TMIN (°C)	UR (%)	PP (mm)
Setembro	34	23	66	0
Outubro	34	22	63	0
Novembro	33	25	61	0

TMAX: temperatura máxima; TMIN: temperatura mínima; UR: Umidade relativa (%); PP: precipitação pluviométrica.

O solo do local foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Equivalente Eutrófico (EMBRAPA, 1999). Para análise química, apresentada na Tabela 2, foram retiradas amostras simples na profundidade de 0 a 20 centímetros. Destas, formou-se a amostra composta, que foi preparada e enviada ao laboratório para análise.

Tabela 2. Análise do solo da área experimental. Mossoró-RN. UFERSA, 2014.

pH	Ca	Mg	Al	H+Al	K	P	Na	M.O
	(meq/100ml)					(ppm)		
6,40	8,50	2,90	0,10	1,20	0,79	13,60	19,00	1,20

3.3 CONDUÇÃO EXPERIMENTAL

As mudas das famílias foram obtidas em casa de vegetação pelo semeio de uma semente em bandejas de poliestireno de 200 células preenchidas com substrato

comercial Tropstrato HT[®]. A irrigação das bandejas foi realizada duas vezes até atingir os 15 dias após semeadura (DAS), tempo hábil para o transplante das mudas no campo experimental.

A área foi preparada com uma gradagem a 45cm de profundidade. Após o terreno estar bem destorreado e nivelado, realizou-se o levantamento do camalhão a 20 cm de altura aproximadamente. A quantidade de adubo distribuído por linha de plantio foi de 50 kg ha⁻¹ da formulação 06-24-12 e 4,0 kg ha⁻¹ de esterco bovino. Após a mistura do adubo na linha de plantio foram estendidas manualmente as mangueiras de 16mm com vazão de 1,6 litros por hora. Por fim, colocou-se o mulching preto/prata com 1,0 metro de largura.

O transplante das mudas para a área experimental foi realizado no dia 12 de setembro de 2013, com replante cinco dias após, com intuito de manter a uniformidade populacional de plantas. As demais 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.

As colheitas foram realizadas manualmente, nos dias 19 a 25/11/2012. Os frutos foram retirados das plantas com auxílio de canivetes, identificados com marcadores permanentes e colocados em contentores para serem transportados até o laboratório de Pós-colheita para avaliação das características estudadas.

3.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

As características avaliadas foram as seguintes:

- a) Peso médio do fruto: todos os frutos da parcela foram pesados com uso de uma balança, expressa em gramas (g);
- b) Diâmetro longitudinal de fruto: medido pelo diâmetro longitudinal no sentido da inserção floral ao pedúnculo com o auxílio de um paquímetro, expresso em milímetros (mm);
- c) Diâmetro transversal do fruto: medido pelo diâmetro transversal do fruto na região equatorial com auxílio de um paquímetro, expresso em milímetros (mm);

d) Índice de formato: obtida pela relação entre diâmetro longitudinal e diâmetro transversal;

e) Número de frutos por planta: razão entre o número total de frutos e o número de plantas total na parcela;

f) Sólidos solúveis: foi 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), onde foi determinado os graus Brix (°Brix).

3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISES ESTATÍSTICAS

3.5.1 Delineamento experimental

Os ensaios foram conduzidos em um delineamento em blocos casualizado com três repetições. A parcela foi composta por uma linha 3,0 constituída por dez plantas cultivadas no espaçamento 2,0 x 0,3 m.

3.5.2 Análise REML/BLUP

Para as análises, consideraram-se os dados de médias de parcelas e utilizou-se o programa SELEGEN (RESENDE; OLIVEIRA, 1997). Utilizou-se o modelo denotado na forma matricial por: $y = Xr + Zg + e$, em que y é o vetor de dados observados conhecidos, r é o vetor de efeitos de repetições desconhecidos (assumidos como fixos), g é o vetor dos efeitos genotípicos desconhecidos (assumidos como aleatórios), e , o vetor de erros (aleatórios) e X e Z , matrizes de incidência para os referidos efeitos

(RESENDE et al., 2000), sendo $g \sim N(0, G)$, $e \sim N(0, R)$, $E(y) = Xr$ e $V(y) = ZGZ' + R$. G é a matriz de variâncias ecovariâncias dos efeitos genéticos e R , matriz de variâncias e covariâncias dos erros. Para esse modelo, as equações de modelos mistos são:

$$\begin{pmatrix} X'R^{-1}X & X'R^{-1}Z \\ Z'R^{-1}X & Z'R^{-1}+G^{-1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \hat{r} \\ \hat{g} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X'R^{-1}y \\ Z'R^{-1}y \end{pmatrix}$$

Realizou-se análise de deviance (ANADEV) (RESENDE, 2007), a qual substituiu o teste F de uma ANOVA nos casos de análise de modelos mistos. As deviances foram obtidas, rodando-se o modelo com e sem os valores de h^2 (para famílias), em seguida, subtraindo-os e confrontando-os com o valor do Qui-quadrado com um grau de liberdade a 5% de probabilidade. O fator bloco foi considerado de efeito fixo.

A obtenção de estimadores e preditores em modelos mistos foi realizada por processos iterativos. Para se iniciar o processo iterativo, foi fornecido o valor inicial para h^2_g igual a 0,10, como sugerido por Resende (2007). Com o processamento, foram obtidos os resultados de componentes de variância genotípica e residual (V_{GEN} e V_E , respectivamente); variância fenotípica individual (V_{FEN}); herdabilidade (h^2_m); acurácia da seleção de famílias (A_{GEN}); CV genético (CV_g); CV ambiental (CV_e) e coeficiente de variação relativa ($CV_r = CV_g/CV_e$).

Com o objetivo de verificar a precisão experimental, procedeu-se com o cálculo da estimativa da acurácia seletiva (RESENDE, 2002). Esta estimativa tem a função de informar sobre a eficácia da inferência acerca do valor genotípico. A acurácia depende da proporção entre as variações de

natureza genética e residual associadas ao caráter em avaliação, além do número de repetições.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ESTIMATIVAS DE COMPONENTES DE VARIÂNCIA E PARÂMETROS GENÉTICOS

Um aspecto importante em estudos de avaliação de cultivares ou seleção em populações segregantes é a precisão experimental. A medida de precisão experimental mais utilizada ainda é o coeficiente de variação ambiental (CV_e). O referido parâmetro corresponde a relação entre a raiz quadrada da variação residual (V_e) e a média do experimento. Quanto maior o seu valor menor é a qualidade experimental. As estimativas podem ser consideradas de precisão mediana (Tabela 3), com exceção do número de frutos por planta na população MCE-20 e índice de formato na população MSE-03, considerados de precisão elevada. Todavia, o coeficiente de variação depende da espécie e da característica estudada (LIMA et al., 2004). Na verdade, deveriam existir classificações para cada variável dentro de cada espécie, fato não disponível para o maxixe, muito provavelmente em razão da menor relevância econômica da cultura. Mesmo assim, conforme Resende; Duarte (2007) concluíram, sob reduzido número de repetições, a magnitude do coeficiente de variação experimental (CV_e) é inadequada para informar sobre a precisão da avaliação genotípica, mesmo se valores tão baixos como 10% forem perseguidos.

Os ensaios de avaliação de cultivares e seleção em populações segregantes devem ser abordados não apenas sob a vertente estatística, mas do ponto de vista genético e estatístico. Nesse contexto, um dos parâmetros mais relevantes para a avaliação da qualidade de um experimento, embora ainda pouco utilizado, é a acurácia seletiva. Esta tem a propriedade de informar sobre o correto ordenamento das cultivares para fins de seleção e, também, sobre a eficácia da inferência acerca do valor genotípico (RESENDE, 2002). O referido 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. Conforme relatam Resende; Duarte (2007), a acurácia ideal seria de

90%. No presente trabalho, este valor foi atendido e superado somente para o número de frutos por planta na população MCE-20 (Tabela 3). Todavia, acurácias próximas a 70% podem ser consideradas satisfatórias. Assim sendo, valores de acurácia dentro desta tolerância foram obtidos para peso médio do fruto, diâmetros longitudinal e transversal na população MCE-20. Para a população MSE-03 foram alcançados valores satisfatórios para peso médio do fruto, índice de formato e número de frutos por planta. As demais estimativas são consideradas de baixa acurácia e indicam que a correlação entre os valores genotípicos esperados e observados é mediana.

A análise de deviance evidenciou diferença significativa entre as famílias para todas as características avaliadas (Tabela 3), indicando variabilidade genética e potencial para realização da seleção. As estimativas das variâncias genéticas aditiva e genotípica entre médias de famílias foram diferentes de zero (Tabela 3). A variância aditiva corresponde à variação entre os indivíduos devida aos efeitos aditivos dos genes (FALCONER; McKAY, 1996). A variância aditiva é a mais importante nos programas de melhoramento nos quais os indivíduos se reproduzem sexualmente uma vez que a variância aditiva é capitalizada na seleção. Esse fato ocorre porque os indivíduos passam para os seus os alelos que possuem e não as relações entre estes alelos em cada loco ou mesmo em locos diferentes (epistasia). Assim sendo, pelo menos a princípio, quanto maior sua estimativa mais promissora é a população para melhoramento sob o aspecto de variabilidade genética.

Tabela 3. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para as características peso médio do fruto (PMF), diâmetro longitudinal do fruto (DL), diâmetro transversal do fruto (DT), índice de formato (IF), número de frutos por planta (NFP) e sólidos solúveis (SS) avaliadas em famílias de meios-irmãos de maxixe da população MCE-20. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Parâmetros	Características					
	PMF (g)	DL (cm)	DT (cm)	IF	NFP	SS (°Brix)
População MCE-20						
Dev (Completo)	1987,01	878,68	497,92	500,07	76,38	90,68
Dev (Genotípico)	2056,01	895,38	534,60	511,40	140,45	96,35
LRT (χ^2)	69,00**	16,70**	36,68**	11,33**	64,07**	5,67**
CV _e	16,26	19,45	12,78	17,21	7,69	16,85
V _e	178,39	5,37	1,34	0,05	0,09	0,42
Ac	0,86	0,71	0,80	0,66	0,96	0,57
V _a	712,05	7,13	3,14	0,04	1,44	0,28
V _g	178,01	1,78	0,79	0,01	0,36	0,07
V _f	237,48	3,58	1,23	0,03	0,40	0,21
h ² _a	0,75	0,49	0,64	0,43	0,92	0,33
CV _g	16,24	11,20	9,79	8,71	14,99	6,89
CV _g /CV _e	0,99	0,58	0,77	0,51	1,95	0,41
Média	82,16	11,92	9,05	1,31	4,00	3,83
População MSE-03						
Dev (Completo)	1910,04	327,79	256,07	1503,37	212,85	91,14
Dev (Genotípico)	1951,96	330,39	259,84	1480,16	279,55	95,76
LRT (χ^2)	41,92**	2,60*	3,77*	23,21**	66,70**	4,62*
CV _e	22,04	14,43	15,73	3,31	12,57	16,97
V _e	151,83	0,97	0,74	0,002	0,46	0,42
Ac	0,81	0,50	0,53	0,75	0,86	0,55
V _a	396,96	0,40	0,40	0,004	1,76	0,25
V _g	99,24	0,10	0,10	0,001	0,44	0,06
V _f	149,85	0,42	0,35	0,001	0,60	0,20
h ² _a	0,66	0,24	0,28	0,56	0,74	0,31

CV_g	17,82	4,71	5,71	2,14	12,41	6,53
CV_g/CV_e	0,81	0,33	0,36	0,65	0,99	0,39
Média	55,90	6,81	5,48	1,25	5,37	3,83

V_a : variância aditiva; V_g : variância genética entre famílias (média); V_e : variância residual; V_f : variância fenotípica (média); h_a^2 : herdabilidade no sentido restrito (média); A_c : acurácia; CV_g : coeficiente de variação genética (média), CV_e : coeficiente de variação ambiental. Dev (Completo) e Dev (Genotípico): deviance modelos completo e genotípico (sem efeito de famílias), respectivamente. Valor entre parêntesis corresponde ao valor da razão de verossimilhança (LTR). **, *: significância a 1% e 5%, respectivamente pelo teste de Qui-quadrado com 1 grau de liberdade ^{ns}: não significativo. LRT (χ^2): Valor entre parêntesis corresponde ao valor da razão de verossimilhança (LTR)

As estimativas de herdabilidade no sentido restrito variaram entre as características, bem como entre as populações estudadas (Tabela 3). Para a população MCE-20, a herdabilidade no sentido restrito variou de 0,33 para o teor de sólidos solúveis e 0,92 para o número de frutos por planta. Concernente à população MSE-03, a menor estimativa foi observada para o diâmetro longitudinal (0,24) e a maior para o número de frutos por planta. Considerando que a herdabilidade no sentido restrito é dependente da característica estudada, esse fato, explica as variações observadas entre as estimativas das características avaliadas dentro das duas populações.

A herdabilidade no sentido restrito é um parâmetro medida fundamental ao se estudar o potencial genético de determinada população uma vez que o referido parâmetro genético permite prever de que modo uma determinada população irá responder à seleção. A herdabilidade no sentido restrito, assim como no sentido amplo, varia de 0 a 1,0 (0 a 100%). Quanto maior a sua estimativa mais segurança tem o melhorista no processo seletivo. Herdabilidades próxima da unidade indicam que a variação fenotípica observada está altamente correlacionada com os verdadeiros valores genéticos. Quanto maior a estimativa da herdabilidade maior é o ganho com a seleção por esse motivo que estimativas próximo de 1,0 ou 100% são as ideais (LYNCH; WALSH, 1989).

Sob outro aspecto, a maior herdabilidade indica menor efeito ambiental sobre o caráter. Nesse sentido, as características número de frutos por planta e peso

médio de frutos foram aquelas com menor efeito ambiental nas duas populações estudadas. A característica teor de sólidos solúveis nas duas populações e os diâmetros longitudinal e transversal nas duas populações foram as mais afetadas pelo ambiente (Tabela 3). As demais características com estimativas medianas foram afetadas em menor grau pelo ambiente.

O único relato de estimativas de herdabilidade para a cultura do maxixe encontrado na literatura foi feito por Paiva (1984) em uma população de maxixe com frutos sem espículos. A referida autora avaliando 64 famílias de meio-irmãos em Manaus-AM estimaram estimativas de herdabilidade no sentido restrito (média) de 79,38, 35,17 e 71% respectivamente para número, peso médio e produção por planta. A estimativa para o número de frutos foi elevada, assim como as estimativas do presente trabalho, todavia, a estimativa para o peso médio do fruto foi inferior àquelas obtidas nas duas populações em estudo (Tabela 3). A estimativa da herdabilidade também é dependente da população estudada e das condições ambientais nas quais a população é cultivada. Em consequência, todas as comparações de estimativas de herdabilidade entre populações, quando feitas, devem ser realizadas com bastante prudência.

Duas medidas importantes são o coeficiente de variação genética (CV_g) e o índice b que corresponde à relação entre CV_g e o CV_e . O coeficiente de variação genética quantifica a variabilidade liberada na população em estudo. No presente trabalho, observou-se as maiores estimativas para as características número de frutos por planta e peso médio do fruto nas duas populações estudadas (Tabela 3). As menores estimativas foram verificadas para o teor de sólidos solúveis na população MCE-20 e para os caracteres diâmetro longitudinal, diâmetro transversal, índice de formato e sólidos solúveis na população MSE-03. Portanto, foi liberada menos variabilidade na população de frutos sem espículos. A referida população foi formada por apenas três ciclos de cruzamentos ao acaso e por um número menor de indivíduos. A maior parte dos acessos de maxixe coletados em expedições é de frutos com espículos (QUEIRÓZ et al., 2004). Nas Figuras 2 a 13 estão os histogramas com as frequências absolutas para todos os caracteres estudados. As distribuições corroboram com as estimativas obtidas para dos

parâmetros genéticos e fenotípicos e evidenciam as amplitudes verificadas no presente estudo.

A relação CV_g/CV_e indica a situação favorável para a seleção (VENCOVSKY, 1978). Valores próximos ou superiores a 1,0 é uma condição favorável para a seleção, enquanto que valores próximos a 0,0 indicam condição desfavorável à seleção. Nesse sentido, a condição favorável foi observada para o número de frutos por planta e peso médio do fruto nas duas populações avaliadas. Os resultados do presente trabalho concordam com as estimativas observadas por Paiva (1984) para número de frutos por planta (1,49) e discordaram para o peso médio do fruto (0,5).

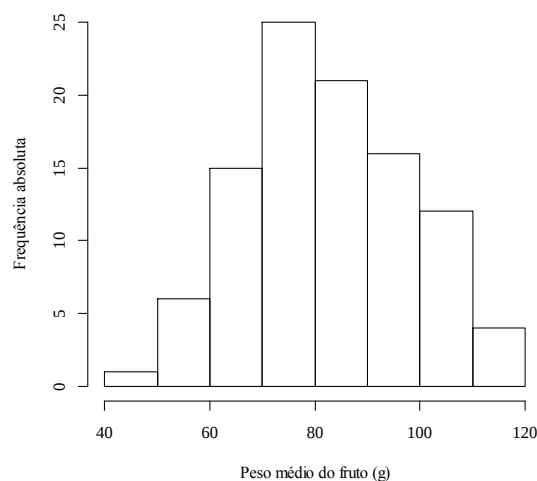


Figura 2. Histograma de frequência das médias do peso médio do fruto avaliado em famílias de meio-irmãos da população MCE-20 de maxixe. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

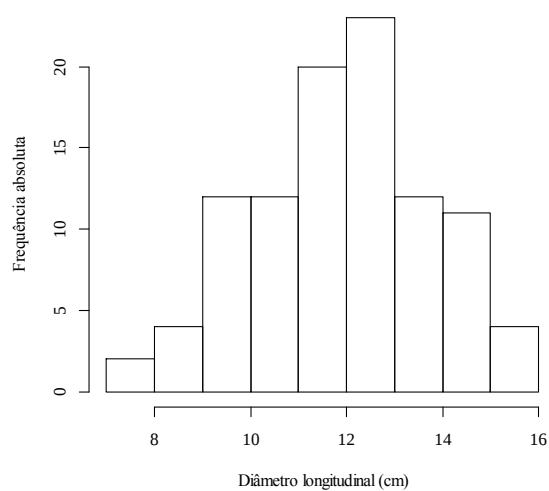


Figura 3. Histograma de frequência das médias do diâmetro longitudinal do fruto avaliado em famílias de meio-irmãos da população MCE-20 de maxixe. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

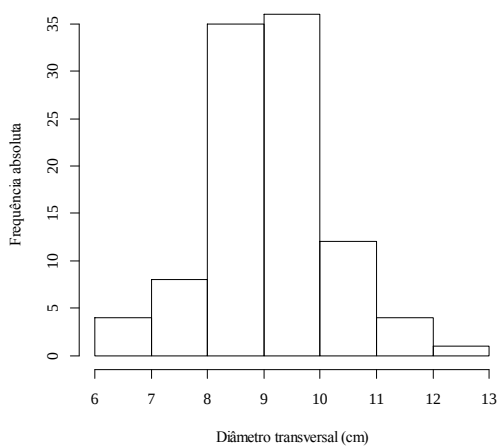


Figura 4. Histograma de frequência das médias do diâmetro transversal do fruto avaliado em famílias de meio-irmãos da população MCE-20 de maxixe. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

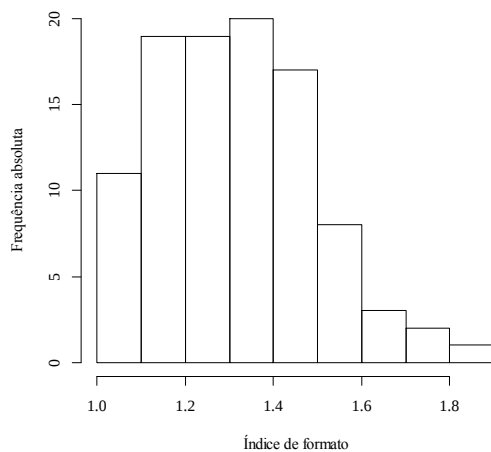


Figura 5. Histograma de frequência das médias do índice de formato do fruto avaliado em famílias de meio-irmãos da população MCE-20 de maxixe. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

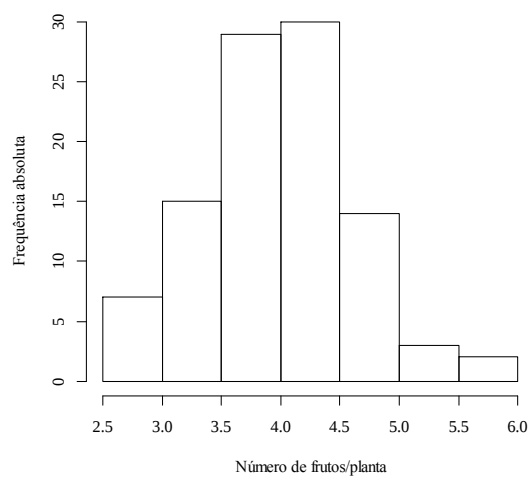


Figura 6. Histograma de frequência das médias do número de frutos por planta avaliado em famílias de meio-irmãos da população MCE-20 de maxixe. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

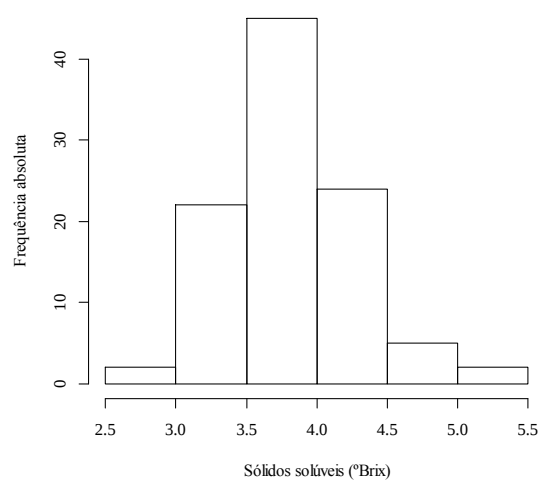


Figura 7. Histograma de frequência das médias de sólidos solúveis avaliados em famílias de meio-irmãos da população MCE-20 de maxixe. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

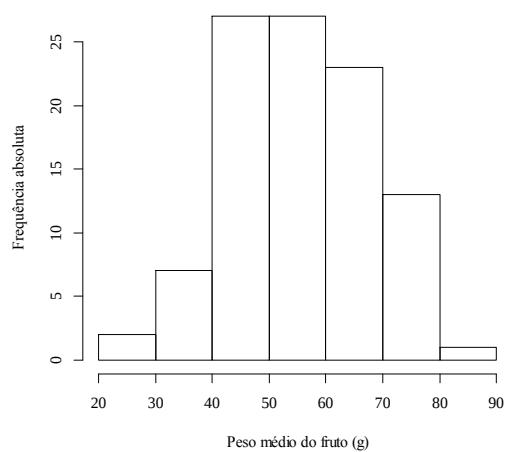


Figura 8. Histograma de frequência das médias do peso médio do fruto avaliado em famílias de meio-irmãos da população MSE-03 de maxixe. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

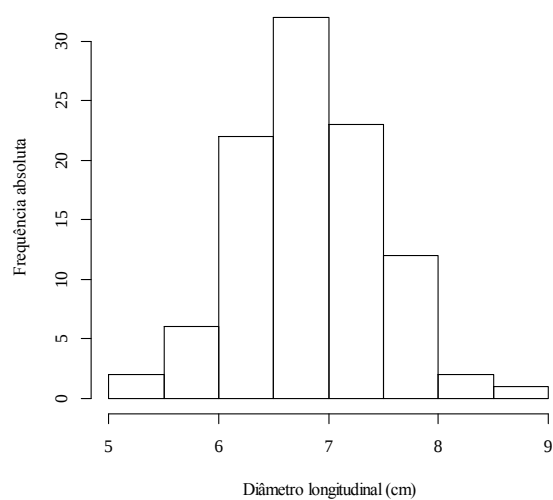


Figura 9. Histograma de frequência das médias do diâmetro longitudinal do fruto avaliado em famílias de meio-irmãos da população MSE-03 de maxixe. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

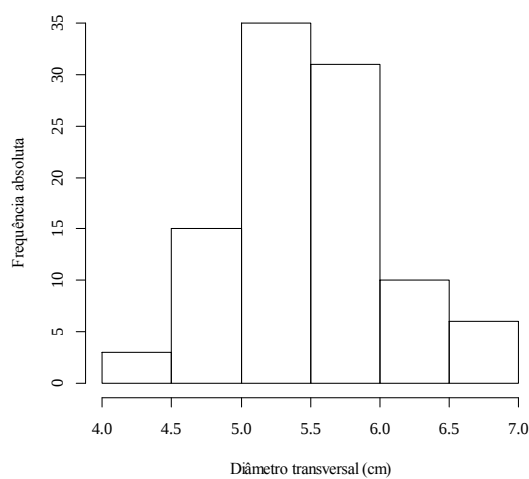


Figura 10. Histograma de frequência das médias do diâmetro transversal do fruto avaliado em famílias de meio-irmãos da população MSE-03 de maxixe. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

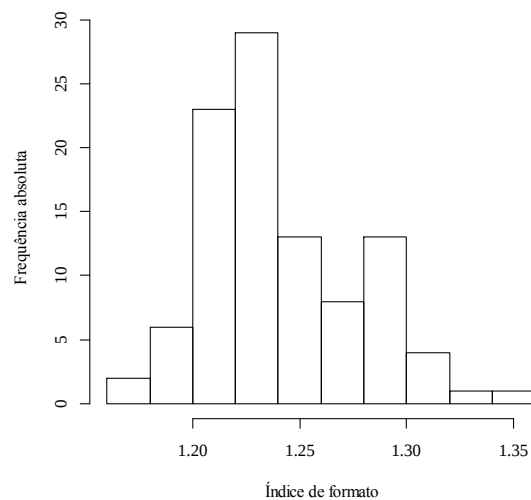


Figura 11. Histograma de frequência das médias do índice de formato do fruto avaliado em famílias de meio-irmãos da população MSE-03 de maxixe. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

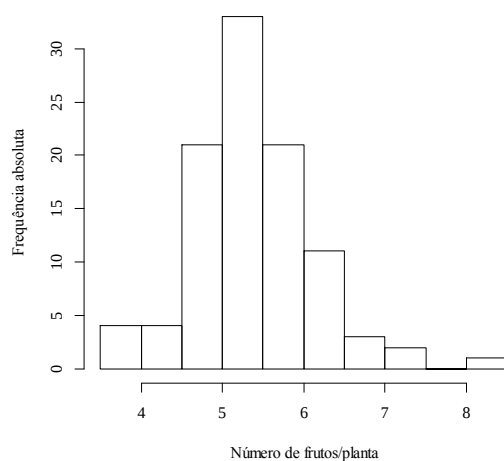


Figura 12. Histograma de frequência das médias do número de frutos por planta avaliado em famílias de meio-irmãos da população MSE--03 de maxixe. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

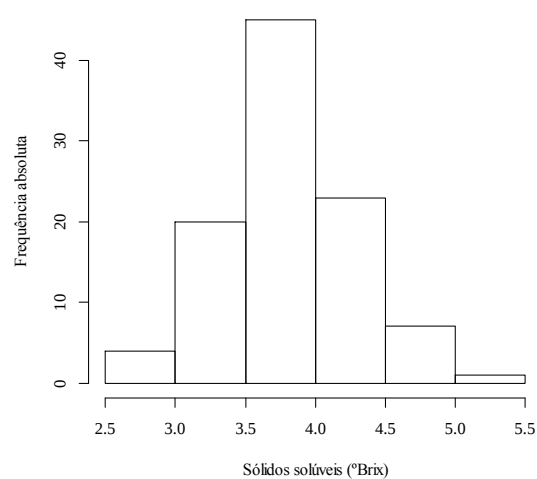


Figura 13. Histograma de frequência das médias de sólidos solúveis avaliados em famílias de meio-irmãos da população MCE-20 de maxixe. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

As estimativas das médias (Tabela 3) estão dentro dos valores constatados nos trabalhos realizados com maxixe (PAIVA, 1984; MONDOLO; COSTA, 2003b; MONDOLO; COSTA, 2004a; MONDOLO; COSTA, 2004b).

4.2 ESTIMATIVAS DOS GANHOS GENETICOS COM A SELEÇÃO

Experimentos de avaliação de famílias de permite prever o ganho genético mesmo antes da seleção. A primeira estimativa necessária é o diferencial de seleção que mede a força da seleção uma vez que corresponde ao contraste entre a média dos indivíduos selecionados e a média da população original. Os ganhos diretos com a seleção foram maiores para o peso médio do fruto, diâmetro longitudinal e número de frutos por planta para a população MCE-20 (Tabela 4).

Os ganhos diretos foram na maior parte dos casos superiores aos ganhos indiretos, ou seja, resposta correlacionada com a seleção, quando selecionamos um caráter a partir de outro. A única exceção foi o peso médio do fruto que apresentou um ganho maior ao se selecionar a partir do número médio de frutos. Esse resultado não era esperado uma vez que a correlação entre o peso médio do fruto e o número médio dos frutos é geralmente negativa ou não existente. No presente trabalho a correlação entra as duas características foi 0,92 ($p < 0,01$). De um modo geral, é melhor fazer a seleção com base no número de frutos por planta por ser uma característica com elevada herdabilidade. Esse fato é muito importante pois pode-se selecionar ao mesmo tempo plantas com frutos grande e plantas prolíficas.

Para a população de frutos lisos os ganhos diretos foram superiores quando a seleção foi feita pelo peso médio dos frutos (Tabela 5). Quando as famílias foram selecionadas a partir do número de frutos por planta os ganhos indiretos foram superiores para os diâmetros longitudinal e transversal e índice de formato em razão da baixa herdabilidade observadas nestes caracteres, em especial nos dois primeiros que foram inferiores à 0,30 (Tabela 3).

Tabela 4. Estimativas das médias original (Mo) e dos selecionados (Ms), do diferencial de seleção (DS) e ganho com a seleção obtidas em seis características avaliadas em famílias de meios-irmãos de maxixe da população MCE-20. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Características	Parâmetros				
	Mo	Ms	DS	GS	GS (%)
Ganho Direto					
PMF	82,16	100,83	18,67	14,00	17,04
DL	11,92	14,09	2,17	1,06	16,77
DT	9,05	10,30	1,25	0,78	16,28
IF	1,32	1,54	0,21	0,09	6,84
NFP	4,0	4,73	0,73	0,67	16,75
SS	3,83	4,35	0,52	0,17	4,49
Ganho Indireto / Peso médio do fruto					
DL	11,92	13,87	1,95	0,96	15,08
DT	9,05	9,94	0,89	0,56	11,65
IF	1,32	1,41	0,09	0,04	5,43
NFP	4,0	4,67	0,67	0,67	15,48
SS	3,83	4,08	0,25	0,08	2,13
Ganho Indireto / Número de frutos por planta					
PMF	82,16	99,25	17,09	15,72	19,14
DL	11,92	13,51	1,59	1,46	12,27
DT	9,05	10,12	1,07	0,98	10,88
IF	1,32	1,34	0,02	0,02	1,40
SS	3,83	3,99	0,16	0,15	3,84

PMF: peso médio do fruto, em g; DL: diâmetro longitudinal do fruto, em cm; DT: diâmetro transversal do fruto, em cm; IF: índice de formato; NFP: número de frutos por planta (NFP) e SS: sólidos solúveis, em °Brix.

Tabela 5. Estimativas das médias original (Mo) e dos selecionados (Ms), do diferencial de seleção (DS) e ganho direto e indireto com a seleção obtidas em seis características avaliadas em famílias de meios-irmãos de maxixe da população MSE-03. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Características	Parâmetros				
	Mo	Ms	DS	GS	GS (%)
Ganho Direto					
PMF	55,90	70,54	14,64	9,66	17,28
DL	6,81	7,64	0,83	0,20	2,92
DT	5,48	6,18	0,69	0,20	3,66
IF	1,25	1,29	0,04	0,02	2,00
NFP	5,37	6,24	0,87	0,64	11,97
SS	3,93	4,37	0,54	0,17	4,33
Ganho Indireto / Peso médio do fruto					
DL	6,81	7,39	0,58	0,14	2,06
DT	5,48	5,99	0,51	0,15	2,70
IF	1,25	1,25	0,00	0,00	0,00
NFP	5,37	6,12	0,75	0,56	10,36
SS	3,93	4,06	0,13	0,04	1,06
Ganho Indireto / Número de frutos por planta					
PMF	55,90	67,80	11,90	8,81	15,75
DL	6,81	7,17	0,36	0,27	3,91
DT	5,48	5,84	0,36	0,27	4,86
IF	1,25	1,34	0,09	0,07	5,33
SS	3,93	3,93	0,10	0,07	1,93

PMF: peso médio do fruto, em g; DL: diâmetro longitudinal do fruto, em cm; DT: diâmetro transversal do fruto, em cm; IF: índice de formato; NFP: número de frutos por planta (NFP) e SS: sólidos solúveis, em °Brix.

Considerando os ganhos diretos e indiretos com a seleção e o objetivo do programa que é obter plantas com frutos grandes (> 90 g) e prolíficas, a seleção das melhores famílias pode ser feita a partir dos ganhos correlacionados a partir da seleção com base no número de frutos por planta. Realizado a seleção foram selecionadas as famílias listadas nas Tabelas 6 e 7.

Os ganhos genéticos observados no presente estudo foram superiores àqueles observados por Paiva (1984) ao selecionar famílias de meio-irmãos com frutos lisos para os caracteres peso médio do fruto e número de frutos por planta.

Considerando os objetivos do programa supra citados, um aspecto fundamental é que as médias para o peso médio do fruto das famílias selecionadas na população MCE-20 foi superior à 90 g. Mondolo; Costa (2004a) selecionaram para frutos com valores $\geq 90,0$ g no chamado “maxixe paulista”. No presente trabalho, todas as famílias selecionadas têm média superior à 90 g na referida população (Tabela 6). Frutos maiores são preferidos pelo consumidor uma vez que podem ser utilizados sem problemas no prato típico denominado “maxixada” e em saladas, substituindo o pepino.

A média do índice de formato do fruto também está próxima daquela das linhagens selecionadas por Mondolo; Costa (2004a) no “maxixe paulista”. Com relação ao teor de sólidos solúveis, tem se observado pequena variação nas populações de maxixe. O valor médio das famílias selecionadas está de acordo com o valor esperado para espécie, não sendo, portanto, um problema para comercialização.

Na população de frutos lisos (MSE-03), os frutos têm menor tamanho com uma média da população original de 55,90 g (Tabela 5). A média das linhagens selecionadas foi 67,80 g, sendo, portanto, necessário aumentar a média nos próximos ciclos seletivos. Considerando que nas famílias selecionadas há valores indivíduos com valores próximos à 90 g, é possível ampliar obter frutos maiores sem espinhos. Os frutos lisos têm um menor índice de formato e sólidos solúveis próximos àqueles apresentados na população de frutos com espinhos.

O cruzamento das famílias superiores selecionadas no presente trabalho será realizado para a obtenção da população de primeiro ciclo. A intenção é

ampliar o tamanho do fruto e o prolificidade. As estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos indicam as duas populações são promissoras para que se atinja os objetivos desejados.

Tabela 6. Médias obtidas em famílias de meios-irmãos de maxixe selecionadas na população MCE-20. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Família	Médias / Características					
	PMF (g)	DL (cm)	DT (cm)	IF	NFP	SS (°Brix)
23	98,14	15,50	8,60	1,85	3,73	4,35
40	93,32	14,47	8,49	1,79	3,85	3,93
64	102,81	15,37	10,53	1,46	4,51	4,27
68	100,38	14,87	9,46	1,56	4,42	4,70
69	93,49	13,57	9,62	1,42	4,32	5,33
70	100,13	14,73	8,97	1,70	4,25	4,65
75	93,80	13,50	9,28	1,46	4,27	4,02
77	94,61	13,60	10,10	1,34	4,42	4,43
78	96,68	13,87	9,77	1,42	4,50	3,82
79	92,61	13,10	11,54	1,27	4,68	3,42
80	101,68	14,67	11,92	1,25	4,74	3,43
81	97,78	13,97	11,23	1,18	5,06	4,00
82	93,46	13,13	9,90	1,19	4,86	3,65
83	103,43	14,83	9,11	1,50	4,69	4,13
84	92,28	12,90	9,52	1,40	4,37	3,65
85	93,60	13,00	9,46	1,35	4,52	3,38
86	92,98	12,87	10,09	1,32	4,46	3,63
87	100,28	13,97	9,18	1,39	4,75	4,27
89	105,97	14,90	9,63	1,55	4,49	3,98
90	97,02	13,23	10,34	1,29	4,74	4,30
91	107,35	14,93	10,01	1,48	4,82	4,58
92	102,27	12,67	9,25	1,36	4,56	3,23
93	100,44	13,43	10,11	1,34	4,79	3,92
94	98,98	11,73	10,44	1,14	4,93	4,12
95	105,85	14,03	9,29	1,50	4,71	3,57
96	115,91	15,60	9,96	1,54	4,88	4,52
97	111,28	14,60	9,78	1,49	5,02	4,45
98	118,35	15,27	9,24	1,64	5,06	3,58
99	109,61	12,33	12,35	1,00	5,93	3,52
100	110,47	11,50	11,03	1,04	5,83	5,50

PMF: peso médio do fruto, em g; DL: diâmetro longitudinal do fruto, em cm; DT: diâmetro transversal do fruto, em cm; IF: índice de formato; NFP: número de frutos por planta (NFP) e SS: sólidos solúveis, em °Brix.

Tabela 7. Médias obtidas em famílias de meios-irmãos de maxixe selecionadas na população MSE-03. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Família	Médias / Características					
	PMF (g)	DL (cm)	DT (cm)	IF	NFP	SS (°Brix)
23	85,16	7,94	6,10	1,29	5,30	4,10
40	79,72	7,47	5,69	1,32	5,48	4,10
64	79,23	7,78	6,31	1,23	5,95	4,33
68	76,73	7,03	5,48	1,29	6,72	5,07
69	75,00	8,15	6,72	1,21	6,30	4,63
70	74,40	8,53	6,83	1,25	6,44	4,75
75	73,90	7,43	5,98	1,24	5,42	3,62
77	73,76	8,20	6,87	1,20	6,24	4,40
78	73,46	7,72	6,30	1,23	5,68	3,83
79	72,70	6,68	5,41	1,23	5,19	3,33
80	72,33	8,00	6,75	1,19	5,74	3,88
81	71,98	6,82	5,64	1,21	5,84	3,95
82	71,91	6,51	5,33	1,22	5,49	3,58
83	71,30	7,71	6,21	1,24	6,45	4,52
84	69,58	7,33	5,93	1,24	5,46	3,52
85	69,20	7,32	5,98	1,23	5,76	3,80
86	69,16	6,79	5,47	1,25	5,45	3,45
87	69,11	7,96	6,57	1,21	6,23	4,20
89	68,22	7,37	5,82	1,27	6,77	4,68
90	68,20	6,90	5,61	1,23	6,41	4,30
91	67,55	7,61	6,13	1,24	6,85	4,72
92	66,25	7,26	5,91	1,24	5,55	3,37
93	65,86	7,01	5,68	1,24	5,90	3,70
94	65,47	7,64	6,50	1,28	6,15	3,95
95	65,35	6,61	5,12	1,29	5,66	3,38
96	64,60	7,53	5,99	1,25	6,33	3,97
97	64,44	7,23	5,75	1,36	7,06	4,58
98	64,16	7,19	5,56	1,40	7,01	4,43
99	63,98	7,33	6,33	1,26	6,38	3,67
100	63,44	6,82	5,78	1,29	8,44	4,10

PMF: peso médio do fruto, em g; DL: diâmetro longitudinal do fruto, em cm; DT: diâmetro transversal do fruto, em cm; IF: índice de formato; NFP: número de frutos por planta (NFP) e SS: sólidos solúveis, em °Brix.

6 CONCLUSÕES

- As populações MCE-20 e MSE-03 têm potencial para programas de melhoramento visando obter plantas com frutos grandes (> 90 g) e prolíficas;
- A seleção indireta com base na seleção de plantas com maior número de frutos por plantas é eficiente para a seleção de famílias com frutos grandes, compridos (IF $> 1,3$) e plantas prolíficas;

REFERÊNCIAS

BORÉM A. **Melhoramento de Plantas**. 5.ed. Viçosa: Editora UFV. 2001. 529p.

CARMO FILHO, F.; ESPINOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J.M. **Dados climatológicos de Mossoró**: Um município semi-árido nordestino. Mossoró: ESAM. 1991. 121p. (Coleção Mossoroense, C, 30).

CEPEDA, M. C., SOUZA JR., C. L.; PANDEY, S.; LEON, L. N. Efeitos gênicos e oscilação genética associados à seleção recorrente intrapopulacional na população de milho SA3. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 1585-1593, 2000.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 3.ed. Viçosa: UFV, 2004. v.1. 480p.

EBERHART, S. A. Factors effecting efficiencies of breeding methods. **African soils**, v. 15, p. 669-680, 1970.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 1999. 412p.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics**. 4ed. London: Longman, 1996. 464p.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402p.

HALLAUER, A. R. Compedium of recurrent selection methods and their application. **Review in Plant Science**, v. 3, p. 1-34, 1985.

HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding**, Ames: Iowa State University Press, 1988. 468p.

HALLAUER, A. R.; RUSSELL, W. A.; LAMKEY, K. R. Corn Breeding. In: Corn and Corn Improvement (Eds. G.F. Sprague e J.W. Dudley). ASA, CSSA e SSSA. 1988. 986 p.

HENDERSON, C.R.; KEMPTHOTNE, O.; SEARLE, S.R.; KROSIGK, A. The estimation of environmental and genetic trends from records subject to culling. **Biometrics**, v.15, n.6, p.192-218, 1959.

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.

LYNCH, M.C.; WALSH, B. **Genetics and analysis of quantitative traits**. Sunderland: Sinauer Associates Inc., 1998. 980p.

MACKEE, H. S. **Catalogue des plantes introduites et cultivées en Nouvelle – Calédonie**. Paris: Muséum National d'Histoire Naturelle, 164 p. 1994.

MANGAN, F.; MENDONÇA, R.; MOREIRA, M.; NUNES. S.; FINGER, F.; BARROS, Z.; GALVÃO, H.; ALMEIDA, G.; SILVA, R.A.; ANDERSON, M. Production and marketing of vegetables for the ethnic markets in the United States. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n.1, p. 6-14, 2008.

MATSUMOTO, Y.; WATANABE, N.; KUBOYAMA, T. Cross-species amplification of 349 melon (*Cucumis melo* L.) microsatellites in gherkin (*Cucumis anguria* L.). **Journal of Plant Breeding and Crop Science**, v. 4, p. 1, p. 25-31, 2012.

MELO, A. M. T.; TRANI, P. S. **Maxixe**. In: FAHL, J. I.; CAMARGO, M. B. P.; PIZZINATTO, M. A.; BETTI, J. A.; MELO, A. M. T.; MARIA, I. C.; FURLANI,

A. M. C. (Eds). Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas. Campinas: Instituto Agrônomo, 1998. 393 p. (IAC. Boletim Técnico, 200).

MONDOLO, V.A.; C.P. COSTA. Avaliação de linhagens de maxixe Paulista em canteiros com cobertura de polietileno. **Horticultura Brasileira**, v. 21, v.3, p. 534-538, 2003b.

MONDOLO, V.A.; C.P. COSTA. Production of paulista gherkin using trellis net support. **Scientia agricola**, v. 61, n.1, p. 43-46, 2004b.

MONDOLO, V.A.; COSTA, C.P. Gherkin elite line selection. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 4, n.1, p. 63-67, 2004a.

MONDOLO, V.A.; COSTA, C.P. **Maxixe: uma hortaliça de tripla forma de consumo**. Piracicaba: ESALQ - Divisão de biblioteca e documentação. Série Produtor Rural, 19. 20p. 2003a.

PAIVA, M.W. Estimativas de parâmetros genéticos de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Acta Amazônica**, v. 14, n. 1-2, p. 39-47, 1984.

PATERNIANI, E.; MIRANDA FILHO, J. B. **Melhoramento de populações**. In: PATERNIANI, E. (Ed.) Melhoramento e produção de milho no Brasil. Piracicaba, Esalq, 1978. 202-246.

PATTERSON, H.D.; THOMPSON, R. Recovery of inter-block information when block sizes are unequal. **Biometrika**, v.58, p.545-554, 1971.

QUEIROZ, M.A. Germplasm of Cucurbitaceae in Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, 4, n.3, p. 377-383, 2004.

QUEIROZ, M.A. Potencial do germoplasma de cucurbitáceas no nordeste brasileiro. **Horticultura Brasileira**, v.11, p. 7-9, 1993.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; ZIMERMANN, M.J.O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: Editora da UFG, 1993. 271 p.

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

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.

ROBINSON, R. W.; DECKER-WALTERS, D. S. **Cucurbits**. New York: CAB International, 225 p. 1997.

SMITH, O. S. Evaluation of recurrent selection in BSSS, BSCB1, and BS13 maize populations. **Crop Science**, v. 23, p. 35-40, 1983.

SOUZA JÚNIOR, C. L. Comparisons of intra-interpopulation and modified recurrent selection methods. **Revista Brasileira de Genética**, v. 16, p. 91-105, 1993.

SOUZA JÚNIOR, C. L. de. **Melhoramento de espécies alógamas**. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S. de, VALADARES-INGLIS, M. C. (Org.) Recursos genéticos e melhoramento de plantas. Rondonópolis: Fundação MT, 2001, v. 1, p. 159-199.

VENCOVSKY, R. **Herança quantitativa**. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.P. (Eds.) Melhoramento e produção de milho. Fundação Cargill, Campinas, p. 277-340. 1987.