

**SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL NO
MELHORAMENTO GENÉTICO DE PLANTAS**

FÁBIO DE LIMA GURGEL

2004

FÁBIO DE LIMA GURGEL

**SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL NO
MELHORAMENTO GENÉTICO DE PLANTAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de "Doutor"

Orientador

Prof. Daniel Furtado Ferreira

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2004

Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA

Gurgel, Fábio de Lima

Simulação computacional no melhoramento genético de plantas / Fábio de
Lima Gurgel. -- Lavras : UFLA, 2004.

174 p. : il.

Orientador: Daniel Furtado Ferreira.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Melhoramento genético vegetal. 2. Simulação. 3. Número de famílias. 4.
Coeficiente de variação. 5. Intercruzamento. I. Universidade Federal de Lavras. II.
Título.

CDD-631.523

FÁBIO DE LIMA GURGEL

**SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL NO
MELHORAMENTO GENÉTICO DE PLANTAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de "Doutor"

APROVADA em 6 de dezembro de 2004.

Dr. Heyder Diniz Silva

UFU

Dr. Antônio Carlos de Oliveira

EMBRAPA Milho e Sorgo

Dra. Ângela de Fátima Barbosa Abreu

EMBRAPA Arroz e Feijão

Dr. Júlio Sílvio de Sousa Bueno Filho

UFLA/ DEX

Dr. Daniel Furtado Ferreira
UFLA/DEX
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

Aos meus pais, Hélio e Francisca.

Aos meus irmãos, Thiago, Liliane e Felipe.

Ao meu sobrinho Matheus.

Às minhas avós, Elina e Guilhermina.

DEDICO

O bom de não sabermos todas as coisas é existir alguém que sabe.

O bom de existir alguém que sabe é não sabermos quem ele é.

LYA LUFT

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida.

Aos meus pais, Hélio e Francisca, por terem sempre acreditado em mim.

À Universidade Federal de Lavras, pela acolhida durante estes anos em que fui estudante.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos durante o curso.

Ao professor, orientador e amigo Daniel Furtado Ferreira, pela orientação, participação, apoio, sugestões e ensinamentos transmitidos.

Ao professor Magno Antonio Patto Ramalho, pelo exemplo de vida dedicada à pesquisa e pela orientação durante o decorrer do curso.

Aos pesquisadores Antônio Carlos de Oliveira e Ângela de Fátima Barbosa Abreu, pelos dados fornecidos e utilizados nesta tese.

Aos professores dos Departamentos de Biologia, Agricultura e Ciências Exatas, pelos ensinamentos transmitidos.

Aos membros da banca, pelas sugestões dadas.

Aos amigos José Airton Nunes e João Luís da Silva Filho, pela ajuda na fase de execução deste trabalho.

Aos amigos do curso de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas e demais cursos de Graduação e Pós-Graduação.

Ao Núcleo de Estudos em Genética/ GEN.

Aos funcionários do Departamento de Biologia e de Ciências Exatas.

À minha família, por ensinar-me que o verdadeiro caminho para se atingir um ideal e evoluir como ser humano deve ser percorrido com muita luta, senso de justiça, humildade e honestidade.

À minha namorada, Rosana Sumiya, pelo amor, carinho, apoio e atenção em todos os momentos.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	ii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
CAPÍTULO 1.....	1
1 Introdução Geral.....	2
2 Referencial Teórico.....	4
2.1 Simulação computacional.....	4
2.2 Número de famílias a serem avaliadas no processo seletivo em autógamas.....	11
2.3 Emprego do coeficiente de variação como critério para avaliação em experimentos de cultivares de milho e feijão.....	14
2.4 Eficiência do inter cruzamento de plantas da geração F ₂	17
Referências Bibliográficas.....	23
CAPÍTULO 2 – Número de famílias a serem avaliadas no processo seletivo em autógamas.....	29
Resumo.....	30
Abstract.....	32
1 Introdução.....	34
2 Material e Métodos.....	36
2.1 Material	36
2.2 Métodos.....	36
2.2.1 Primeira alternativa de simulação.....	36
2.2.2 Segunda alternativa de simulação.....	38
3 Resultados e Discussão.....	41
4 Conclusões.....	55
Referências Bibliográficas.....	56
CAPÍTULO 3 – Emprego do coeficiente de variação como critério para avaliação em experimentos de cultivares de feijão e milho.....	58
Resumo.....	59
Abstract.....	61
1 Introdução.....	63
2 Material e Métodos.....	64
2.1 Material	64
2.2 Métodos.....	65

3 Resultados e Discussão.....	70
4 Conclusões.....	85
Referências Bibliográficas.....	86
CAPÍTULO 4 – Efeito da interação não-alélica na eficiência do intercruzamento de plantas na geração f_2	88
Resumo.....	89
Abstract.....	91
1 Introdução.....	93
2 Material e Métodos.....	95
3 Resultados e Discussão.....	100
4 Conclusões.....	112
Referências Bibliográficas.....	113
CONCLUSÕES GERAIS.....	116
ANEXOS.....	117

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
CAPÍTULO 1	
1.1 Número e tipos de famílias utilizados em pesquisa com o feijoeiro no Brasil.....	14
1.2 Expressões que possibilitam estimar as frequências genotípicas, com diferentes taxas de recombinação (fr), com e sem intercruzamento na geração F_2 , em repulsão e em atração considerando dois genes, A e B. Adaptado de Bos (1977).....	22
CAPÍTULO 2	
2.1 Média dos valores genotípicos correspondentes ao fenótipo máximo (GS) e probabilidade máxima deste fenótipo (P_{MAX}) incorporar alelos favoráveis, para diferentes valores de herdabilidade (h^2) e número de linhagens (n) na geração infinito.....	51
CAPÍTULO 3	
3.1 Informações utilizadas como referência para a simulação de parâmetros para as culturas do feijão e milho	65
CAPÍTULO 4	
4.1 Expressões que possibilitam estimar as frequências genotípicas (fg), com diferentes taxas de recombinação (fr), com e sem intercruzamento na geração F_2 , em repulsão e em atração, considerando dois genes, A e B. Adaptado de Bos (1977).....	95
4.2 Proporções fenotípicas e interações para cada caso estudado. Adaptado de Mather & Jinks (1982).....	96
4.3 Valores genotípicos para cada genótipo.....	97

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
CAPÍTULO 2	
2.1 Valores médios do número de locos com alelos favoráveis fixados para 20 genes, em função dos valores de herdabilidade e do número de linhagens, para seleção do maior valor fenotípico.....	44
2.2 Valores médios do número de locos com alelos favoráveis fixados para 40 genes, em função dos valores de herdabilidade e do número de linhagens, para seleção do maior valor fenotípico.....	45
2.3 Valores médios do número de locos com alelos favoráveis fixados para 60 genes, em função dos valores de herdabilidade e do número de linhagens, para seleção do maior valor fenotípico.....	46
2.4 Valores médios do número de locos com alelos favoráveis fixados para 80 genes, em função dos valores de herdabilidade e do número de linhagens, para seleção do maior valor fenotípico.....	47
2.5 Valores médios do número de locos com alelos favoráveis fixados para 100 genes, em função dos valores de herdabilidade e do número de linhagens, para seleção do maior valor fenotípico.....	48
CAPÍTULO 3	
3.1 Coeficiente de correlação de Spearman para a cultura do feijão, em função da repetibilidade para diferentes coeficientes de variação em três números de genótipos (25, 30, 36) e para o CVg igual a 5 (a), a 15 (b) e a 35 (c).....	72
3.2 Proporção de coincidência dos 10% selecionados para a cultura do feijão, em função da repetibilidade para diferentes coeficientes de variação em três números de genótipos (25,30,36) e para o CVg igual a 5 (a), a 15 (b) e a 35 (c).....	73
3.3 Repetibilidade para diferentes coeficientes de variação em três valores da Relação c, para a cultura do feijão.....	74
3.4 Coeficiente de correlação de Spearman (r_s) para três valores médios de produtividade de feijão (kg/ha), em diferentes coeficientes de variação, em uma população e 25 indivíduos e os valores da Relação c de 4 (a), 8 (b) e 12 (c)	75

3.5 Coeficiente de correlação de Spearman para a cultura do milho, em função da repetibilidade, para diferentes coeficientes de variação em três números de genótipos (15, 20, 25) e para o CVg igual a 5 (a), a 15 (b) e a 35 (c).	79
3.6 Proporção de coincidência dos 10% selecionados para a cultura do milho, em função da repetibilidade para diferentes coeficientes de variação, em três números de genótipos (15, 20, 25) e para o CVg igual a 5 (a), a 15 (b) e a 35 (c).....	80
3.7 Repetibilidade para diferentes coeficientes de variação em três valores da Relação c, para a cultura do milho.....	81
3.8 Coeficiente de correlação de Spearman (r_s) para três valores médios de produtividade de milho (kg/ha) em diferentes coeficientes de variação, em uma população e 15 indivíduos e os valores da Relação c de 5 (a), 15 (b) e 35 (c).....	83

CAPÍTULO 4

4.1 Alterações percentuais da média nos modelos (A) epistasia recessiva, (B) epistasia dominante, (C) genes duplicados, (D) genes complementares na geração F_2 em atração e repulsão.....	103
4.2 Alterações percentuais da média nos modelos (A) epistasia recessiva, (B) epistasia dominante, (C) genes duplicados, (D) genes complementares na geração F_∞ em atração e repulsão.....	104
4.3 Alterações percentuais da variância nos modelos (A) sem epistasia, (B) epistasia recessiva, (C) epistasia dominante, (D) genes duplicados, (D) genes complementares na geração F_2 em atração e repulsão.....	107
4.4 Alterações percentuais da variância nos modelos (A) sem epistasia, (B) epistasia recessiva, (C) epistasia dominante, (D) genes duplicados, (E) genes complementares na geração F_∞ em atração e repulsão.....	108
4.5 Alterações percentuais em módulo nas frequências relativas do genótipo AABB nas gerações (A) F_2 e (B) F_∞ em atração e repulsão.....	109

RESUMO

GURGEL, Fábio de Lima. **Simulação computacional no melhoramento genético de plantas**. 2004. 175 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG¹

Este trabalho tem como objetivo analisar três situações nas quais a simulação computacional pode ser útil em programa de Genética e Melhoramento de Plantas, quais sejam: obter informações a respeito do número de famílias que devem ser manuseadas para se ter mais sucesso no melhoramento genético, verificar se apenas o uso do coeficiente de variação é suficiente para descartar experimentos de valor de cultivo e uso (VCU) e definir se o intercruzamento entre plantas F_2 deve ser realizado ou não. Na determinação do número ideal de famílias a serem avaliadas no processo seletivo, deve-se considerar a herdabilidade do caráter; para se obter um ganho genético em torno de 1,10 desvios padrões fenotípicos acima da média na população selecionada, são necessárias 5000 linhagens para uma $h^2 = 0,30$ e 10 linhagens para $h^2 = 0,70$; se o caráter apresentar h^2 inferior a 0,30 será necessário maior número de linhagens para se ter alta probabilidade de obter uma linhagem com um valor genotípico médio superior à média da população. O coeficiente de variação não é um bom estimador para avaliação da eficiência de uma cultivar em um ensaio, devendo estar associado a outros parâmetros para tornar a recomendação de uma cultivar mais confiável. A repetibilidade é o parâmetro que, tendo-se definido os seus valores para cada variável-resposta, possibilitará definir critérios de descarte de experimentos de avaliação e recomendação de cultivares. A realização de intercruzamentos de plantas na geração F_2 e F_∞ não permite prever se a frequência de indivíduos com os alelos favoráveis em homozigose irá aumentar caso haja epistasia. Os valores da média e a da variância populacional, considerando genes ligados com diferentes frequências de recombinação e alguns tipos de interação não-alélica, apresentaram valores bem distintos para cada caso, dificultando ainda mais qualquer tipo de predição, uma vez que só foram considerados dois genes.

¹Orientador: Prof. Daniel Furtado Ferreira – UFLA.

ABSTRACT

GURGEL, Fábio de Lima. **Computing simulation in plant breeding**. Lavras: UFLA, 2004. 172p. Thesis. (Doctorate in Agronomy – Genetics and Plant Breeding) – Federal University of Lavras, Lavras, MG¹

The objective of this study was to analyse three situations where the computing simulation could be useful in a plant breeding program: to get information about the number of families that must be handled to have more success in breeding. To verify if only the coefficient of variation is enough to discard experiments of Cultivation and Use Value, and to determine if the intercrossing of F₂ plants must be done or not. To determine the ideal number of families to be appraised in the selective process, the heritability of the character must be consider. To obtain a genetic profit around 1.10 phenotypic standard deviation above the mean in the selected population, 5000 lines are necessary considering $h^2= 0.30$ and 10 lines for a $h^2= 0.70$; if the character shows h^2 below 0.30, it will be necessary a greater number of lines to have a high probability to obtain an line with an average genotypic value superior to the population average. The coefficient of variation is not a likely value to evaluate the efficiency of a cultivar in a study; it must be associated to other parameters to make the recommendation of a cultivar more reliable. The repeatability is the parameter, which having its values defined to each variable – response it will give the possibility to determine elimination criteria in evaluation experiments for cultivars recommendation. Intercrossing of plants in the F₂ and F_∞ generations is not able to predict if the frequency of individual with favorables alleles in homozygous will increase, in case of having epistasis. Population mean and variance, considering linked genes with different recombination frequencies and some kinds of non-allelic interaction presented quite distinct values for each case, raising more difficulties to any kind of prediction, considering only two genes.

¹ Advisor: Prof. Daniel Furtado Ferreira – UFLA

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

A busca de maior eficiência nos programas de melhoramento genético é constante, dada a pressão para se aumentar a produtividade e a estabilidade das espécies cultivadas. Há várias alternativas que podem ser trabalhadas, contudo, a maioria delas demanda a realização de experimentos em várias condições. Essa estratégia, além de difícil generalização, exige tempo e muito recurso. Com as facilidades computacionais atuais, a principal opção é o emprego de simulação computacional que, além de demandar menos recurso e tempo, pode ser generalizada com mais facilidade.

Esta ferramenta consiste em projetar um modelo de um sistema real e conduzir experimentos com este modelo, no intuito de compreender o comportamento ou de avaliar várias estratégias para a operação deste sistema. A simulação abrange dois grandes aspectos que são a modelagem e a experimentação e têm como dois grandes objetivos compreender o sistema existente e prescrever recomendações que possam ser generalizadas para quaisquer situações. Além de apresentar menor custo e maior rapidez, garante certeza da direção e sentido das respostas (Ferreira, 2001; Wagner, 2002).

Embora a simulação computacional já tenha contribuído em inúmeras situações, ainda há várias áreas dentro do melhoramento genético de plantas em que ela pode auxiliar na tomada de decisões. Por exemplo, uma das indagações que os melhoristas normalmente fazem é com relação ao número de famílias a serem avaliadas durante o programa de melhoramento. Na literatura, há informações a esse respeito, contudo, nos trabalhos de simulação encontrados, considerou-se a herdabilidade como sendo de 100% (Fouilloy & Bannerot, 1988). Seria importante generalizar as informações existentes para outros

valores de herdabilidade que estão mais próximos das condições em que os melhoristas trabalham.

Outra questão relevante é identificar algum parâmetro que possa ser utilizado com eficiência no descarte ou não de experimentos de avaliação de linhagens ou cultivares. O que tem sido adotado, indiscriminadamente, independente da espécie envolvida, é o coeficiente de variação (CV). Contudo, há evidências de que o CV por si só não é suficientemente adequado para ser utilizado com essa finalidade (Silva et al., 2002). Estes autores verificaram que, no processo de recomendação de cultivares, adotando-se o critério de Valor de Cultivo e Uso (VCU) recomendado pelo Ministério da Agricultura, ou seja, a restrição de até 20% para o CV, quase metade dos experimentos (41,4%) não seria utilizada na recomendação de cultivares.

Um terceiro assunto seria o inter cruzamento das plantas de uma população segregante F_2 . Este tema já foi pesquisado em várias situações, tanto com simulação (Bos, 1977) como em experimento de campo (Aguiar, 2003). Mesmo assim, persistem dúvidas sobre o fato de esse procedimento ser vantajoso ou não. Isto porque, nos trabalhos anteriores de simulação, a epistasia não foi considerada e, sob condições de campo, os resultados foram restritos a algumas populações e condições experimentais. A inclusão de diferentes tipos de epistasia, associada a genes ligados ou não, certamente poderá decidir se o inter cruzamento deve ou não ser realizado.

Diante do exposto, os objetivos deste trabalho foram utilizar a simulação computacional visando à obtenção de informações a respeito do número de famílias que deve ser manuseadas para se ter mais sucesso no melhoramento genético, verificar se apenas o uso do coeficiente de variação é suficiente para descartar experimentos de valor de cultivo e uso e definir se o inter cruzamento entre plantas F_2 deve ser realizado ou não. Nos capítulos que seguem, cada um destes temas será tratado em separado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Simulação computacional

Um computador pode ser uma ferramenta bastante útil na compreensão de problemas genéticos e estatísticos. A capacidade de simular uma amostra de dados para um modelo genético específico e de analisar os dados simulados pode facilitar a compreensão de um problema complexo. Este é um tipo de experimentação que freqüentemente será mais convincente que qualquer argumento teórico (Baker, 1995).

Por isso, a simulação computacional tem sido de grande utilidade em estudos genéticos sob vários contextos, como o de populações, do indivíduo ou do próprio genoma. Ela demanda dos geneticistas o desenvolvimento de modelos biológicos que retratem, da melhor maneira possível, os fenômenos de interesse, e dos programadores as rotinas para o processamento adequado, apesar de impor restrições, para que a influência de certos fatores possa ser avaliada (Cruz, 2001).

Para que se possa simular o comportamento de fenômenos reais, deve-se utilizar modelos que representem um objeto, sistema ou idéia (Wagner, 2002). Portanto, a modelagem é um aspecto importante na simulação. O modelo deve ser suficientemente simples para ser operacionalizado e interpretado adequadamente, mas seu desempenho deve ser comparável ao modelo real e, se a defasagem for grande, ele deve ser eliminado ou refinado (Cruz, 2001).

A simulação é uma das áreas em que mais se usa geração de números aleatórios na atualidade. Os primeiros indícios de simulação de dados surgiram com a utilização do Método de Monte Carlo, por Von Neuman, em 1940, com blindagem de reatores nucleares (Morgan, 1995). Esta é uma área muito vasta, que cresceu muito nos últimos 30 anos, tendo nascido com o computador digital.

Grande parte do desenvolvimento da simulação no Brasil deveu-se ao trabalho pioneiro de Alain Pierre Clanet, que formou engenheiros de produção com conhecimentos nessa área (Dachs, 1988).

O uso da simulação é muito amplo, podendo ser aplicada em áreas estratégicas, como a medicina e a agricultura. Diversos aplicativos são utilizados para a simulação na área da genética e melhoramento de plantas, como o Diallel (Burows & Coors, 1994), MENDEL (Euclides, 1996), GENES (Cruz, 1998) e o GQMOL (UFV, 2004).

Um aspecto que deve ser considerado é a eficiência do processo de simulação. Como toda técnica, cuidados devem ser tomados para evitar erros devidos a problemas amostrais, escolha inadequada das distribuições de probabilidade nos eventos de natureza aleatória e simplificação inadequada da realidade e erros de implementação do sistema simulado. Para isso, o programador deve utilizar os processos de validação, fazendo com que o sistema simulado possa operar nas condições do sistema real e verificar, por meio de testes de hipóteses e outras análises estatísticas, se os resultados observados na simulação condizem com os do sistema real (Ferreira, 2001).

Uma utilização desses processos de validação foi realizada por Mackay & Caligari (1999). Eles constataram que a presença de *outliers* pode usualmente ser detectada por meio de rotinas de validação de dados, mas alguns erros maiores escapam desta detecção porque caem numa região de aceitação. Em um programa de melhoramento, estes erros podem ser raros mas, quando ocorrem, podem reduzir a resposta à seleção, devido a uma quantia desproporcional em sua frequência. Combinações de taxas de erro altas (1%) e baixas (0,1%) foram simuladas entre 1 e 10 indivíduos selecionados de populações de tamanho 100 ou 1000. Quatro diferentes tipos de erros foram simulados ajustando as médias e variâncias dos erros maiores simulados. Os autores concluíram que os erros

maiores causaram larga redução na resposta à seleção, especialmente quando presente em uma taxa de erro de 1% em uma população de tamanho 1.000.

Para realizar a simulação computacional, alguns conceitos devem ser compreendidos. De acordo com Cruz (2001) é por meio da linguagem de programação que se pode estabelecer comunicação com o computador e fazer entendido por ele, de tal forma que os dados sejam convenientemente analisados. A linguagem é um conjunto de códigos, regras e vocabulários, que fará com que o computador entenda a instrução. Pode ser citada como exemplo a linguagem Pascal.

Outro aspecto a ser levado em conta é o ambiente operacional sob o qual o programa estará sendo executado. Grande parte dos usuários tem utilizado o sistema Windows, cuja primeira versão foi introduzida em 1990. A partir dessa época, foi incorporado entre os programadores o objetivo adicional de desenvolver programas com uma interface gráfica mais agradável, de fácil compreensão pelo usuário (Cruz, 2001).

Atualmente, dispõem-se de várias linguagens de programação orientadas a objetos como, por exemplo, o Delphi que é uma ferramenta de programação visual em um IDE (*Integrated Development Environment*) com as seguintes características: (a) visual: a definição da interface e até mesmo a estrutura de um aplicativo Delphi podem ser realizadas com o auxílio de ferramentas visuais; (b) orientado a eventos: cada elemento de uma interface de um aplicativo é capaz de capturar e associar ações a uma série de eventos; (c) compilável: todo o trabalho realizado pode ser transformado em um programa executável; (d) excelente suporte a banco de dados: com mecanismos de fácil compreensão, além da compatibilidade com a maioria dos bancos de dados existentes no mercado (Cantú, 2002). O Delphi é utilizado no sistema operacional Windows e possui uma versão para o sistema operacional Linux, que é o software Kylix.

De acordo com Ferreira (2001), no melhoramento de plantas, o uso da simulação é justificado quando: (a) as soluções analíticas não existem ou o grau de dificuldade e o número de variáveis envolvidas não permitirem a realização de inferências adequadas sobre o problema; (b) pretende-se comparar a eficiência de um novo procedimento ou técnica em relação a outros já existentes e até mesmo consagrados; (c) os métodos que são rotineiramente empregados em algumas etapas de um programa de melhoramento propiciem qualquer melhoramento ou aumento de sua eficiência.

Os primeiros trabalhos de simulação, utilizando recursos computacionais relacionados à genética e melhoramento de plantas, foram apresentados por Fraser (1957a,b). Esses trabalhos avaliaram o efeito da ligação nas taxas de ganho com a seleção massal e nos avanços dos ganhos genéticos.

Além deste estudo, a simulação computacional também tem sido usada para elucidar problemas genéticos como a identificação de germoplasma com alelos superiores (Gerloff & Smith, 1988) e para a comparação de métodos de melhoramento em espécies autógamas (Casali & Tigchelaar, 1975; Wang et al., 2003). Nesses estudos, em função do não conhecimento das frequências alélicas e dos valores genotípicos relacionados ao controle do caráter, justificou-se o uso de métodos computacionais.

Estratégias experimentais podem ser avaliadas também por simulação. O método de melhoramento a ser adotado é um assunto que gera bastante polêmica entre os melhoristas. Comparações teóricas por meio de modelos matemáticos são extremamente difíceis de serem realizadas pela complexidade da situação e número de parâmetros envolvidos no processo. Situações como estas podem ser comparadas utilizando-se aproximações por simulação computacional. Como exemplo, Casali & Tigchelaar (1975), por meio de simulação computacional, compararam os métodos de melhoramento bulk, genealógico e descendente de uma única semente (SSD).

Com o advento das técnicas dos marcadores moleculares, desde logo foi questionada a eficiência de sua contribuição no melhoramento de plantas. Para responder a estes questionamentos a simulação computacional foi a melhor alternativa. Entre os trabalhos realizados, Ferreira (1995) avaliou a eficiência do mapeamento de QTLs e da seleção assistida por marcadores. Para isso foi gerada uma população F_2 com 400 plantas. Considerou-se o caráter sendo controlado por genes distribuídos em todos os 10 cromossomos, mapeando-se os QTLs em todos eles e considerando uma distribuição aleatória. Os valores genotípicos e fenotípicos foram gerados considerando ausência e presença de dominância e ausência de epistasia e quatro níveis de herdabilidade (0,750; 0,500; 0,250 e 0,125). Foi constatado que, com o aumento do número de genes controlando a característica quantitativa, houve um aumento de probabilidade de se detectar significativamente marcadores ligados a QTLs. O tamanho populacional de 400 plantas F_2 foi adequado, pois foram obtidos, mesmo com baixos níveis de herdabilidade ($h^2 = 0,125$), marcadores ligados aos QTLs com ligação menor que 10% de recombinação.

Um estudo da regressão como medida de adaptabilidade e estabilidade para seleção de cultivares adaptadas a ambientes bons e ruins foi o objetivo da simulação proposta por Simmonds (1991). As simulações mostraram que a seleção sistemática para um ambiente ruim é necessária, propondo-se a exploração das interações genótipos x ambientes.

Também na área de delineamentos experimentais a simulação tem sido amplamente utilizada. Silva et al. (2000), por exemplo, estudaram a eficiência de várias alternativas de análise de experimentos realizados em látice quanto à precisão na estimação de componentes de variância. Ficou evidenciado que deve-se utilizar o modelo de análise intrabloco em experimentos em látice para estimarem-se componentes de variância sempre que a eficiência relativa do

delineamento em látice for superior a 100% e, em caso contrário, deve-se optar pelo modelo de análise em blocos casualizados completos.

Já Tomé (2002) avaliou os efeitos associados ao controle local nos delineamentos em látice para saber se estes devem ser analisados como fixos ou aleatórios. Foram consideradas quatro formas de análise: modelo fixo (FF), blocos aleatórios e tratamentos fixos (AF), blocos fixos e tratamentos aleatórios (FA) e a análise do modelo aleatório (AA). Por meio de simulação verificou-se que se o tratamento for fixo, o efeito de bloco é mais bem representado como aleatório. Se o efeito de tratamento tiver de ser considerado como aleatório apenas com superfícies muito homogêneas e com herdabilidade alta, o controle local será mais bem modelado por efeito aleatório.

Uma outra vertente em que as simulações têm sido utilizadas é nos cruzamentos dialélicos. Na maioria das situações é impossível obter todas as combinações híbridas. Assim, a simulação torna-se a principal alternativa para se identificar os possíveis parentais e/ou populações segregantes, bem como comparar métodos de cruzamentos dialélicos. Em um destes trabalhos, Veiga et al. (2000) avaliaram a eficiência de dialelos circulantes em relação aos completos, nas estimativas da capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC). Foram simuladas 50 linhagens com 100 genes com distribuição independente, efeitos iguais, sem epistasia. Consideraram-se herdabilidades de 10%, 20%, 50% e 75%, em modelos com interação alélica aditiva e dominância completa. Utilizaram-se também dados disponíveis na literatura, ambos comparados por meio de correlação entre estimativas de CGC e CEC, e proporções de estimativas nos circulantes que ocorreram nos intervalos de confiança dos completos. Os resultados permitiram concluir que os dialelos circulantes são tão eficientes quanto os completos, tanto na classificação dos pais quanto à CGC e a CEC, como na magnitude desses parâmetros, e que o número de cruzamentos afeta as estimativas da CGC e CEC,

embora com um valor pequeno de s (número de combinações híbridas de cada progenitor) seja possível obter boa concordância com as estimativas obtidas nos dialelos completos; com baixa herdabilidade, é vantajoso aumentar o número de cruzamentos de cada pai, embora com a metade do número de pais envolvidos já se consiga alta eficiência dos dialelos circulantes.

Como a maioria dos problemas em genética e melhoramento de plantas possui natureza aleatória, na simulação de sistemas genéticos a geração de números aleatórios adquire fundamental importância. Inúmeros programas de computador e linguagens (compiladores) de programação possuem rotinas prontas para a geração de números aleatórios. Esses números são gerados em uma seqüência que só se repete após um ciclo superior à ordem dos trilhões de algarismos. Dessa forma, os números gerados são pseudo-aleatórios. Para fins práticos, uma vez que a seqüência completa (ciclo) jamais será usada, esses números comportam-se como números genuinamente aleatórios (Ferreira, 2001).

A partir da geração de números com distribuição uniforme entre 0 e 1, $U(0,1)$, é possível gerar variáveis aleatórias que sigam uma distribuição de probabilidade qualquer. Densidades mais complexas requerem a obtenção analítica de sua função de distribuição e da inversa da função de distribuição de probabilidades (Ferreira, 2001). Dessa forma, todo processo simulado que envolve um componente aleatório de qualquer distribuição é considerado como pertencente ao Método de Monte Carlo. A única restrição para o uso deste método é a sua impraticabilidade para distribuições cuja função distribuição seja desconhecida ou cuja inversa não seja possível pela não existência de algoritmos numéricos. Felizmente, na literatura existem inúmeros algoritmos eficientes de inversão das funções de distribuição mais usadas pelos estatísticos (Santos, 2001).

O que se verifica é que profissionais da área de informática têm pouco conhecimento dos problemas da área de genética, que apresentam certa

complexidade por tratar de fenômenos biológicos e envolver princípios e, de certa forma, complexas distribuições probabilísticas na sua análise. Por outro lado, são raros os geneticistas com conhecimento e aptidão para atuarem na área da informática (Cruz, 2001). Certamente, no futuro, a integração entre essas áreas será fundamental para tornar a simulação computacional muito mais eficaz.

2.2 Número de famílias a serem avaliadas no processo seletivo em autógamias

As plantas autógamias incluem espécies cuja taxa de fecundação cruzada é inferior a 5%. As autógamias possuem flores hermafroditas e têm mecanismo floral que força a liberação do pólen antes da abertura da flor, fenômeno conhecido como cleistogamia. Desse modo, ocorre a auto-fecundação, pois os grãos de pólen de uma flor unem-se aos óvulos da mesma flor. Há várias espécies consideradas autógamias de grande importância no agronegócio do Brasil, entre elas o feijão, soja, sorgo e trigo (Ramalho, 2003).

A autofecundação sucessiva leva à homozigose. Desse modo, nas espécies autógamias, uma cultivar é representada por um genótipo homozigótico – linhagem -, ou uma mistura de linhagens fenotipicamente semelhantes, que podem ter a sua constituição genotípica mantida indefinidamente, a menos que ocorra mistura mecânica de sementes ou algum cruzamento com outra cultivar (Ramalho, 2003).

Diante desses aspectos, o objetivo do melhoramento de plantas autógamias é a obtenção de cultivares, uma linha pura ou uma mistura de linhas puras, que associem produtividade de grãos com resistência aos principais patógenos, adaptadas às amplas condições de ambiente e caracteres agrônômicos de interesse dos agricultores e consumidores.

Existem várias opções de métodos de melhoramento aplicáveis às plantas autógamas, que podem ser incluídas em três categorias: introdução de linhagens, seleção de linhas puras e hibridação. Esta última deve ser utilizada quando o objetivo do programa de melhoramento é reunir em um único indivíduo – linhagem – os alelos desejáveis que se encontram em linhagens distintas (Fehr, 1987; Ramalho et al., 2000). Para aplicação desse método existem três etapas fundamentais: a escolha de genitores a serem cruzados, a obtenção da população segregante e a escolha do método de condução da população segregante.

Considerando que todos os programas de melhoramento possuem recursos limitados, uma das questões formuladas é se é melhor realizar várias hibridações anualmente e conduzir um número reduzido de famílias de cada cruzamento ou realizar poucas hibridações, avaliando um maior número de famílias para explorar ao máximo a variabilidade gerada em cada cruzamento (Ferreira et al., 2000).

Entre os melhoristas de plantas autógamas há muita divergência sobre qual estratégia deve ser adotada. Segundo Ramalho (2003), alguns, especialmente dos programas de melhoramento pequeno, optam por obter poucas populações de genitores bem escolhidos e avaliam o maior número possível de famílias de cada população. Já outros obtêm algumas dezenas de populações e avaliam pequeno número de famílias de cada uma.

Estudos por meio de simulação computacional visando à obtenção de informações a respeito do número ideal de famílias foram realizados em algumas oportunidades (Fouilloux & Bannerot, 1988; Baker, 1995). Por esses trabalhos foi mostrado que existe pequena vantagem quando se usa um número relativamente grande de famílias, 500 por exemplo, em relação a 50. Embora os resultados não deixem dúvida, a principal restrição foi considerar herdabilidade

igual a 100%, o que, para a maioria dos caracteres de importância econômica, não ocorre.

Ferreira et al. (2000), utilizando dados de experimentos para validar os parâmetros, simularam amostras de diferentes números de famílias. Constataram que se o número de famílias fosse inferior a 100, em várias situações a herdabilidade seria nula e o melhorista não teria nenhum ganho com a seleção.

Devido à ausência de informações a respeito do número ideal de famílias para a seleção em diferentes condições ambientais, os melhoristas de feijão no Brasil empregam variados números nos seus trabalhos (Tabela 1.1).

Deve-se levar em consideração que o tamanho adequado da amostra para uma população não deve ser extrapolado para todas as populações. Isto não é um problema de precisão estatística, mas é devido à estrutura genética das populações. Se uma população possui uma ampla heterogeneidade genética e o tamanho adequado da amostra dessa população for utilizado para uma população mais homogênea, o tamanho da amostra será maior que o necessário. Porém, se a população for geneticamente mais homogênea, o tamanho amostral adequado para essa população será insuficiente para representar devidamente as populações mais heterogêneas. No primeiro caso estariam desperdiçando área, recursos humanos e econômicos, e, no segundo caso, as conclusões seriam afetadas pela insuficiência do tamanho amostral usado para cada tipo de população (Marquez-Sanchez, 1972).

Um outro aspecto que deve ser considerado é com relação à herdabilidade do caráter. De acordo com Falconer (1960), em um programa de melhoramento, para que uma característica seja utilizada na seleção, a mesma deve ser controlada geneticamente. Por isso é importante obter a estimativa da herdabilidade do caráter, que estima quanto da variação fenotípica poderá ser transmitido à descendência e, assim, avaliar a possibilidade de sucesso com a seleção (Ferreira, 1998).

TABELA 1.1 Número e tipos de famílias utilizados em pesquisa com o feijoeiro no Brasil.

Tipo de família	Número de famílias	Fonte
S ₂	121	Souza, 1997.
Linhagens	32	Marques Jr., 1997.
F _{5:7}	62	Abreu, 1997.
F _{2:4} , F _{3:5} , F _{5:7} , F _{5:8} , S _{0:1} , S _{0:2}	169 a 295	Ferreira et al., 2000.

2.3 Emprego do coeficiente de variação como critério para avaliação em experimentos de cultivares de milho e feijão

A precisão de um experimento está relacionada com a capacidade que este tem de levar a resultados que possam ser reproduzidos com segurança (Chaves, 1985). Em qualquer programa de melhoramento, a principal etapa é a fase de avaliação de cultivares, visando à recomendação aos agricultores. O melhorista deve estar consciente de que o material que está sendo recomendado é o melhor que possui. Erros nessa etapa não só causam frustração ao melhorista como podem colocar o órgão em que trabalha em descrédito com a comunidade agrícola, além de prejuízos financeiros que podem causar às instituições e aos agricultores (Farias, 1995).

Na experimentação, de modo geral, ensaios com baixa precisão podem fazer com que os pesquisadores obtiveram conclusões incorretas, aumentando-se a probabilidade de ocorrência do erro tipo II, ou seja, indicar igualdade entre tratamentos quando existe diferença. Isso, de certa forma, prejudica a adoção de novas tecnologias por não permitir apontar, corretamente, para o produtor qual delas é a melhor. O erro tipo I não é afetado, tendo em vista que sua ocorrência pode ser controlada quando da aplicação dos devidos testes, ao se estabelecer os níveis de significância (Judice, 2000).

O erro experimental é a estimativa da variação não controlada ou aleatória que ocorre nos experimentos sendo, portanto, intimamente influenciado pela precisão com que os experimentos são conduzidos. Diante disso, o

melhorista depara com um importante desafio nas fases de instalação e condução de seus experimentos: minimizar o erro experimental, retirando de seus experimentos informações confiáveis, empregando para isso um mínimo de recurso (Fehr, 1987).

Há alguns fatores que são capazes de afetar o erro experimental: (a) heterogeneidade das unidades experimentais, devido a variações na fertilidade do solo, nivelamento, textura e estrutura do solo, etc.; (b) heterogeneidade do material experimental dentro dos tratamentos; (c) tratos culturais desuniformes, como adubações, controle de ervas daninhas, pragas e doenças; (d) competição intraparcelar devido à competição com plantas nas parcelas vizinhas; (f) ataque de pragas, doenças e ervas daninhas que ocorrem de forma localizada; (g) amostragem de forma heterogênea e não representativa da parcela (Steel et al., 1997, Ramalho et al., 2000).

Para avaliar a precisão dos experimentos, a maioria dos pesquisadores tem utilizado o coeficiente de variação (CV). Gomes (1985) considera os coeficientes de variação como baixos quando são inferiores a 10%, médios quando estão entre 10% e 20%, altos, quando estão entre 20% e 30% e muito alto quando são superiores a 30%; valores esses sugeridos para experimentos de campo com culturas agrícolas. Entretanto, saber se um CV em particular é excessivamente alto ou baixo requer experiência com dados similares (Steel et al., 1997). De acordo com Garcia (1989), a classificação proposta por Gomes (1985) é muito abrangente por não levar em consideração as particularidades da espécie estudada e também por não fazer distinção entre a natureza das variáveis observadas. Portanto, é necessária uma nova classificação, servindo como referência para os pesquisadores de cada área.

Acrescente-se a isso o fato de que muitas vezes o CV é influenciado pela média, não refletindo, em termos relativos, a variância do erro experimental. Muito embora ocorram essas limitações com relação à estimativa do CV,

atualmente, no Brasil, para a recomendação de cultivares é exigida por lei a realização de experimentos denominados de VCU (valor de cultivo e uso) em que somente serão considerados na recomendação de cultivares experimentos cujo CV for inferior ou igual a 20%. Essa mesma recomendação é válida para as culturas de soja, trigo, milho e sorgo. Os requisitos mínimos para a determinação do VCU variam com a espécie. Para o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), as normas exigem, no que tange ao delineamento experimental:

II - Delineamento experimental

A) Blocos casualizados com no mínimo três repetições, ou outro delineamento com igual ou maior precisão experimental.

B) Dimensão das parcelas: as parcelas deverão ser constituídas de no mínimo quatro fileiras de 4 metros de comprimento desprezando-se as duas fileiras laterais.

C) Testemunhas: deverão ser utilizadas no mínimo duas cultivares inscritas no RNC, por grupo de cor, sendo que a escolha deverá obedecer os seguintes critérios: a) Cultivar mais plantada na região ou a cultivar com maior potencial de rendimento e b) cultivar de livre escolha.

D) Análise estatística: Os ensaios deverão ser analisados estatisticamente, sendo que serão considerados aqueles que apresentarem coeficiente de variação (CV) de no máximo 20% (Brasil, 2002).

De acordo com o Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC), este limite de 20% do coeficiente de variação para o rendimento das culturas de grãos é devido a um conceito subjetivo, porém, produto da experiência dos pesquisadores. Segundo o SNPC, os melhoristas de plantas observam que experimentos com CV superior a esse valor produzem resultados não repetíveis em anos sucessivos em um mesmo local, bem como resultados contraditórios aos obtidos em ambientes relativamente semelhantes, em um mesmo ano. Nestes casos, a exclusão dos experimentos do conjunto produziria resultados mais harmônicos no espaço e no tempo e, portanto, mais confiáveis para a formação

de juízo de valor sobre cada linhagem em teste e para a tomada de decisão sobre a conveniência de seu lançamento como nova cultivar (Costa, 2002, informação pessoal).

Contudo, esse critério de utilizar o CV para o descarte de experimento tem sido questionado. Silva et al. (2002), utilizando dados da avaliação de linhagens de feijoeiro conduzido pela UFLA/EPAMIG no período de 11 anos (1991 a 2001), totalizando 104 experimentos, verificaram que a precisão experimental avaliada pelo coeficiente de variação variou de 17% a 22%, valores esses que são comuns em experimentos conduzidos, com objetivo semelhante, em outras condições no Brasil. Além disso, segundo estes mesmos autores, se fosse adotado o critério VCU, ou seja, a restrição de até 20% para o CV, quase metade dos experimentos (41,4%) não seria utilizada na recomendação de cultivares, o que evidentemente é uma perda de tempo e recurso. Sendo assim, deve-se questionar o utilização do CV no descarte de experimentos como proposto pelas normas do SNPC.

2.4 Eficiência do inter cruzamento de plantas da geração F₂

O progresso genético obtido no melhoramento de várias espécies autógamas é freqüentemente evidenciado. Contudo, com a demanda crescente de alimentos, é necessário que progressos adicionais sejam obtidos em períodos mais curtos do que aqueles obtidos no passado. Por essa razão os melhoristas devem procurar alternativas visando à melhoria da eficiência do processo seletivo.

No caso de plantas autógamas, como o feijão, para a produtividade de grãos que é um caráter quantitativo, governado por um grande número de genes menores. A probabilidade de encontrar um indivíduo, em qualquer geração segregante que contenha todos os alelos favoráveis é muito pequena e esta

probabilidade diminui à medida que se avança a geração em consideração. Esses alelos geralmente estão dispersos nas famílias sob avaliação.

Entre as alternativas que podem ser pesquisadas aumentar a frequência de alelos favoráveis está a realização de intercruzamentos de plantas da geração F_2 para a formação da população base em programas de seleção recorrente.

A seleção recorrente é um processo cíclico de melhoramento populacional que envolve as seguintes etapas: (a) amostragem de indivíduos ou progênies da população em questão, (b) avaliação destes com relação à característica de interesse, (c) seleção dos superiores e (d) cruzamentos destes entre si. Este último processo é denominado de recombinação e origina a população que passará por estas etapas em um novo ciclo seletivo (Bearzoti, 1997).

As principais vantagens da seleção recorrente em plantas são as seguintes: (a) obtenção de maior variabilidade genética pelo intercruzamento de múltiplos genitores; (b) maior oportunidade de recombinação genética, devido aos cruzamentos ao longo dos ciclos; (c) aumento cumulativo da frequência de alelos favoráveis e (d) maior facilidade de incorporação de germoplasma exótico naquele adaptado (Geraldi, 1995).

A vantagem (c) apontada anteriormente é particularmente importante para as espécies autógamas, uma vez que a maior parte dos programas de melhoramento objetiva a obtenção de linhagens endogâmicas superiores. A probabilidade de reunir em uma única linhagem todos os alelos favoráveis relativos a diversos locos corresponde ao produto das frequências alélicas da população para esses locos.

Com relação aos esquemas de seleção recorrente, os alelos favoráveis precisam estar presentes na população original para que suas frequências sejam aumentadas pela seleção subsequente (Fatmi et al., 1992). Dois fatores influenciam a estrutura genética de uma população base: (a) os genótipos usados

como pais estabelecem o limite de alelos favoráveis possíveis e (b) o intercruzamento na população base produz as combinações genéticas que serão amostradas para teste de seleção. O propósito de um intercruzamento é assegurar a manutenção dos alelos favoráveis nos genótipos parentais para permitir uma recombinação completa entre os genitores e assegurar uma contribuição igual de cada pai em um modelo aleatório (Stuber, 1980).

Os programas de seleção recorrente são designados para aumentar a frequência de alelos favoráveis que afetam um caráter quantitativo (Eberhart, 1972; Hallauer & Miranda Filho, 1981; Fehr, 1987). Geralmente, um caráter é considerado quantitativo quando os efeitos de substituição de um alelo por outro são pequenos, e o caráter é afetado pela ação cumulativa de numerosos genes (Comstock, 1979).

O desenvolvimento de populações básicas passa por uma etapa inicial de seleção de pais e, posteriormente, por intercruzamentos repetidos que visam acumular a maior quantidade possível de alelos favoráveis, ou seja, liberar variabilidade genética adicional para ser aproveitada em ciclos seletivos subseqüentes.

Conforme relatam Guimarães e Fehr (1989), vários estudos têm sido conduzidos com o intuito de determinar o relacionamento entre o número de gerações de intercruzamentos com o desempenho de indivíduos e/ou famílias derivadas da população base e a variabilidade liberada.

As vantagens e desvantagens de se promover o intercruzamento em plantas da geração F_2 vêm sendo pesquisadas há algum tempo em experimentos de campo em diversas culturas, como algodão (Meredith & Bridge, 1971), trigo (Altman & Bush, 1984), soja (Guimarães & Fehr, 1989), arroz (Marin-Garavito, 1994; Cordeiro, 2001) e feijão (Aguiar, 2003) e também em alguns estudos por meio de simulação computacional (Hanson, 1959; Pederson, 1974).

Hanson (1959) avaliou a relação teórica entre o número de gerações de intercruzamento e a quebra dos blocos de ligação. A recombinação genética dentro de grupos de ligação é extremamente limitada, especialmente para cromossomos pequenos, a menos que ciclos de intercruzamentos sejam incluídos em um programa de melhoramento. Ele indicou que três ou quatro gerações de intercruzamentos são desejáveis antes de se iniciar a autofecundação da população, para liberar toda a variabilidade genética existente nos genitores. O autor acrescenta que, pelo menos quatro ou mais genitores na população aumentam o potencial genético da população e desempenham uma grande redução no comprimento médio dos blocos de ligação em comparação com uma população sintetizada de dois genitores iniciais.

Mais tarde, Pederson (1974) verificou, por meio de simulação, que no intercruzamento anterior à seleção nem sempre é vantajosa em termos de liberação da variabilidade genética dos genitores. Ele utilizou locos ligados em associação e repulsão, os quais estavam distribuídos em cromossomos de tamanho variável. Observou que somente quando os genes estavam em repulsão às quebras dos blocos de ligação promoviam aumento na variância genética e na frequência relativa de indivíduos com o genótipo desejado. Nas demais condições, o resultado foi o contrário, ou seja, a frequência dos alelos favoráveis de interesse reduziu. Resultado semelhante a esse último foi constatado por Bos (1977). Tanto Pederson (1974) como Bos (1977) mencionam que a seleção direcional seguida de recombinação é a melhor maneira de incrementar a frequência de alelos favoráveis na população, ainda que a intensidade de seleção e a herdabilidade do caráter sejam de baixa magnitude.

Bos (1977) considerou dois genes A e B com frequência de recombinação r em atração ou repulsão. A frequência do gameta em atração (AB ou ab) foi de u e o de repulsão (Ab ou aB) foi de v de modo que a frequência de $u = \frac{1}{2}.r$ e $v = \frac{1}{2}.(1-r)$ quando a F_1 estava em repulsão e o contrário

quando estava em atração. As expressões que possibilitam estimar as frequências dos diferentes genótipos na geração F_2 antes e após o intercruzamento são apresentadas na Tabela 1.2.

Cordeiro (2001) concluiu que realizar intercruzamentos na população base não mostrou ser vantajoso na condução do programa de seleção recorrente do arroz irrigado. As estimativas de variâncias genéticas, coeficientes de variação genética e herdabilidade não evidenciaram liberação de maior variabilidade com o incremento dos intercruzamentos. Miller & Rawlings (1967) verificaram que a variância diminuiu para as características que estavam ligadas em associação e aumentou para aqueles em repulsão.

Já Aguiar (2003), estudando as implicações do número de intercruzamentos nas propriedades genéticas de uma população segregante de feijoeiro, concluiu que, dentre elas, a média não foi alterada pelo intercruzamento. Porém, a variância genética apresentou pequeno incremento, que pode ter sido devido ao desequilíbrio de ligação da população ou à interação das famílias x ambientes. Porém, esse aumento provavelmente não compensa o tempo e os recursos gastos para o intercruzamento de plantas F_2 .

De modo geral, constata-se que os resultados obtidos evidenciaram que os intercruzamentos não foram favoráveis, mesmo que em alguns casos, tenha se observado aumento na variância genética (Pederson, 1974; Aguiar, 2003) e, em outros, na média (Cordeiro, 2001) após o intercruzamento.

Um dos argumentos para esses resultados contraditórios seria a presença de genes ligados e com epistasia. Silvela & Diez-Barra (1985) afirmam que quando as interações epistáticas alcançam uma vantagem seletiva de novos recombinantes, a superioridade da seleção recorrente é ainda maior e também que este tipo de seleção é superior em autógamias quando há desequilíbrio de ligação negativo, como ocorre atualmente no melhoramento populacional.

TABELA 1.2 Expressões que possibilitam estimar as frequências genótípicas, com diferentes taxas de recombinação (fr), com e sem intercruzamento na geração F_2 , em repulsão e em atração, considerando dois genes, A e B. Adaptado de Bos (1977).

Genótipo	Sem intercruzamento		Com intercruzamento	
	Repulsão ^{1/}	Atração	Repulsão ^{2/}	Atração
AABB	u^2	v^2	u'^2	v'^2
AABb	$2uv$	$2vu$	$2u'v'$	$2v'u'$
Aabb	v^2	u^2	v'^2	u'^2
AaBB	$2uv$	$2vu$	$2u'v'$	$2v'u'$
AbaB	$2v^2$	$2u^2$	$2v'^2$	$2u'^2$
Abab	$2u^2$	$2v^2$	$2u'^2$	$2v'^2$
Aabb	$2uv$	$2vu$	$2u'v'$	$2v'u'$
aaBB	v^2	u^2	v'^2	u'^2
aaBb	$2uv$	$2vu$	$2u'v'$	$2v'u'$
aabb	u^2	v^2	u'^2	v'^2

^{1/} $u = \frac{1}{2} fr$ e $v = \frac{1}{2} (1 - fr)$; ^{2/} $u' = \frac{1}{2} fr'$, $v' = \frac{1}{2} (1 - fr')$ e $\frac{1}{2} fr' = \frac{3}{4} fr - \frac{1}{2} fr^2$

Sabe-se que, na ausência de seleção, a média de uma população de cruzamento ao acaso em desequilíbrio de ligação pode mudar somente se houver epistasia. Para a variância genética foi mostrado por Gallais (1974) que ela pode aumentar ou diminuir.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, M. S. de. **Implicações do número de inter cruzamentos nas propriedades genéticas de uma população segregante de feijoeiro**. 2003. 53 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- ALTMAN, D. W.; BUSCH, R. W. Random intermating before selection in spring wheat. **Crop Science**, Madison, v. 24, n. 6, p. 1085-1089, Nov./Dec. 1984.
- BAKER, R. J. **Selection indices in plant breeding**. Boca Raton, Florida: CRC, 1995. 218 p.
- BEARZOTI, E. **Simulação de seleção recorrente assistida por marcadores moleculares em espécies autógamas**. 1997. 230 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- BOS, I. More arguments against intermating F₂ plants of a self-fertilizing crop. **Euphytica**, Wageningen, v. 26, n. 1, p. 33-46, Fev. 1977.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Requisitos mínimos para determinação do valor de cultivo e uso de feijão para inscrição no registro nacional de cultivares – RNC**. Disponível em: <<http://200.252.165.21/snpc/form1400.htm>>. Acesso em: 23 out. 2002.
- BUROW, M. D.; COORS, J. G. Diallel: a microcomputer program for the simulation and analysis of diallel crosses. **Agronomy Journal**, Madison, v. 86, n. 1, p. 154-158, Jan./Feb. 1994.
- CANTÚ, M. **Dominando o Delphi 6: A Bíblia**. São Paulo: MAKRON Books, 2002. 934 p.
- CASALLI, V. W. D.; TIGCHELAAR, E. C. Computer simulation studies comparing pedigree, bulk, and single seed descent selection in self pollinated populations. **Journal of American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v. 100, n. 4, p. 364-367, July 1975.
- CHAVES, L. J. **Tamanho da parcela para seleção de progênies de milho (*Zea mays* L.)**. 1985. 148 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

COMSTOCK, R. E. Quantitative genetics in maize breeding. In: WALDEN, D. B. (Ed.) **Maize breeding and genetics**. New York: John Wiley, 1979. p. 191-206.

CORDEIRO, A. A. C. **Número de inter cruzamentos na eficiência da seleção recorrente na cultura do arroz**. 2001. 149 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

COSTA, E. X. **Informação**. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por gurgel@ufla.br em 21 out. 2002.

CRUZ, C. D. A informática no melhoramento genético. In: NASS, L. L. et al. (Eds). **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas**. Rondonópolis: Fundação-MT, 2001. p. 1086-1118.

CRUZ, C. D. Programa Genes: aplicativo computacional em estatística aplicada à genética. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 21, n. 1, p. 135-138, Mar. 1998.

DACHS, J. N. W. **Estatística computacional: uma introdução ao Turbo Pascal**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1988. 236 p.

EBERHART, S. A. Techniques and methods for more efficient population improvement in sorghum. In: RAO, N. G. P.; HOUSE, L. R. (Ed.) **Sorghum in Seventies**. New Delhi: IBH, 1972. p. 197-213.

EUCLYDES, R. F. **Uso de sistemas Genesys na avaliação de métodos de seleção clássicos e associados a marcadores moleculares**. 1996. 135 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

FALCONER, D. S. **Introduction to quantitative genetics**. New York: Ronald Press, 1960. 365 p.

FARIAS, F. J. C. **Parâmetros de estabilidade em cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium*) avaliadas na região nordeste no período de 1981 a 1992**. Lavras: UFLA, 1995. 89 p.

FATMI, A.; WAGNER, D. B.; PFEIFFER, T. W. Intermating schemes used to synthesize a population are equal in genetic consequences. **Crop Science**, Madison, v. 32, n. 1, p. 89-94, Jan./Feb. 1992.

FEHR, W. R. **Principles of cultivar development**. New York: MacMillan, 1987. 525 p.

FERREIRA, D. F. **Eficiência de métodos de mapeamento de locos quantitativos (QTLs) e da seleção assistida por marcadores moleculares através de simulação**. 1995. 210 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

FERREIRA, D. F. Uso de simulação no melhoramento. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S. de; VALADARES-INGLIS, M. C. (Ed). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas**. Rondonópolis: Fundação-MT, 2001. p. 1119-1141.

FERREIRA, W. D. **Implicação do número de famílias no processo seletivo da cultura do feijoeiro**. Lavras: UFLA, 1998. 60 p.

FERREIRA, W. D.; RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; SOUSA, M. A. de. Family number in common bean selection. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 23, n. 2, p. 403-409, June 2000.

FOUILLOUX, G.; BANNEROT, H. Selection methods in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In: GEPTS, P. (Ed.). **Genetic resources of Phaseolus bean**. Dordrecht: Klüner Academic Publishers, 1988. 611 p.

FRASER, A. S. Simulation of genetics systems by automatic digital computers. I: Introduction. **Australian Journal of Biological Science**, Melbourne, v. 10, p. 484-491, 1957a.

FRASER, A. S. Simulation of genetics systems by automatic digital computers. II: Effect of linkage on rates of advance under selection. **Australian Journal of Biological Science**, Melbourne, v. 10, p. 492-499, 1957b.

GALLAIS, A. Covariances between arbitrary relatives with linkage and epistasis in the case of linkage disequilibrium. **Biometrics**, Washington, v. 30, n. 3, p. 429-446, Sept. 1974.

GARCIA, C. H. **Tabelas para classificação do coeficiente de variação**. Piracicaba: IPEF, 1989. 12 p. (Circular Técnica, 171).

- GERALDI, I. O. Seleção recorrente no melhoramento de plantas. In: TALLER INTERNACIONAL SOBRE SELEÇÃO RECORRENTE EM ARROZ, 1., 1995, Goiânia. **Resumos...** Goiânia: CNPAF-EMBRAPA, 1995. p. 6.
- GERLOFF, J. E.; SMITH, O. S. Choice of method for identifying germoplasm with superior alleles. 1. Theoretical results. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 76, n. 2, p. 209-216, 1988.
- GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. São Paulo: Nobel, 1985. 467 p.
- GUIMARÃES, E. P.; FEHR, W. R. Alternatives strategies of recurrent selection for seed yield of soybean. **Euphytica**, Wagenigen, v. 40, n. 1/2, p. 111-119, Jan. 1989.
- HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding**. Ames: Iowa State University Press, 1981. 468 p.
- HANSON, W. D. The breakup of initial linkage blocks under selected mating systems. **Genetics**, Baltimore, v. 44, n. 5, p. 857-868, 1959.
- JUDICE, M. G. **Avaliação do coeficiente de variação em experimentos zootécnicos**. 2000. 40 p Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- MACKAY, I. J.; CALIGARI, P. D. S. Major errors in data and their effect on response to selection. **Crop Science**, Madison, v. 39, n. 3, p. 697-702, May/June 1999.
- MARIN-GARAVITO, J. M. **Efecto do numero de ciclos de recombinación em la variabilidad de poblaciones de arroz (*Oryza sativa* L.)** Palmira: Universidade Nacional de Colômbia, 1994. 50p. (Monografia de Graduação). Facultad de Ciências Agropecuárias de Palmira, Palmeira.
- MARQUEZ-SANCHEZ, F. Tamanho de muestra para representar poblaciones de maiz. **Agrociencia**, série B, Santiago, n. 8, p. 163-177, 1972.
- MEREDITH Jr., W. R.; BRIDGE, R. R. Breakup of linkage blocks in cotton, *Gossypium hirsutum* L. **Crop Science**, Madison, v. 11, n. 5, p. 695-698, sept./Oct. 1971.

MILLER, P. A.; RAWLINGS, J. O. Breakup of initial linkage blocks through intermating in a cotton breeding population. **Crop Science**, Madison, v. 7, n. 3, p. 199-204, May/June 1967.

MORGAN, B. J. T. **Elements of simulation**. London: Chapman & Hall, 1995. 351 p.

PEDERSON, D. G. Arguments against intermating before selection in self-fertilizing species. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 45, n. 4, p. 157-162, 1974.

RAMALHO, M. A. P. **Melhoramento de plantas autógamas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2003. 66 p.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. de. **A experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2000a. 326 p.

ROBERTSON, A. A theory of limits in artificial selection. **Proceedings of Royal Society of London**, London, v. 153, n. 951, p. 234-249, 1960.

SILVA, F. B.; BRUZI, A. T.; RAMALHO, M. A. P. Precisão experimental na avaliação de cultivares de feijão. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa-MG. **Resumos Expandidos...** Viçosa: UFV/DFT, 2002. 842 p.

SILVA, H. D.; FERREIRA, D. F.; PACHECO, C. A. P. Avaliação de quatro alternativas de análise de experimentos em látice quadrado, quanto à estimação de componentes de variância. **Bragantia**, Campinas, v. 59, n. 1, p. 117-123, 2000.

SILVELA, L.; DIEZ-BARRA, R. Recurrent selection in autogamous species under forced random mating. **Euphytica**, Wageningen, v. 34, n. 3, p. 817-832, Nov. 1985.

SIMMONDS, N. W. Selection for local adaptation in a plant-breeding program. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 82, n. 3, p. 363-367, 1991.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H.; DICKEY, D. A. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. New York: McGraw-Hill, 1997. 666 p.

STUBER, C. W. Mating designs, field nursery layouts, and breeding records. In: FEHR, W. R.; HADLEY, H. H. (Ed.). **Hybridization of crop plants**. Madison: ASA/CSSA, 1980. p. 83-104.

TOMÉ, M. A. **Modelagem do controle local para os ensaios em látice aplicados ao melhoramento vegetal**. 2002. 92 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. GQMOL. Genética quantitativa e molecular. desenvolvido por Cosme Damião Cruz, 2004. Disponível em: <www.ufv.br/dbg/gqmol/gqmol.htm>. Acesso em: 29 fev. 2004.

VEIGA, R. D.; FERREIRA, D. F.; RAMALHO, M. A. P. Eficiência dos dialelos circulantes na escolha de genitores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 7, jul. 2000.

WAGNER, F. R. **Tópicos Especiais III - Simulação**. Disponível em: <<http://www.inf.ufrgs.br/~flavio>>. Acesso em: 23 out. 2002.

WANG, J.; GINKEL, M. V.; PODLICH, D.; YE, G.; TRETOWAN, R.; PFEIFFER, W.; DELACY, I. H.; COOPER, M.; RAJARAM, S. Comparison of two breeding strategies by computer simulation. **Crop Science**, Madison, v. 43, p. 1764-1773, Sept./Oct. 2003.

CAPÍTULO 2

NÚMERO DE FAMÍLIAS A SEREM AVALIADAS NO PROCESSO SELETIVO EM AUTÓGAMAS

RESUMO

GURGEL, Fábio de Lima. Número de famílias a serem avaliadas no processo seletivo em autógamas. In: _____. **Simulação computacional no melhoramento genético de plantas**. 2004. 174 p. Tese. (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

Realizou-se este trabalho visando à obtenção de informações a respeito do número ideal de famílias, no processo seletivo com plantas autógamas, que possam ser extrapoladas. Foram implementados dois aplicativos computacionais em ambiente de programação Delphi em que foram simuladas várias configurações. Na primeira alternativa de simulação foram considerados os valores de herdabilidade, número de locos segregantes em F_2 e o número de indivíduos na geração infinito, totalizando 330 casos, em que cada caso foi simulado 75.000 vezes. Na segunda alternativa de simulação consideraram-se apenas os valores de herdabilidade e o número de indivíduos da geração infinito, totalizando 88 casos, em que cada caso foi simulado 50.000 vezes. Foi considerado para isso um modelo estatístico-genético. Na primeira alternativa de simulação foram geradas n linhagens na geração F_∞ , considerando os diferentes números (g) de locos segregantes. O valor genotípico j de cada linhagem foi obtido e, em seguida, foram gerados valores dos erros associados a cada valor genotípico de acordo com o modelo normal, $N(0, \sigma_e^2)$. O valor fenotípico de cada linhagem (L_j) foi gerado por meio da expressão: $L_j = G_j + \varepsilon_j$. Os L_j valores fenotípicos foram então ordenados de forma crescente e o maior fenótipo $L_{(n)}$ foi selecionado e registrou-se o número de locos favoráveis do genótipo correspondente a esse fenótipo. A partir da distribuição do número de genes favoráveis observados na linhagem de maior valor fenotípico foi possível obter a média, a variância, os números máximo e mínimo de locos favoráveis no indivíduo de maior fenótipo. A segunda alternativa de simulação também considerou o modelo $L_j = G_j + \varepsilon_j$. Ambos os efeitos foram simulados de uma população normal. O valor de σ_g^2 foi fixado em 1, sem perda de generalidade. O valor de σ_e^2 foi especificado em função de h^2 . Em seguida os valores da

¹ Orientador: Prof. Daniel Furtado Ferreira – UFLA.

distribuição normal de G_j e ε_j foram simulados, utilizando-se o teorema da probabilidade integral. Obteve-se uma amostra de n linhagens e em seguida, os valores genotípicos (G_j) associados às linhagens relacionadas aos desempenhos fenotípicos máximos foram anotados (G), e as estatísticas “estudentizadas” foram obtidas. Esse processo foi repetido 50.000 vezes e algumas estatísticas relativas à distribuição foram obtidas por Monte Carlo. A média do valor genotípico correspondente ao fenótipo máximo foi obtida e a probabilidade (P_{MAX}) do valor genotípico correspondente ao fenótipo máximo estudentizado superar ou igualar o valor zero, ou seja, de haver ganho com a seleção. Concluiu-se que, na determinação do número ideal de famílias a serem avaliadas no processo seletivo, deve-se considerar a herdabilidade do caráter; para se obter um valor genotípico médio em torno de 1,10 desvios padrões fenotípicos acima da média na população selecionada, são necessárias 5000 linhagens para uma $h^2 = 0,30$ e 10 linhagens para $h^2 = 0,70$. Se o caráter apresentar h^2 inferior a 0,30 será necessário maior número de linhagens para se ter alta probabilidade de obter uma linhagem com um valor genotípico médio superior à média da população.

ABSTRACT

GURGEL, Fábio de Lima. Number of families evaluated in selection experiments in self-pollinated plants. In: _____. **Computing simulation in genetics plant breeding**. 2004. 172 p. Thesis. (Doctorate in Agronomy – Genetics and Plant Breeding) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.²

This work was done aiming at getting information about the ideal number of families, in the selective process with self-pollinated plants, which can be extrapolated to other conditions. Two computing applications were implemented in environment of Delphi program, where many configurations were simulated. In the first alternative of simulation the heritability values, number of segregating loci in F_2 and the number of individuals in the F_∞ were considered, totalizing 330 cases, simulated 75,000 times for each case. In the second alternative of simulation only the heritability values and the number of individuals in F_∞ were considered, totalizing 88 cases, simulated 50,000 times for each case. For this, a genetic-statistic model was considered. In the first alternative of simulation, n lines were generated in F_∞ considering the different numbers (g) of segregating loci. The genotypic value (j) was obtained for every line and then errors associated to each genotypic value were generated according to the normal model, $N(0, \sigma_e^2)$. The phenotypic value of each line (L_j) was generated by the expression: $L_j = G_j + \varepsilon_j$. The L_j phenotypic values were then put in an increasing order and the greater phenotype $L_{(n)}$ was selected and the number of favorable loci of the genotype corresponding to that phenotype was recorded. From the distribution of the number of favorable genes observed in the line with greater phenotypic value, it was possible to obtain the average, the variance, the maximum and minimum number of the favorable loci in the individual of greater phenotype. The second alternative of simulation also considered the $L_j = G_j + \varepsilon_j$ model. Both effects were simulated from a normal population. The value of σ_g^2 was fixed in 1, without lack of generality. The value of σ_e^2 was specified according to the heritability. Then, the values of the normal distribution of G_j and ε_j were simulated, using the integral probability theorem. A sample of n lines was obtained and then, the genotypic values (G_j) associated to the lines related to the maximum phenotypic performances were registered (G), and the Student T test statistics were obtained. This process was repeated

² Advisor: Prof. Daniel Furtado Ferreira - UFLA

50,000 times and some statistics related to the distribution were obtained through Monte Carlo. The average genotypic value corresponding to the maximum phenotype was obtained. The probability (P_{MAX}) of the genotypic value corresponding to the student T test maximum phenotype to be equal or greater than zero, that is, to have gain with the selection, was estimated. As a conclusion, to determine the ideal number of families to be evaluated for selection, the heritability of the character must be considered. To obtain a genetic gain around 1.10 phenotypic standard deviation above the population mean, 5,000 lines are necessary considering $h^2 = 0.30$, and 10 lines for $h^2 = 0.70$. If the character shows h^2 inferior to 0.30, it will be necessary a greater number of lines to have a high probability for obtaining a line with an average genotypic value superior to the population.

1 INTRODUÇÃO

O aumento na eficiência dos programas de melhoramento genético de plantas é necessário para que se continue obtendo ganhos com a seleção, em magnitude suficiente para atender à demanda sempre crescente da população. Considerando que todos os programas de melhoramento possuem recursos limitados, uma das questões comumente formuladas refere-se ao problema de se realizar várias hibridações anualmente e conduzir um número reduzido de famílias de cada cruzamento ou realizar poucas hibridações, avaliando-se um maior número de famílias para explorar ao máximo a variabilidade gerada em cada cruzamento (Ferreira, 1998).

Estudos de simulação foram realizados visando obter informações a esse respeito (Fouilloux & Bannerot, 1988; Baker, 1984). Fouilloux & Bannerot (1988) mostraram que o sucesso do melhoramento é praticamente o mesmo quando se usa um número relativamente pequeno de famílias (50 indivíduos) ou grande (maior que 500). Dessa forma, seria mais oportuno avaliar um pequeno número de famílias de vários cruzamentos. A principal restrição nesse caso é que foi considerada herdabilidade igual a 1,0, o que não é comum para a maioria dos caracteres.

De acordo com Baker (1984), uma população de tamanho variando de 500 a 1000 indivíduos seria suficiente para uma resposta em curto prazo em culturas autógamas, enquanto que populações menores seriam utilizadas em programas de seleção recorrente a médio e longo prazo.

Utilizando dados experimentais obtidos com a cultura do feijoeiro, Ferreira (1998) realizou algumas simulações e constatou que quando se utiliza, nas avaliações, número inferior a 100 famílias, existe uma grande possibilidade da herdabilidade ser nula, isto é, de não haver nenhum progresso com a seleção.

Como o valor de n era pequeno não houve condições da herdabilidade se manifestar.

Como se constata, esses trabalhos foram realizados para condições bem específicas, condições essas que dificultam a generalização dos resultados. Por essa razão foi realizado o presente trabalho de simulação visando à obtenção de informações a respeito do número ideal de famílias no processo seletivo com plantas autógamas que possam ser extrapoladas para outras condições.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

Para a realização deste estudo foram implementados dois aplicativos computacionais em ambiente de programação Delphi (Inprise Corporation, 1999). Em cada aplicativo foram simuladas várias configurações.

Na primeira alternativa de simulação foram considerados os valores de herdabilidade (0,0001; 0,001; 0,01; 0,05; 0,10; 0,20; 0,30; 0,50; 0,70; 0,90 e 1,00), número de locos segregantes em F_2 (20, 40, 60, 80 e 100) e o número de linhagens na geração infinito (25, 50, 100, 200, 400 e 1000), totalizando 330 casos, em que cada caso foi simulado 75.000 vezes.

Na segunda alternativa de simulação não foi considerado o número de locos segregantes em F_2 , mas apenas os valores de herdabilidade (0,0001; 0,001; 0,01; 0,05; 0,10; 0,20; 0,30; 0,50; 0,70; 0,90 e 1,00) e o número de indivíduos da geração infinito (10, 25, 50, 100, 200, 400, 1000 e 5000), totalizando 88 casos, em que cada caso foi simulado 50.000 vezes. Foi considerado para isso um modelo estatístico-genético.

4.2 Métodos

4.2.1 Primeira alternativa de simulação

Na primeira alternativa de simulação foi considerada uma população na geração infinito (F_∞). Para isso foi considerada a variância genética (σ_g^2) entre

as linhagens como sendo obtida por $\sigma_g^2 = \sum_{i=1}^g a^2 = g.a^2$, em que g é o número

de locos segregando e a é o desvio dos homozigotos em relação à média para cada loco. Obteve-se também a variância ambiental (σ_e^2) pela expressão:

$$\sigma_e^2 = \frac{(1-h^2)}{h^2} \cdot \sigma_g^2$$

Foram geradas **n** linhagens na geração F_∞ , considerando os diferentes números (**g**) de locos segregantes. Para isso considerou-se um número aleatório com distribuição uniforme 0 ou 1. Se o seu valor for 1, tem-se o loco do tipo A_iA_i ($i = 1, 2, \dots, g$) e, caso contrário, o loco é do tipo a_ia_i , em que o alelo favorável é representado pela letra maiúscula.

O valor genotípico **j** de cada linhagem foi, então, obtido pela expressão:

$$G_j = m - k_1 \cdot a + k_2 \cdot a$$

em que:

k_1 : número de locos favoráveis e k_2 : número de locos desfavoráveis, $j = 1, 2, \dots, n$ e $g = k_1 + k_2$.

O valor de **a** foi fixado em 1 e o de **m** em 100, sem perda de generalidade, ou seja, para todos os **g** locos o valor de **a** foi considerado igual a 1,0.

Em seguida, foram gerados valores dos erros associados a cada valor genotípico, de acordo com o modelo normal $N(0, \sigma_e^2)$, da seguinte forma:

$$\varepsilon_j = z \cdot \sigma_e$$

em que:

z: é um número aleatório da distribuição normal padrão, $N(0,1)$, gerado por:

$$z = \Phi^{-1}(U)$$

em que:

U: é um número aleatório com distribuição uniforme (0,1), gerado por uma função RANDOM do programa Delphi;

Φ^{-1} : é a inversa da função de distribuição da normal padrão cujo algoritmo utilizado foi apresentado em Dachs (1988).

O valor fenotípico de cada linhagem (L_j) foi gerado por meio da expressão: $L_j = G_j + \varepsilon_j$.

Os L_j valores fenotípicos foram então ordenados de forma crescente, isto é, $L_{(1)}, L_{(2)}, \dots, L_{(n)}$, em que $L_{(1)}$ é o menor valor fenotípico, $L_{(2)}$ é o segundo menor valor e $L_{(n)}$ é o maior fenótipo. O maior fenótipo $L_{(n)}$ foi selecionado e registrou-se o número de locos favoráveis do genótipo correspondente a esse fenótipo.

A partir da distribuição do número de genes favoráveis observados na linhagem de maior valor fenotípico foi possível obter a média, a variância, o número máximo e mínimo de locos favoráveis no indivíduo de maior fenótipo.

4.2.2 Segunda alternativa de simulação

A segunda alternativa de simulação considerou o modelo $L_j = G_j + \varepsilon_j$. Ambos os efeitos foram simulados de uma população normal, ou seja, $G_j \sim N(0, \sigma_g^2)$ e $\varepsilon_j \sim N(0, \sigma_e^2)$, $j = 1, 2, \dots, n$ genótipos.

O valor de σ_g^2 foi fixado em 1, sem perda de generalidade. O valor de σ_e^2 foi especificado em função da herdabilidade.

Em seguida, os valores da distribuição normal de G_j e ε_j foram simulados utilizando-se o teorema da probabilidade integral (Dachs, 1988). Uma amostra de n linhagens foi obtida e as seguintes estatísticas computadas:

$$L_{MAX} = \text{Max} \{L_1, L_2, \dots, L_j, \dots, L_n\}$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left[\sum_{j=1}^n L_j^2 - \frac{(\sum L_j)^2}{n} \right]}$$

em que:

L_{MAX} é a linhagem correspondente ao fenótipo máximo,

L_j é o valor fenotípico de cada linhagem e s é o desvio padrão fenotípico.

Em seguida, os valores genotípicos (G_j) associados às linhagens relacionadas aos desempenhos fenotípicos máximos foram anotados (G), e as estatísticas “estudentizadas” foram obtidas:

$$GS = G / s$$

em que:

GS: Desempenho genotípico studentizado associado ao máximo valor fenotípico;

Esse processo foi repetido 50.000 vezes e algumas estatísticas relativas à distribuição foram obtidas por Monte Carlo.

A média do valor genotípico correspondente ao fenótipo máximo foi obtida por:

$$\overline{GS} = \frac{\sum_{\delta=1}^{50.000} GS_{(\delta)}}{50.000} .$$

Foi calculada também a probabilidade (P_{MAX}) do valor genotípico correspondente ao fenótipo máximo studentizado superar ou igualar o valor zero, ou seja, de haver ganho com a seleção:

$$P_{MAX} = \frac{\sum_{\delta=1}^{50.000} I(GS_{(\delta)} \geq 0)}{50.000}$$

em que:

I: é uma função indicadora que recebe o valor zero se o argumento for falso e o valor 1 se o argumento for verdadeiro.

Para o L_{MIN} , processo similar foi implementado. A probabilidade para esse caso correspondeu a P_{MIN} , ou seja, do valor genotípico mínimo estudentizado ser igual ou inferior à média da população de referência.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira simulação considerou-se um número fixo de locos segregando e foi estimado o número máximo de locos com alelos favoráveis fixados, selecionando-se o maior valor fenotípico, considerando-se diferentes herdabilidades e variando-se o número de linhagens avaliadas.

É oportuno enfatizar que, nesta primeira simulação, tem-se uma situação semelhante ao trabalho de Fouilloux & Bannerot (1988), isto é, partiu-se de um número pré-fixado de locos segregando. A diferença é que os referidos autores simularam apenas uma condição de herdabilidade, isto é, herdabilidade igual a 1.

Nas Tabelas 1A a 6A dos Anexos estão os resultados das 75.000 simulações para as diferentes h^2 e número de linhagens avaliadas na geração F_∞ . Nestas tabelas estão os valores médios, ou seja, o número médio de locos com alelos favoráveis, nas 75.000 simulações por evento. São colocados também os dois extremos, isto é, os números máximo e mínimo de alelos favoráveis que uma determinada linhagem poderia ter.

Tomando-se como referência a Tabela 1A, percebe-se, como era esperado, que, com o aumento da herdabilidade, a chance de obter linhagens com melhor desempenho, ou seja, com maior número de locos favoráveis, aumenta. Por exemplo, quando foram consideradas 25 linhagens, 20 locos segregando e h^2 igual 0,1, a melhor linhagem terá, em média, 11,23 locos com alelos favoráveis. Já com h^2 igual 1,0, esse número passa para 14,32, ou seja, um incremento de 27,5%.

Chama a atenção o fato de que, mesmo para a seleção de caracteres em condições de herdabilidade muito baixa, por exemplo, h^2 igual a 0,1, existe a possibilidade de que o melhorista tenha pleno sucesso, isto é, consiga fixar todos os alelos favoráveis.

Essa observação é válida para as simulações envolvendo menor número de locos segregando, 20 no caso. Com o aumento do número de locos, avaliando apenas 25 linhagens, a fixação de todos os alelos favoráveis não ocorre nem mesmo com h^2 igual a 1,0.

Com relação ao número mínimo de locos que podem ter alelos favoráveis, após a seleção, a situação é mais crítica, quando se tem pequeno número de locos segregando. Observa-se, por exemplo, com h^2 igual a 0,3 e 20 locos, que na pior das hipóteses será possível obter uma linhagem com apenas 4 locos com alelos favoráveis, ou seja, 1/5 do valor almejado.

Já com 100 genes e na mesma condição, esse número passa a ser 36, ou seja, 36% dos locos fixados. Proporcionalmente, um valor bem superior. Esse fato realça a importância de se ter a maior variabilidade possível, maior número de locos segregando para se ter sucesso com a seleção.

Outra observação que pode ser feita com relação aos valores mínimos de genes é que eles aumentam com o aumento da herdabilidade. Por exemplo, considerando 20 genes, o número mínimo é de 4 genes, fixados para uma h^2 igual a 0,3 e de 9 para uma h^2 igual a 0,9. Este fato é responsável pela diminuição da chance de insucesso na seleção.

Comparando-se o efeito do número de linhagens avaliadas, para uma determinada h^2 , interessantes observações podem ser feitas. Por exemplo, para h^2 igual a 0,1, que é comum em experimentos com a cultura do feijoeiro (Carneiro, 2002) e também para outras espécies autógamas, e 40 genes, se fossem avaliadas 25 linhagens, em média, a melhor teria 21,72 locos com alelos favoráveis. Esse número de locos com alelos favoráveis se mantém praticamente sem alteração mesmo que se avaliem 1000. Essa mesma observação é válida quando se consideram os números mínimo e máximo de locos com alelos favoráveis que podem ser obtidos.

Esses resultados podem ser melhor visualizados nas Figuras de 2.1 a 2.5. Nelas podem ser observados o sucesso esperado pelo melhorista, isto é, o número máximo de locos com alelos favoráveis variando a h^2 e o número de linhagens avaliadas. As observações a serem feitas são bem semelhantes às comentadas anteriormente. O sucesso do melhorista cresce com o incremento da h^2 do caráter, como é comumente relatado na literatura (Falconer, 1960). Pelos resultados apresentados, esse sucesso depende do número de genes e praticamente não muda com o aumento no número de linhagens avaliadas.

Inicialmente, isto leva a supor que, mesmo com poucas linhagens, é possível ter sucesso no processo seletivo, uma vez que não se constataram diferenças na média do máximo de locos com alelos favoráveis fixados, independentemente do tamanho da população.

Por essa razão, foi realizada uma segunda simulação. Nesse caso, a variância genética foi pré-fixada ($\sigma_g^2 = 1,0$), porém a variância ambiental (σ_e^2) variou conforme a h^2 . Desse modo, a proporção da variância genética em relação à variação ambiental variou conforme a h^2 estabelecida.

Na Tabela 2.1 estão os valores médios dos valores genotípicos correspondentes ao fenótipo máximo (GS) estudado nas 50.000 simulações. Foi possível também estimar a probabilidade de se ter sucesso com a seleção (P_{MAX}), isto é, a probabilidade de o valor genotípico da melhor linhagem superar zero, ou seja, que a linhagem selecionada apresentasse valor genotípico igual ou superior à média dos genitores. Colocando de outro modo, a probabilidade de não ocorrer perda com a seleção.

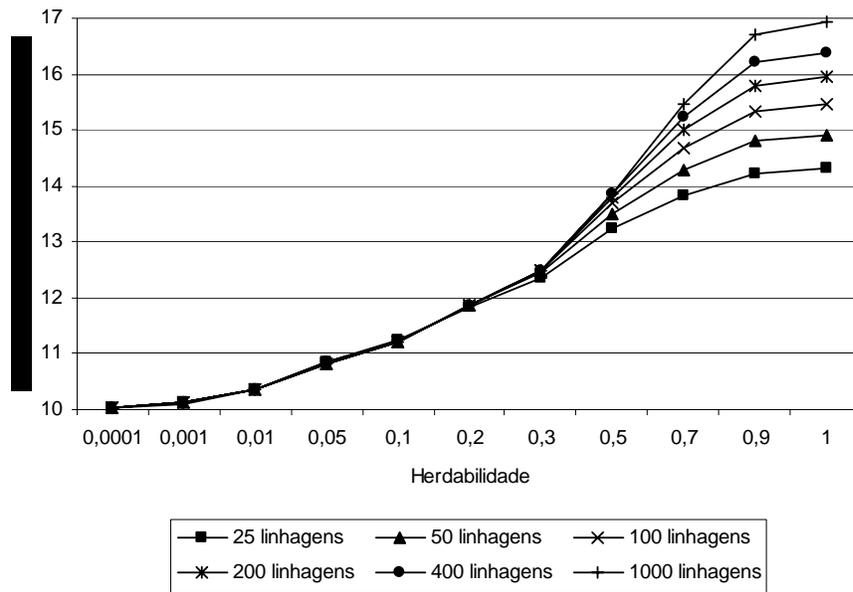


FIGURA 2.1 Valores médios do número de locos com alelos favoráveis fixados para 20 locos, em função dos valores de herdabilidade e do número de linhagens, para seleção do maior valor fenotípico.

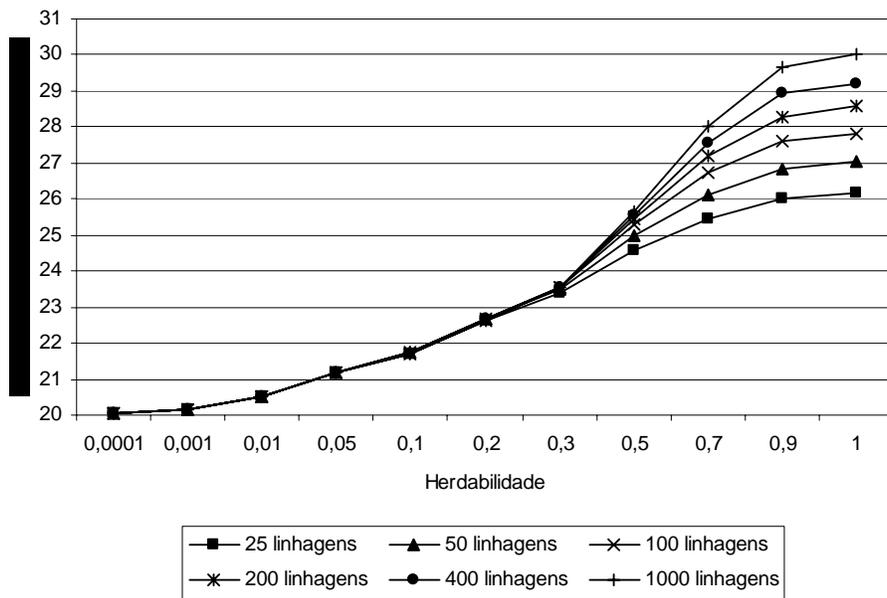


FIGURA 2.2 Valores médios do número de locos com alelos favoráveis fixados para 40 locos, em função dos valores de herdabilidade e do número de linhagens, para seleção do maior valor fenotípico.

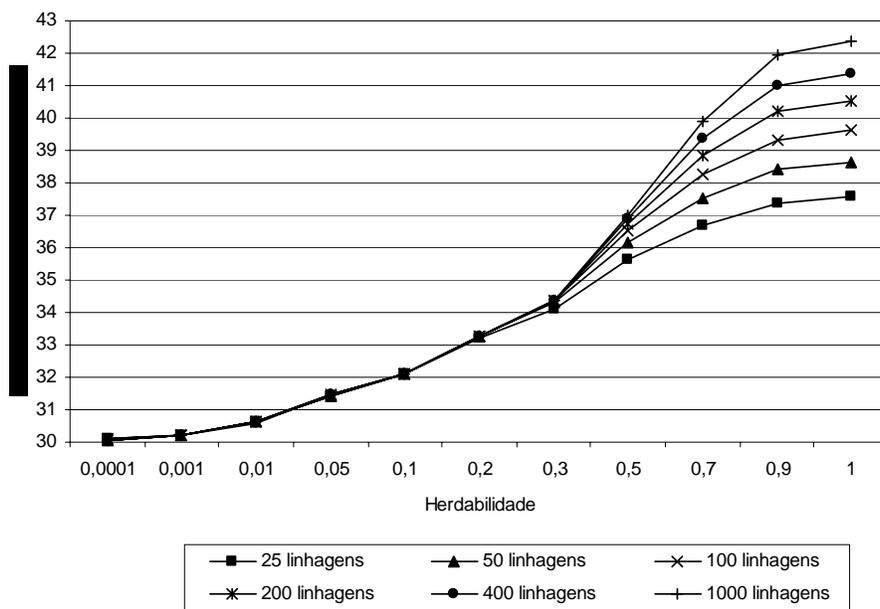


FIGURA 2.3 Valores médios do número de locos com alelos favoráveis fixados para 60 locos, em função dos valores de herdabilidade e do número de linhagens, para seleção do maior valor fenotípico.

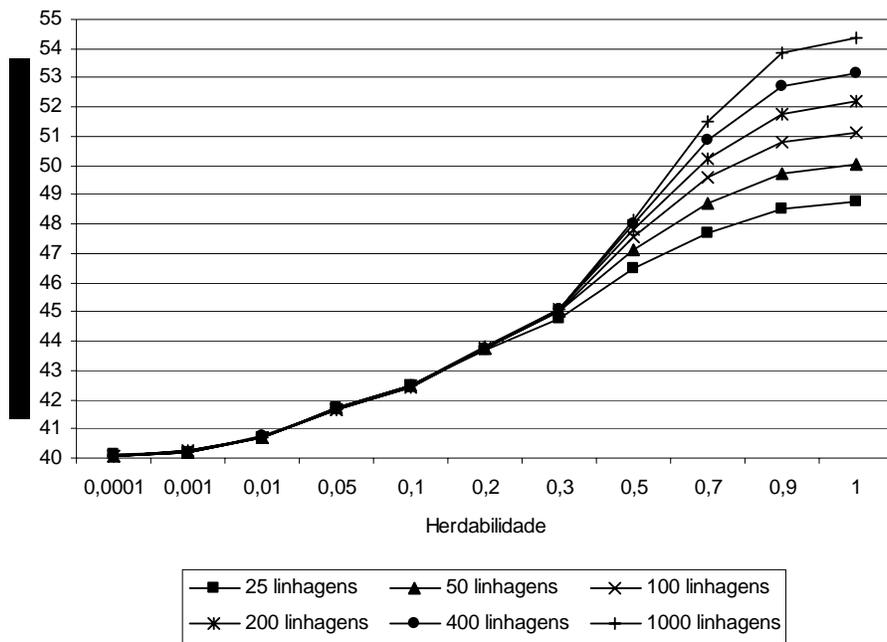


FIGURA 2.4 Valores médios do número de locos com alelos favoráveis fixados para 80 locos, em função dos valores de herdabilidade e do número de linhagens, para seleção do maior valor fenotípico.

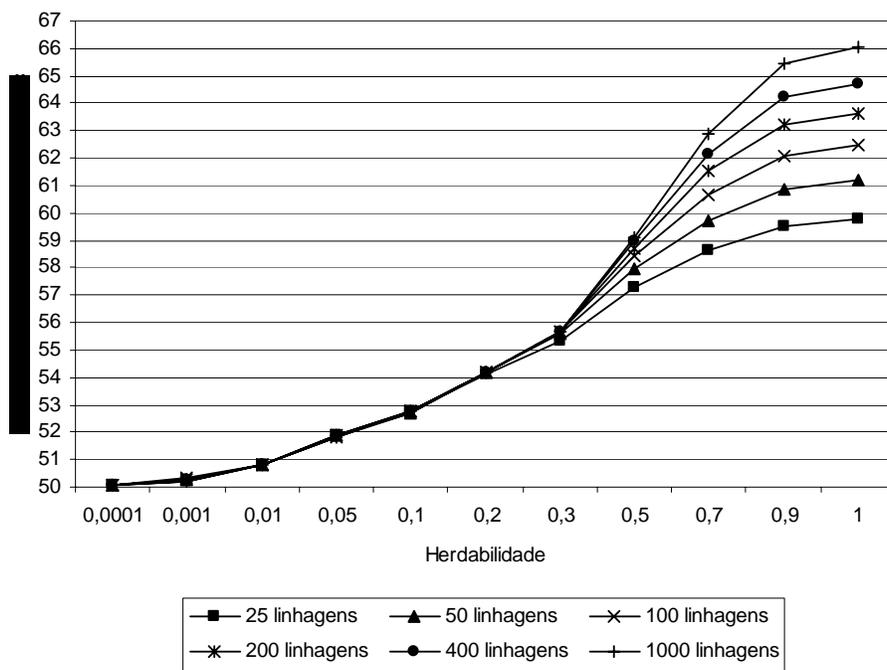


FIGURA 2.5 Valores médios do número de locos com alelos favoráveis fixados para 100 locos, em função dos valores de herdabilidade e do número de linhagens, para seleção do maior valor fenotípico.

Como foram 50.000 simulações em cada caso, foi possível obter as médias dos valores genotípicos correspondentes ao fenótipo máximo estudado (GS) e da Probabilidade máxima (P_{MAX}), que estão apresentadas na Tabela 2.1, para diferentes valores de herdabilidade (h^2) e número de linhagens (n) na geração infinito. É importante ressaltar que os valores genotípicos são padronizados e, portanto, comparáveis em quaisquer situações.

Considerando-se na Tabela 2.1 a h^2 igual a 0,0001, ou seja, praticamente nula, o valor genotípico máximo praticamente não se alterou com o aumento do número de linhagens avaliadas. Isso era esperado, uma vez que com essa h^2 não há efeito da seleção, pois esta ocorre, na verdade, praticamente ao acaso. Observa-se também, reforçando este último comentário, que a probabilidade de ocorrer sucesso com a seleção foi praticamente a mesma com os diferentes números de linhagens, isto é, próximo de 50%.

Considerando uma herdabilidade ligeiramente maior de 0,1, que é comum em várias situações (Carneiro, 2002), um aumento no número de linhagens proporciona um incremento na média do valor genotípico correspondente ao fenótipo máximo (GS). Por exemplo, quando o número de linhagens utilizadas é igual a 10, GS é igual a 0,1572. Este valor dobra quando se utiliza um n igual a 1000 linhagens.

Estas considerações podem ser aplicadas para os diferentes valores de herdabilidade considerados. Em todas as situações verifica-se que avaliando maior número de linhagens, a média dos valores genotípicos correspondentes ao fenótipo máximo é crescente. Essa observação é válida, mesmo para a h^2 igual a 1,00. Contudo, a mesma tendência não é observada para P_{MAX} . Com h^2 de até 0,30, a probabilidade de insucesso com a seleção diminui com o incremento no número de linhagens. Contudo, a partir dessa herdabilidade, os valores de P_{MAX} sofrem pequenas alterações no seu valor. Com isso, fica claro que a chance de se ter sucesso no melhoramento selecionando o melhor genótipo já é muito alta

com $h^2 \geq 0,30$ e $n = 10$. Obviamente, o sucesso é cada vez maior à medida que se aumenta n para uma mesma herdabilidade ou à medida que se aumenta h^2 para um mesmo valor de n .

Esse resultado é coerente com o fato de que quando a h^2 do caráter é alta, é maior a probabilidade de sucesso com a seleção, independentemente do número de linhagens avaliadas. Porém, a estimativa do valor genotípico correspondente ao fenótipo máximo (GS), já comentado, mostra que a eficiência da seleção e a magnitude do sucesso podem aumentar com o incremento do número de linhagens, independente da herdabilidade do caráter. De acordo com Bernardi (1986), as estimativas das médias das linhagens podem ser obtidas com maior precisão, quando passam a representar com mais segurança seus respectivos valores genotípicos.

É interessante observar o resultado do P_{MAX} . A probabilidade de obter valores genotípicos da linhagem selecionada igual a zero ou positivos é crescente com o aumento no número de linhagens. Com 10 linhagens e $h^2 = 0,10$ há 30,73% de probabilidade de ocorrer insucesso com a seleção, ou seja, a média das linhagens selecionadas se apresentar abaixo da média dos pais. Com 1000 linhagens, esse valor passa para 13,81%. Resultados semelhantes foram encontrados na simulação para o P_{MIN} , ou seja, a probabilidade do valor genotípico mínimo estudatizado ser igual ou inferior à média da população de referência cresceu com o aumento do número de linhagens. Por isso os resultados correspondentes não foram apresentados na Tabela 2.1.

Dessa forma, constata-se que esta segunda alternativa de simulação foi mais realista que a primeira, no sentido de esclarecer que, para se determinar o número ideal de indivíduos no processo de seleção, tem que se considerar a estimativa da herdabilidade para o caráter que está sendo selecionado. A princípio, se o caráter apresentar h^2 inferior a 0,3, será necessário maior número

de linhagens para se ter alta probabilidade de obter uma linhagem com um valor genotípico médio superior a média da população.

TABELA 2.1 Média dos valores genotípicos correspondentes ao fenótipo máximo (GS) e probabilidade máxima deste fenótipo (P_{MAX}) incorporar alelos favoráveis, para diferentes valores de herdabilidade (h^2) e número de linhagens (n) na geração infinito.

n	Média	P_{MAX}	N	Média	P_{MAX}	n	Média	P_{MAX}
	$h^2 = 0,0001$			$h^2 = 0,10$			$h^2 = 0,70$	
10	0,0002	50,53	10	0,1572	69,27	10	1,1080	96,35
25	0,0002	50,93	25	0,1967	74,28	25	1,3920	99,22
50	0,0002	51,15	50	0,2264	76,92	50	1,5807	99,83
100	0,0003	51,40	100	0,2500	79,46	100	1,7618	99,97
200	0,0002	51,02	200	0,2756	81,74	200	1,9249	99,99
400	0,0003	51,53	400	0,2977	83,74	400	2,0819	99,99
1000	0,0003	51,39	1000	0,3221	86,19	1000	2,2705	100,00
5000	0,0004	51,32	5000	0,3669	88,72	5000	2,5757	100,00
n	Média	P_{MAX}	N	Média	P_{MAX}	n	Média	P_{MAX}
	$h^2 = 0,001$			$h^2 = 0,20$			$h^2 = 0,90$	
10	0,0018	51,69	10	0,3176	76,96	10	1,4280	99,36
25	0,0016	52,57	25	0,3973	83,15	25	1,7863	99,99
50	0,0021	52,68	50	0,4529	86,52	50	2,0308	100,00
100	0,0025	53,37	100	0,5046	88,80	100	2,2660	100,00
200	0,0028	53,77	200	0,5494	91,19	200	2,4746	100,00
400	0,0031	53,47	400	0,5946	92,76	400	2,6734	100,00
1000	0,0034	54,26	1000	0,6490	94,56	1000	2,9152	100,00
5000	0,0036	54,44	5000	0,7363	96,62	5000	3,3125	100,00
n	Média	P_{MAX}	n	Média	P_{MAX}	n	Média	P_{MAX}
	$h^2 = 0,01$			$h^2 = 0,30$			$h^2 = 1,00$	
10	0,0162	55,95	10	0,4776	82,66	10	1,5818	99,90
25	0,0194	57,80	25	0,5949	88,86	25	1,9817	100,00
50	0,0228	59,04	50	0,6782	92,15	50	2,2625	100,00
100	0,0250	60,24	100	0,7549	94,35	100	2,5143	100,00
200	0,0264	60,95	200	0,8259	95,94	200	2,7493	100,00
400	0,0296	61,47	400	0,8880	97,06	400	2,9716	100,00
1000	0,0330	62,57	1000	0,9747	98,09	1000	3,2411	100,00
5000	0,0366	64,15	5000	1,1057	99,17	5000	3,6780	100,00
n	Média	P_{MAX}	n	Média	P_{MAX}	n	Média	P_{MAX}
	$h^2 = 0,05$			$h^2 = 0,50$				
10	0,0797	63,69	10	0,7879	91,00			
25	0,0988	67,16	25	0,9930	96,20			
50	0,1121	69,72	50	1,1307	97,96			
100	0,1243	71,26	100	1,2556	99,04			
200	0,1367	73,19	200	1,3703	99,54			
400	0,1492	75,09	400	1,4887	99,76			
1000	0,1633	77,03	1000	1,6185	99,91			
5000	0,1841	79,85	5000	1,8406	99,99			

É importante destacar que será necessário um maior número de linhagens (n) em qualquer valor de herdabilidade (h^2) e que quanto maior for esta h^2 , maior será a chance de ganho com a seleção. Considerando um n igual a 400, observa-se que a média do valor genotípico correspondente ao fenótipo máximo será de 0,8880 para uma h^2 igual a 0,30 e de 1,4887 para uma h^2 igual a 0,50.

O fundamento de todo e qualquer programa de melhoramento genético é a identificação de combinações fenotípicas superiores, capazes de apresentar um bom desempenho nos plantios comerciais (Bertolucci, 1990). Especialmente para programas com limitação de recursos, há necessidade de uma criteriosa escolha dos genitores e ou populações segregantes, especialmente para caracteres de h^2 normalmente baixa. Nesses casos, o melhorista deve manusear o menor número possível de populações segregantes para ser possível avaliar um grande número de linhagens desses cruzamentos e assim aumentar o progresso genético com a seleção.

Portanto, os melhoristas têm duas opções para tratamentos com baixa herdabilidade. A primeira é conduzir o maior número de cruzamentos biparentais, identificando uma ou algumas populações segregantes que são mais promissoras, utilizando algum método de escolha de população segregante. Nestas populações, o maior número possível de famílias deve ser avaliado para permitir que a variação existente se expresse e para aumentar a probabilidade de obter linhagens com melhor performance (Comstock, 1964). Nesse caso, basta avaliar os indivíduos F_2 e conduzir as gerações segregantes em experimentos com repetições. Se o método bulk for adotado, as avaliações devem ser feitas em todas as gerações, preferivelmente em diferentes locais e épocas de plantio e aquelas populações identificadas como superiores devem ser intensamente exploradas.

A segunda opção seria executar cruzamentos múltiplos e avaliar o maior número possível de famílias quando nenhum outro método fosse satisfatório para seleção entre as populações segregantes. Esta opção exigiria mais tempo e recursos para obter a população. Contudo, isso pode ser compensado pela maior variação disponível para o melhorista quando um maior número de famílias é avaliado para um dado cruzamento. Pode ser observado na Tabela 2.1 que, quando se considera um valor genotípico médio em torno de 1,10 desvios padrões fenotípicos acima da média, é necessária uma população com 5000 linhagens para uma herdabilidade de 0,30 (1,1057) e uma população de apenas 10 linhagens, considerando uma herdabilidade igual a 0,70 (1,1080).

Há situações em que se constata que os artigos e publicações sobre determinado assunto apresentam embasamento teórico tão resumido que não permite, à primeira vista, uma decisão segura a respeito dos seus méritos teóricos (Bakke, 1988). Alguns estudos visando obter informações a respeito do número ideal de famílias a serem avaliadas foram realizados (Shebeski, 1967, Sneep, 1977, Ferreira, 1998), mas como foram em condições restritas, não permitem que suas conclusões possam ser generalizadas.

Dessa forma, para a determinação do número ideal de famílias a serem avaliadas no processo seletivo, deve-se considerar a herdabilidade do caráter. Verifica-se que, com o aumento do número de famílias, as estimativas dos parâmetros genéticos tornam-se mais precisas, mas é necessário determinar um número adequado para economizar tempo e dinheiro (Pinto, 1996). Quando o número é pequeno, podem ocorrer a perda de genes e a fixação de alelos indesejáveis e, quando o número é grande, os recursos são utilizados de maneira inadequada (Falconer, 1960).

Deve-se levar em consideração também que o número ideal de linhagens em uma população em que a seleção irá atuar não pode ser extrapolado para todas as populações. Isto não é um problema de precisão estatística, mas é

devido à estrutura genética das populações. Se uma população possui uma ampla heterogeneidade genética e o número de linhagens recomendado para essa população for utilizado para uma população mais homogênea, este número seria insuficiente para representar devidamente as populações mais heterogêneas. No primeiro caso, estariam sendo desperdiçados área, recursos humanos e econômicos, o que não é justificável; e, no segundo caso, as conclusões experimentais seriam afetadas pela insuficiência do número de linhagens utilizadas para cada tipo de população (Marquez-Sanchez, 1972; Bernardi, 1986).

4 CONCLUSÕES

Na determinação do número ideal de famílias a serem avaliadas no processo seletivo, deve-se considerar a herdabilidade do caráter.

Para se obter um valor genotípico em torno de 1,10 desvios padrões fenotípicos acima da média na população selecionada, são necessárias 5000 linhagens para uma $h^2 = 0,30$ e 10 linhagens para $h^2 = 0,70$.

Se o caráter apresentar h^2 inferior a 0,30, será necessário maior número de linhagens para se ter alta probabilidade de obter uma linhagem com um valor genotípico médio superior à média da população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAKER, R. J. Quantitative genetic principles in plant breeding. In: GUSTAFSON, J. P. (Ed). **Gene manipulation in plant improvement**. Columbia: University of Missouri, 1984. p. 147-176.
- BAKKE, O. A. **Tamanho e forma ótimos de parcelas em delineamentos experimentais**. Piracicaba: USP/ESALQ, 1988. 142 p.
- BERNARDI, J. **Efeito e determinação do tamanho de parcela para seleção de progênies de arroz de sequeiro (*Oryza sativa* L.)**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1986. 168 p.
- BERTOLUCCI, F. de L. G. **Novas alternativas de tamanho e forma da parcela experimental para avaliação de progênies de feijoeiro**. Lavras: UFLA, 1990. 105 p.
- CARNEIRO, J. E. de S.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. de F. B.; GONÇALVES, F. M. A. Breeding potential of single, doublé and multiple crosses in common bean. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 2, n. 4, p. 515-524, Oct./Dec. 2002.
- COMSTOCK, R. E. Selection procedures in corn improvement. **Proceedings of the hybrid corn industry research conferences**, Chicago, v. 19, p. 87-97, 1964.
- DACHS, J. N. W. **Estatística computacional: uma introdução ao Turbo Pascal**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1988. 236 p.
- FALCONER, D. S. **Introduction to quantitative genetics**. New York: Ronald Press, 1960. 365 p.
- FERREIRA, W. D. **Implicação do número de famílias no processo seletivo da cultura do feijoeiro**. Lavras: UFLA, 1998. 60 p.
- FOUILLOUX, G.; BANNEROT, H. Selection methods in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In: GEPTS, P. (Ed.). **Genetic resources of Phaseolus bean**. Dordrecht: Klüner Academic Publishers, 1988. 611 p.

INPRISE CORPORATION. **Borland DELPHI Enterprise**. Version 5. 0. 1999. 1 CD-ROM.

MARQUEZ-SANCHEZ, F. Tamaño de muestra para representar poblaciones de maiz. **Agrociencia**, série B, Santiago, n. 8, p. 163-177, 1972.

PINTO, R. M. C. **Tamanho da amostra para seleção recorrente com progênies S₁ em milho**. 1996. 92 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

SHEBESKY, L. H. Wheat and breeding. In: PROCEEDING CANADIAN CENTENNIAL WHEAT SYMPOSIUM, 1967, Calgary. **Anais...** Calgary, 1967. p. 253-272.

SILVA, H. D.; FERREIRA, D. F.; PACHECO, C. A. P. Avaliação de quatro alternativas de análise de experimentos em látice quadrado, quanto à estimação de componentes de variância. **Bragantia**, Campinas, v. 59, n. 1, p. 117-123, 2000.

SNEEP, J. Selection for yield in early generations of self-fertilizing crops. **Euphytica**, Wageningen, v. 26, n. 1, p. 27-30, 1977.

CAPÍTULO 3

EMPREGO DO COEFICIENTE DE VARIAÇÃO COMO CRITÉRIO PARA AVALIAÇÃO EM EXPERIMENTOS DE CULTIVARES DE FEIJÃO E MILHO

RESUMO

GURGEL, Fábio de Lima. Emprego do coeficiente de variação como critério para avaliação em experimentos de cultivares de feijão e milho. In: _____. **Simulação computacional no melhoramento genético de plantas**. 2004. 174 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

O objetivo deste trabalho foi verificar se o Coeficiente de Variação (CV) é realmente o critério adequado para descarte de experimento, qual o valor mais apropriado para o CV e se há alternativas que aumentem a eficiência do processo. Optou-se por utilizar simulação de Monte Carlo. Para se conhecer quais as variáveis mais importantes e os limites a serem utilizados na simulação, foi realizado inicialmente o levantamento de alguns dados experimentais com as culturas do feijão e milho. Para o feijão, foram utilizados os dados da avaliação de linhagens de feijoeiro conduzidas pela UFLA/EPAMIG no período de 11 anos (1991 a 2001), totalizando 104 experimentos. No caso da cultura do milho, foram utilizados dados dos Ensaio Nacionais de Milho cedidos pela EMBRAPA Milho e Sorgo, que consistiram em 566 experimentos conduzidos no período de 1993 a 2000. Os fatores fornecidos para as culturas do feijão e do milho foram: número de cultivares, número de blocos, variância genética, média de produtividade e o coeficiente de variação. Foram simuladas 2.000 repetições para cada configuração da combinação desses fatores. Todas estas informações foram processadas por meio de um aplicativo computacional desenvolvido em um ambiente de programação Delphi. Foram simulados ensaios de campo considerando um delineamento em blocos casualizados completos (DBC). Para a simulação deste modelo, inicialmente foi obtido o valor da variância ambiental (σ_e^2). Com este valor pôde-se calcular a repetibilidade e também os efeitos de genótipos (g_i) e o de blocos (b_j) também foram simulados. Estes foram obtidos por meio da aproximação para a distribuição cumulativa normal. Em seguida, gerou-se o valor da variável aleatória Y_{ij} . As médias dos genótipos foram ordenadas e obtida a correlação de Spearman entre os seus valores observados e os seus valores genotípicos reais. Cada simulação correspondeu a um experimento e os dados simulados seguiram a metodologia da aproximação da função de distribuição normal. Também foi identificada a quantidade de experimentos com coeficiente de variação superior e inferior ou igual a 20%, para cada configuração simulada, nos 2.000 experimentos. Concluiu-se que o

¹Orientador: Prof. Daniel Furtado Ferreira – UFLA.

coeficiente de variação não é um estimador confiável para a avaliação da eficiência de uma cultivar em um ensaio, devendo estar associado a outros parâmetros para tornar a recomendação de uma cultivar mais confiável; a repetibilidade é o parâmetro que, tendo-se definido os seus valores para cada variável-resposta, possibilitará definir critérios de descarte de experimentos de avaliação e recomendação de cultivares.

ABSTRACT

GURGEL, Fábio de Lima. Using the coefficient of variation as a criterion for the evaluation of bean and corn cultivars experiments. In: _____. **Computing simulation in plant breeding**. 2004. 169 p. Thesis (Doctorate in Agronomy – Genetics and Plant Breeding) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.²

The objective of this work was to verify if the Coefficient of Variation (CV) is the most adequate criterion to discard experiment of cultivars evaluation what is the most appropriated value for the CV, and if there are alternatives to increase efficiency. Monte Carlo simulation was chosen. To know what are the most important variables and the limits for simulation, some experimental data from bean and corn crops were considered initially. For beans, it was used data from evaluation of bean lines guided by UFLA/EPAMIG during 11 years (1991 to 2001), totalizing 104 experiments. For the corn, data from Corn National Assays performed by EMBRAPA Corn and Sorghum were used. They consisted of 566 experiments conducted from 1993 to 2000. The following data were considered: number of cultivars, number of blocks, genetic variance, average yield, and the coefficient of variation. Two thousand replications were simulated for each configuration of the combination of these factors. All information was processed using Delphi program. Field tests were simulated considering Randomized Complete Blocks Design. To simulate this model, the environmental variance (σ_e^2) was obtained at first. With this value it was possible to estimate the repeatability, as well as the genotype (g_i) and blocks (b_j) effects. These were obtained by the approximation for the normal cumulative distribution. After that, the value of the random variable Y_{ij} was generated. The genotype averages were ranked and the Spearman's correlation between the observed and true genotype values was estimated. Each simulation corresponded to one experiment and the simulated data followed the approximation methodology of the normal distribution function. The number of experiments with coefficient of variation superior and inferior or equal to 20% also was identified, for each simulated configuration, in the 2,000 experiments. As a conclusion, the Coefficient of Variation was not considered a reliable predictor to evaluate the efficiency of experiments for cultivar recommendation. It must be associated to other parameters to make the recommendation of a cultivar more reliable. The repeatability is the parameter that, when defined the value for

² Advisor: Prof. Daniel Furtado Ferreira – UFLA.

each variable-response, will make possible to determine the criteria to discard experiments for cultivars recommendations.

1 INTRODUÇÃO

A Lei de Proteção de Cultivares (nº 9456) foi sancionada em abril de 1997 e teve seu Decreto regulamentador nº 2366 publicado em 1997. Esta lei exige que, para a recomendação de novas cultivares, sejam realizados experimentos de valor de cultivo e uso (VCU). Os critérios para a condução desses VCUs são específicos para cada espécie e estabelecidos por especialistas.

Entre as normas está uma que afirma que só devem ser considerados os experimentos cujos coeficientes de variação experimental (CV) sejam inferiores ou iguais a 20%. Esse critério é utilizado para as culturas de soja, trigo, feijão, milho e sorgo (Brasil, 2002).

Esse fato tem contribuído para que muitos experimentos, com informações úteis, sejam descartados. Inclusive, torna-se difícil avaliar a precisão experimental de um mesmo caráter, por exemplo, produtividade de grãos, entre espécies diferentes. Além do mais, muito embora o CV seja amplamente utilizado, é questionável o seu emprego como medida da precisão experimental.

No caso da cultura do feijão, Silva et al. (2002) verificaram que, de 104 experimentos de avaliação de cultivares, 41,4% seriam desprezados por ter CV superior a 20%, a maioria deles, inclusive, com valores ligeiramente superiores a esse limite preestabelecido.

Essa decisão implica em perda de tempo e recursos e, por isso, seria importante que ela fosse mais fundamentada na obtenção de informações que possam ser generalizadas. A principal alternativa é por meio de simulação e assim foi realizado o presente trabalho, visando verificar se o CV é o critério adequado para descarte de experimentos, qual o valor mais apropriado para o CV e se há alternativas que aumentem a eficiência do processo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

Como forma de avaliar o critério de descarte de experimentos optou-se por utilizar simulação de Monte Carlo. Para se conhecer quais as variáveis mais importantes e os limites a serem utilizados na simulação, foi realizado, inicialmente, o levantamento de alguns dados experimentais com as culturas de milho e feijão. Na Tabela 3.1 estão as principais informações a respeito dos experimentos com as culturas do feijão e milho.

Para a definição dos valores dos parâmetros a serem simulados foram tomados como referência dados experimentais de vários anos e locais. Para o feijão, foram utilizados os dados da avaliação de linhagens de feijoeiro conduzida pela UFLA/EPAMIG no período de 11 anos (1991 a 2001), totalizando 104 experimentos (Silva et al., 2000).

No caso da cultura do milho, foram utilizados dados dos Ensaios Nacionais de Milho, gentilmente cedidos pela EMBRAPA Milho e Sorgo, que consistiram em 566 experimentos conduzidos no período de 1993 a 2000 (Oliveira, 2002).

Nas simulações efetuadas as variáveis utilizadas basearam-se nos limites estabelecidos na Tabela 3.1. Desse modo, as inferências a serem obtidas podem ser extrapoladas para as diferentes condições em que os experimentos com essas espécies são conduzidos.

TABELA 3.1 Informações utilizadas como referência para a simulação de parâmetros para as culturas do feijão e milho.

Fatores	Feijão			Milho		
	Mínimo	Média	Máximo	Mínimo	Média	Máximo
Número de cultivares	25		36	15		25
Número de blocos		3			2	
Variância genética	2650	16441	65813	144208	231977	307577
Média de produtividade (kg/ha)	517	897	1444	3172	7087	10522
CV (%)	15		24	10		13

Os fatores, bem como os seus valores para a cultura do feijão, foram: o número de cultivares (25, 30, 36), o número de blocos (3), a variância genética (5.000, 7.500, 12.500, 15.000, 22.500, 37.500, 35.000, 52.500, 87.500), a média de produtividade, em kg/ha, (1.000, 1.500, 2.500), o coeficiente de variação (5, 10, 15, 20, 30, 50, 70, 90 e 100).

Para a cultura do milho, os valores dos fatores simulados foram o número de cultivares (15, 20, 25), o número de blocos (2), a variância genética (25.000, 35.000, 45.000, 75.000, 105.000, 135.000, 175.000, 245.000, 315.000), a média de produtividade, em kg/ha, (5000, 7000, 9000) e o coeficiente de variação (5, 10, 15, 20, 30, 50, 70, 90 e 100).

Foram simuladas 2.000 repetições para cada configuração da combinação desses fatores. Para cada cultura estudada as configurações somam 729 configurações. Todas estas informações foram processadas por meio de um aplicativo computacional desenvolvido em um ambiente de programação Delphi (Inprise Corporation, 1999).

2.2 Métodos

Foram simulados ensaios de campo considerando um delineamento em blocos casualizados completos (DBC), com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + b_j + g_i + e_{ij} \quad (I)$$

em que:

Y_{ij} : observação da parcela no tratamento i e no bloco j ;

μ : média geral do experimento;

b_j : efeito de blocos com $b_j \sim \text{NID}(0, \sigma_b^2)$;

g_i : efeito de genótipos com $g_i \sim \text{NID}(0, \sigma_g^2)$;

e_{ij} : erro experimental com $e_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma_e^2)$;

Para a simulação deste modelo, inicialmente foi obtido o valor da variância ambiental (σ_e^2), por meio da expressão:

$$\sigma_e^2 = \left(\frac{CV}{100} \cdot \mu \right)^2$$

em que:

CV: é o coeficiente de variação,

μ : é a média geral.

Com este valor pôde-se calcular a repetibilidade, representada pela seguinte expressão:

$$r^2 = \frac{\phi_g}{\phi_g + \frac{\sigma_e^2}{b}}$$

em que:

ϕ_g : é a variância associada ao genótipo,

σ_e^2 : é o erro aleatório ou variância associada ao ambiente,

b : número de blocos.

Uma segunda alternativa para se calcular a repetibilidade foi realizada quando definiu-se a relação $\frac{\sigma_e^2}{\phi_g}$ como sendo uma variável c com valor fixado a priori. Dessa forma, a repetibilidade fenotípica foi representada pela expressão:

$$r^2 = \frac{1}{1 + \frac{c}{b}}$$

Com base nos dados utilizados como referência, para a cultura do feijão, a relação c foi fixada pelos valores 4, 8 e 12. Já para a cultura do milho, esta relação foi fixada nos valores 5, 35 e 70.

Os efeitos de genótipos (g_i) e o de blocos (b_j) também foram simulados. Estes foram obtidos por meio da aproximação para a distribuição cumulativa normal proposta por Zelen & Severo (1964), citados por Dachs (1988).

Tendo sido fixada a média e determinados os efeitos de blocos (b_j), de genótipos (g_i) e da variância ambiental (e_{ij}) foi possível gerar o valor da variável aleatória Y_{ij} .

Em seguida, o modelo (I) foi analisado. A princípio, realizou-se a análise de variância, decompondo a soma de quadrado total (SQ_{Total}) nos componentes:

$$SQ_{Total} = SQ_{Blocos} + SQ_{Tratamentos} + SQ_{Erro}.$$

As somas de quadrados foram obtidas do seguinte modo:

$$SQ_{Blocos} = \frac{(Y_{.1})^2 + (Y_{.2})^2 + \dots + (Y_{.r})^2}{t} - \frac{(Y_{..})^2}{tb}$$

$$SQ_{Tratamentos} = \frac{(Y_{1.})^2 + (Y_{2.})^2 + \dots + (Y_{t.})^2}{b} - \frac{(Y_{..})^2}{tb}$$

$$SQ_{Total} = (Y_{11})^2 + (Y_{12})^2 + \dots + (Y_{tr})^2 - \frac{(Y_{..})^2}{tb}$$

$$SQ_{Erro} = SQ_{Total} - SQ_{Blocos} - SQ_{Tratamentos}$$

$$\text{em que } Y_{i.} = \sum_{j=1}^r Y_{ij}, Y_{.j} = \sum_{i=1}^t Y_{ij}, \text{ e } Y_{..} = \sum_i \sum_j Y_{ij}$$

em que: t corresponde ao número de genótipos (tratamentos) e b ao número de blocos (repetições).

As médias dos genótipos foram ordenadas e obtida a correlação de Spearman (Steel et al., 1997) entre os seus valores observados e os seus valores genotípicos reais. Como sua aplicação baseia-se em ordenamento ou posto dos tratamentos, foi possível realizar um ordenamento do valor genético das médias reais e simuladas dos genótipos. Dessa forma, tem-se que maiores correlações indicaram uma redução de erros no ordenamento. Outra comparação realizada foi com relação à proporção percentual dos melhores genótipos identificados em cada configuração com relação aos melhores valores fenotípicos simulados.

Cada simulação correspondeu a um experimento e os dados simulados seguiram a metodologia da aproximação da função de distribuição normal, proposta por Peizer & Pratt (1968), citados por Dachs (1988).

Para cada configuração foram simulados 2.000 experimentos, dos quais foi calculada a proporção de coincidência de se selecionar experimentos com coeficiente acima e abaixo dos 20%. Esta proporção de coincidência variou de 5% a 50%, em intervalos de 5%.

Também foi identificada a quantidade de experimentos com coeficiente de variação superior e inferior ou igual a 20%, para cada configuração simulada, nos 2.000 experimentos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na condução de um programa de melhoramento de plantas o melhorista se preocupa em saber se determinado CV em particular é excessivamente alto ou baixo e compara-os com dados similares encontrados na literatura (Steel et al., 1997). Toda esta preocupação é para minimizar o erro experimental, no intuito de garantir uma maior confiabilidade em seus experimentos (Fehr, 1987), para evitar prejuízos financeiros e não comprometer a credibilidade de sua pesquisa (Farias, 1995).

A Figura 3.1 apresenta os valores do coeficiente de correlação de Spearman entre as médias observadas e os seus valores genotípicos reais para a cultura do feijão em função da repetibilidade. A Tabela 1B dos Anexos apresenta os valores deste coeficiente em função do coeficiente de variação populacional (CV), coeficiente de variação genético (CVg), da média de produtividade e da repetibilidade (r^2) em uma população com 25, 30 e 36 genótipos. Na Tabela 2B estão os valores da correlação de Spearman em todas as configurações simuladas para a cultura do feijão.

A análise da Figura 3.1 permite verificar que, independentemente do coeficiente de variação genético (CVg) fixado, bem como do número de indivíduos (genótipos) na progênie, o coeficiente de correlação de Spearman aumenta com o aumento da repetibilidade (r^2), e esta é acompanhada por uma redução do coeficiente de variação populacional (CV). Esse fato é devido à restrição imposta pelo mecanismo de simulação adotado.

A proporção de coincidência dos 10% selecionados para a cultura do feijão em função da repetibilidade está ilustrada na Figura 3.2. Na Tabela 3B estão os valores das proporções de coincidência dos p% selecionados para a cultura do feijão em todas as configurações simuladas.

Constata-se que quanto maior a repetibilidade (Figura 3.2), menor o coeficiente de variação populacional (CVp) e maior a proporção de coincidência. Esta observação também independe do número de indivíduos na população, bem como do CVg fixado.

Num programa de melhoramento genético o CV pode informar a qualidade experimental dos ensaios intermediários e finais de uma determinada cultura. Nesses ensaios, um conjunto de caracteres é mensurado para auxiliar o melhorista na descrição e indicação de novas cultivares (Carvalho et al., 2003).

Uma análise das Figuras 3.1 e 3.2 e das Tabelas apresentadas nos Anexos não permite, a priori, avaliar a eficiência do coeficiente de variação como estimador na realização de descarte ou seleção de indivíduos de uma população que está sendo conduzida em um programa de melhoramento e também na avaliação de cultivares a serem recomendadas para o cultivo.

Isso porque, principalmente não se consegue identificar, na Figura 3.1, se o aumento do coeficiente de correlação de Spearman é devido a um aumento da repetibilidade ou a uma redução do coeficiente de variação populacional. Da mesma forma, não se identifica na Figura 3.2, se o aumento na proporção de coincidência dos 10% selecionados foi devido a uma redução do CV ou a uma elevação da repetibilidade.

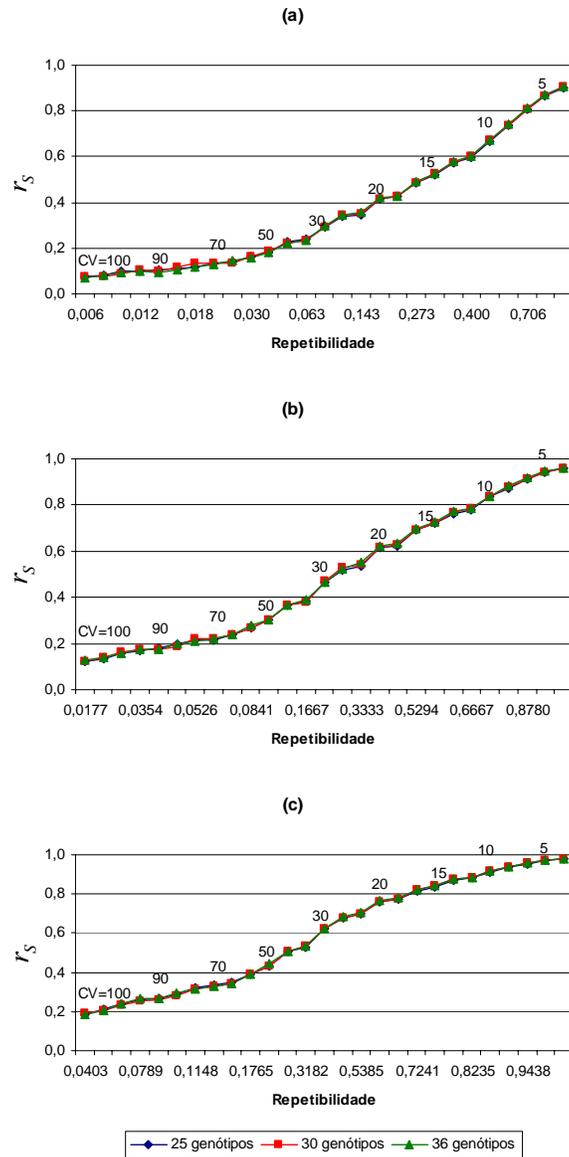


FIGURA 3.1 Coeficiente de correlação de Spearman para a cultura do feijão, em função da repetibilidade para diferentes coeficientes de variação em três números de genótipos (25, 30, 36) e para o CVg igual a 5 (a), a 15 (b) e a 35 (c).

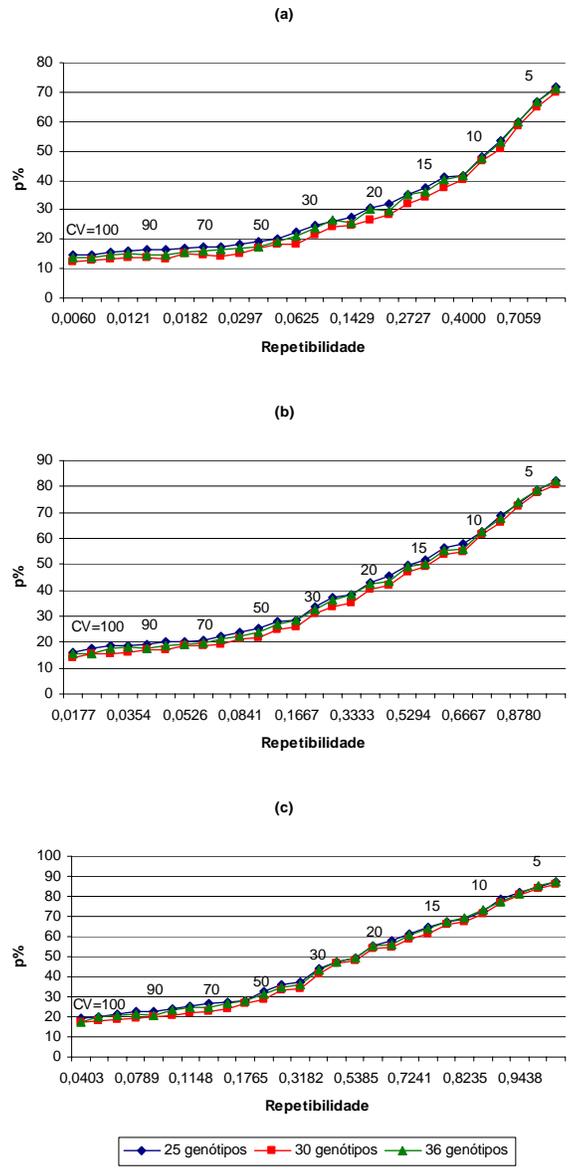


FIGURA 3.2 Proporção de coincidência dos 10% selecionados para a cultura do feijão, em função da repetibilidade para diferentes coeficientes de variação em três números de genótipos (25, 30, 36) e para o CVg igual a 5 (a), a 15 (b) e a 35 (c).

Esta dúvida pode ser inicialmente esclarecida quando se observa a Figura 3.3 (Tabela 4B). Ela corresponde aos valores dos parâmetros simulados, quando a repetibilidade foi calculada fixando-se o valor da relação $c = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_g^2}$.

Observa-se, especificamente, que, para este sistema de simulação, fixando um valor de c , a repetibilidade ficou inalterada com o aumento do CV.

Isso significa, em uma simulação, que a variação genética aumentava à medida que a variação ambiental aumentava, mantendo inalterada a repetibilidade, mas reduzindo o CV. Percebe-se que, fixados os valores de c , o coeficiente de variação populacional não influenciou a repetibilidade. As alterações na r^2 , porém, refletiram a alteração dos valores da Relação c .

Na Figura 3.4, estão ilustrados os coeficientes de correlação de Spearman (r_s) para três valores médios de produtividade de feijão (kg/ha) em diferentes coeficientes de variação e 25 indivíduos. Na Tabela 5B estão descritos os valores para esta correlação em populações de 25, 30 e 36 genótipos.

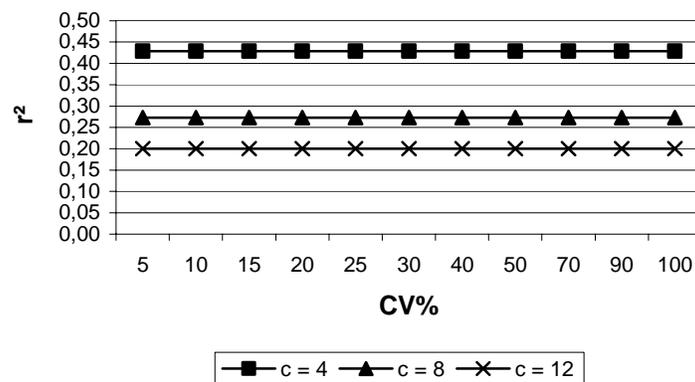


FIGURA 3.3 Repetibilidade para diferentes coeficientes de variação em três valores da Relação c , para a cultura do feijão.

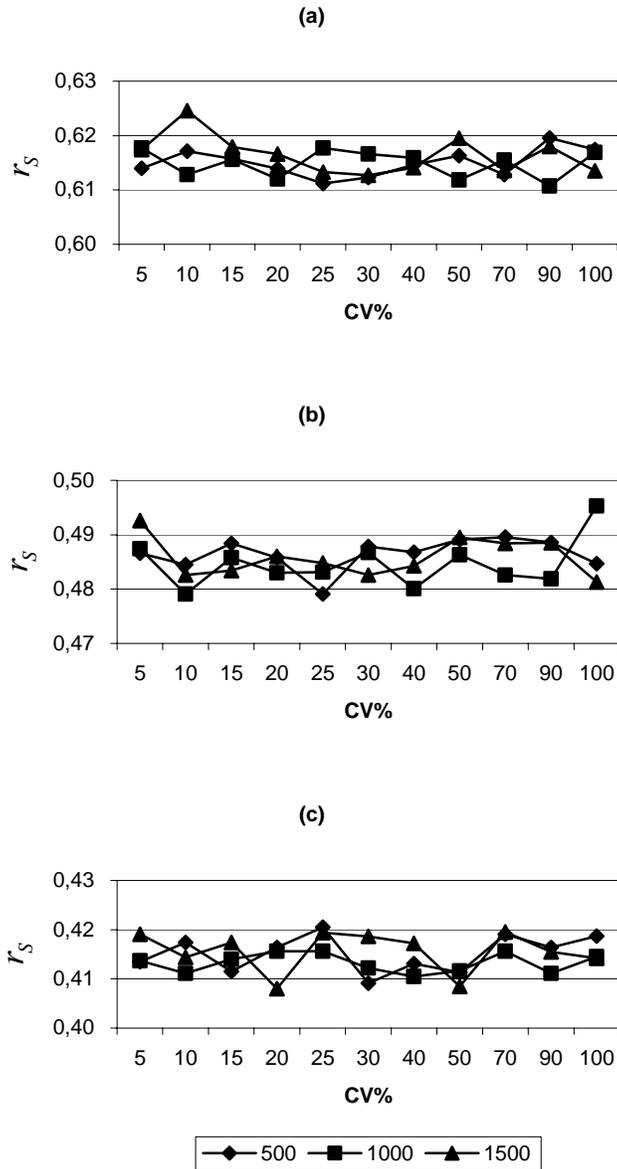


FIGURA 3.4 Coeficiente de correlação de Spearman (r_s) para três valores médios de produtividade de feijão (kg/ha), em diferentes coeficientes de variação, em uma população e 25 indivíduos e os valores da Relação c de 4 (a), 8 (b) e 12 (c).

Nesta Figura observa-se que, independentemente do CV, os valores para o coeficiente de correlação de Spearman mantêm-se numa faixa semelhante, considerando qualquer valor fixado para a relação c .

Estefanel et al. (1987) verificaram que as estimativas da média do coeficiente de variação não são muito diferentes quando se consideram os diversos delineamentos experimentais, nem quando se consideram os diversos tipos de tratamentos, mas têm maiores diferenças quando se analisam diferentes variáveis resposta.

Mas, considerando que o valor de c foi fixado e que com ele foram obtidas as estimativas de repetibilidade, verificou-se que houve um aumento no coeficiente de correlação de Spearman com o aumento da relação c e, conseqüentemente, com o aumento da repetibilidade. Desta forma, pode-se concluir que, ao contrário do coeficiente de variação, a repetibilidade é o fator principal pela variação existente na correlação de Spearman.

Resultados semelhantes aos da cultura do feijão foram encontrados para a do milho. Na Figura 3.5 apresentam-se os valores do coeficiente de correlação de Spearman para esta cultura em função da repetibilidade. Na Tabela 6B apresentam-se os valores deste coeficiente em função do coeficiente de variação populacional (CV), coeficiente de variação genético (CVg), da média de produtividade e da repetibilidade (r^2), em uma população com 15, 20 e 25 genótipos. Na Tabela 7B estão os valores da correlação de Spearman em todas as configurações simuladas para a cultura do milho.

Novamente analisando-se a Figura 3.5, verifica-se que, independentemente do coeficiente de variação genético (CVg) fixado, bem como do número de indivíduos (genótipos) na progênie, o coeficiente de correlação de Spearman aumenta com o aumento da repetibilidade (r^2), porém este aumento é acompanhado por uma redução do coeficiente de variação populacional (CV).

Rodriguez et al. (1988) afirmam que CVg elevados permitem inferir que a população avaliada apresenta alta variabilidade genética em relação às variáveis resposta e que há ganhos expressivos por seleção. Já as baixas estimativas de CVg são oriundas dos baixos valores de variância genética obtidos na população, em relação às estimativas de suas médias e, portanto, com maiores ganhos.

A proporção de coincidência dos 10% selecionados para a cultura do milho em função da repetibilidade está ilustrada na Figura 3.6. Na Tabela 8B estão os valores das proporções de coincidência dos p% selecionados para a cultura do milho em todas as configurações simuladas. Também se constatou que, quanto maior a repetibilidade (Figura 3.6), menor foi o coeficiente de variação populacional (CVp) e maior foi a proporção de coincidência. Esta observação independeu do número de indivíduos na população, bem como do CVg fixado.

Similarmente ao que foi descrito para a cultura do feijão, as Figuras 3.5 e 3.6 e as Tabelas dos Anexos relacionadas não permitiram comprovar a eficiência do CV como estimador confiável, uma vez que seu efeito fica confundido com o efeito de repetibilidade.

Na Figura 3.7 a relação entre CV e r^2 é mostrada para a segunda forma de simulação, procurando dissociar as causas que afetaram a correlação de Spearman entre os valores fenotípicos médios e os valores genotípicos reais. Também na Tabela 9B podem ser observados todos os resultados relacionados.

Novamente, em função de diferentes valores de c, o coeficiente de variação populacional não influenciou a repetibilidade. A repetibilidade, porém, refletiu a alteração dos valores da relação c.

Os coeficientes de correlação de Spearman (r_s) para três valores médios de produtividade de milho (kg/ha) em diferentes coeficientes de variação em uma população de 15 indivíduos estão ilustrados na Figura 3.8. Na Tabela 10B

estão descritos os valores para esta correlação em populações de 15, 20 e 25 genótipos. O CV não teve influência sobre a correlação de Spearman.

Porém, considerando que a relação c está diretamente relacionada com a repetibilidade, houve um aumento no coeficiente de correlação de Spearman com o aumento da repetibilidade.

As simulações com a cultura do milho reforçam as conclusões obtidas com as simulações para a cultura do feijão: a repetibilidade foi responsável pela variação existente na correlação de Spearman.

A etapa final de avaliação de cultivares em um programa de melhoramento genético depende muito da eficiência do melhorista em utilizar parâmetros confiáveis que possam identificar aquelas cultivares mais promissoras nos ensaios que possam repetir o seu bom desempenho no campo.

No Anexo IV dos Requisitos Mínimos para Determinação do Valor de Cultivo e Uso (VCU) de Feijão para a Inscrição no Registro Nacional de Cultivares (Brasil, 2002) está escrito que “os ensaios deverão ser analisados estatisticamente, sendo que serão considerados aqueles que apresentarem coeficiente de variação (CV) de no máximo 20%”. No Anexo V, para a cultura do milho também “somente serão válidos ensaios com coeficiente de variação (CV) até 20%”. Esta mesma exigência também pode ser lida para as culturas da soja (Anexo VI), sorgo (Anexo VII) e trigo (Anexo VIII).

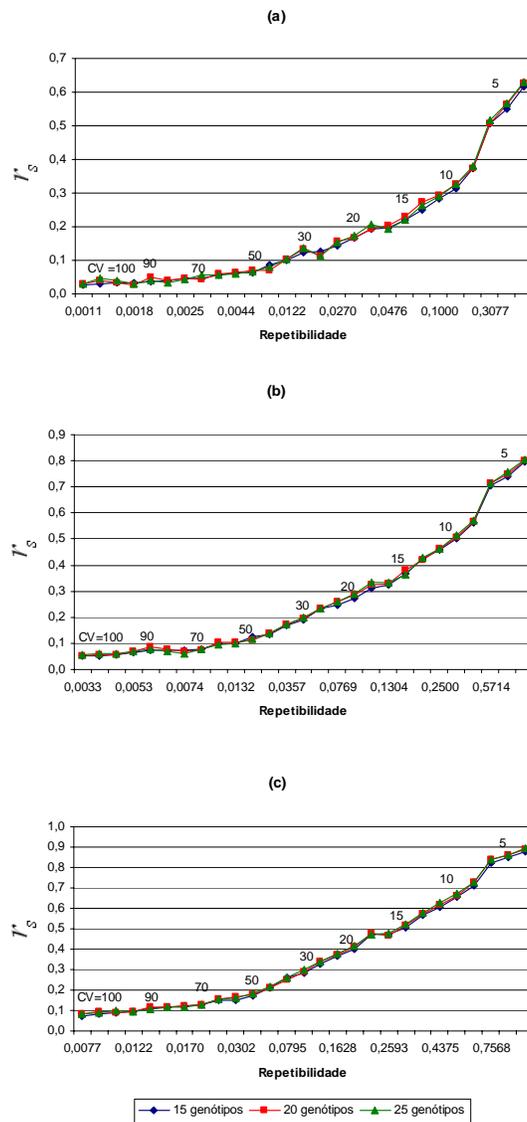


FIGURA 3.5 Coeficiente de Correlação de Spearman para a cultura do milho, em função da repetibilidade, para diferentes coeficientes de variação em três números de genótipos (15, 20, 25) e para o CVg igual a 5 (a), a 15 (b) e a 35 (c).

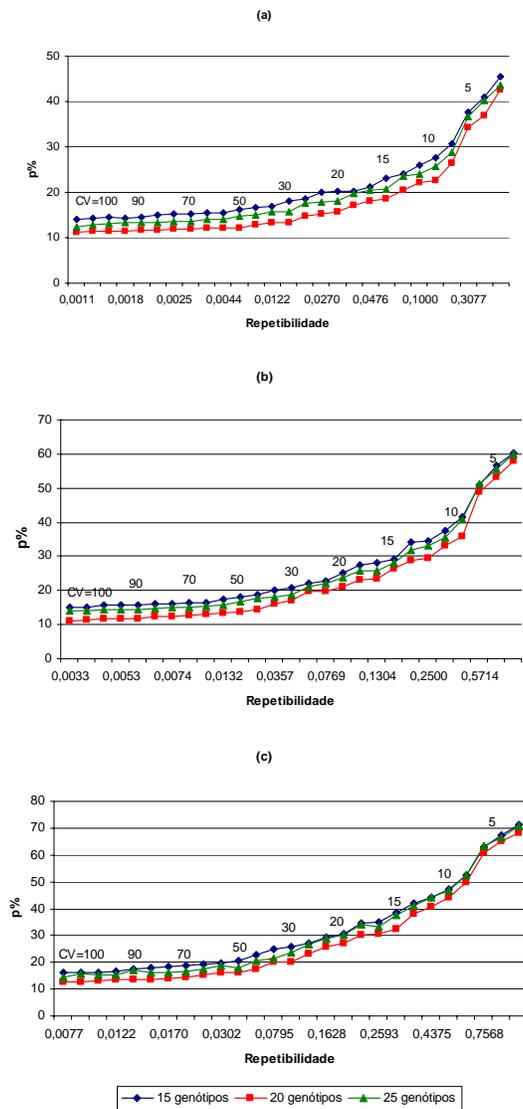


FIGURA 3.6 Proporção de coincidência dos 10% selecionados para a cultura do milho, em função da repetibilidade para diferentes coeficientes de variação em três números de genótipos (15, 20, 25) e para o CVg igual a 5 (a), a 15 (b) e a 35 (c).

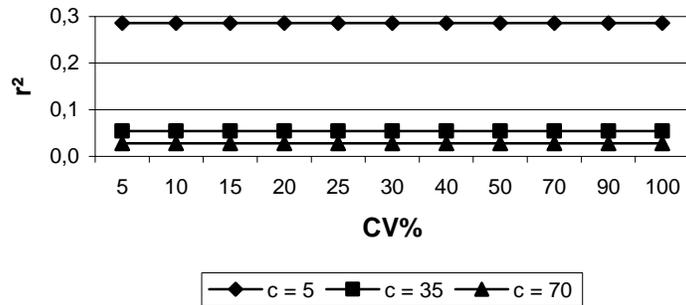


FIGURA 3.7 Repetibilidade para diferentes coeficientes de variação em três valores da Relação C, para a cultura do milho.

Estudos anteriores (Silva et al., 2002) com a cultura do feijão comprovaram que, adotando este critério, 41,4% dos experimentos não seriam utilizados na recomendação de cultivares. De acordo com os resultados deste trabalho, pode-se constatar que esta restrição não é adequada e pode gerar um desperdício de tempo e recursos.

A utilização indiscriminada do coeficiente de variação, independentemente da cultura ou da variável-resposta, promoveu uma necessidade de se identificar quais seriam os valores ideais para cada uma destas (Estefanel et al., 1987; Garcia, 1989; Amaral et al., 1997; Costa et al., 2002). Em todos os trabalhos chegou-se à conclusão de que não existem faixas predeterminadas de CV para considerar os resultados de um experimento precisos ou imprecisos. É necessário avaliar caso a caso e fazer comparações relativas.

Uma vez comprovado que o coeficiente de variação, por si só, não é um bom parâmetro para ser usado na recomendação de cultivares, procurou-se associá-lo a outros critérios, para que se pudesse tomar decisões com mais segurança.

Neste trabalho, a repetibilidade foi o parâmetro que apresentou-se com um critério mais confiável, pois foi o fator responsável pela explicação das alterações ocorridas no coeficiente de correlação de Spearman entre as médias estimadas e reais. O limite para essa correlação é de fato a raiz quadrada da repetibilidade, o que concorda com a teoria (Cruz & Regazzi, 1994). As alterações observadas no percentual de coincidência dos melhores genótipos observados em relação ao valor exato foi também preponderantemente explicados pela repetibilidade. Isso se contrapõe ao coeficiente de variação que, em qualquer intensidade, não demonstrou influência expressiva sobre as alterações nessas medidas.

Infelizmente, para uma população fixada, o coeficiente de variação será tanto maior quanto maior for a variação ambiental. Essa variação deve-se a fatores controláveis ou não controláveis (Ramalho et al., 2000). Para essa mesma população, a variação genética é fixa, sendo um parâmetro. Assim, a repetibilidade será reduzida à medida que a variação ambiental aumentar. Na simulação, no entanto, é possível manipular essas duas quantidades, mantendo-se fixa a repetibilidade. Isso foi realizado neste trabalho e constatou-se que a repetibilidade é o fator mais importante na avaliação da qualidade de um experimento. Essa qualidade foi mensurada pela correlação das estimativas dos efeitos genotípicos e de seus valores reais simulados. Observou-se que, se fosse mantida a repetibilidade, pouca ou nenhuma alteração era observada na correlação de Spearman. Por outro lado, o aumento da repetibilidade provocava um aumento proporcional na correlação. Buscou-se assim dissociar o efeito da repetibilidade e do CV.

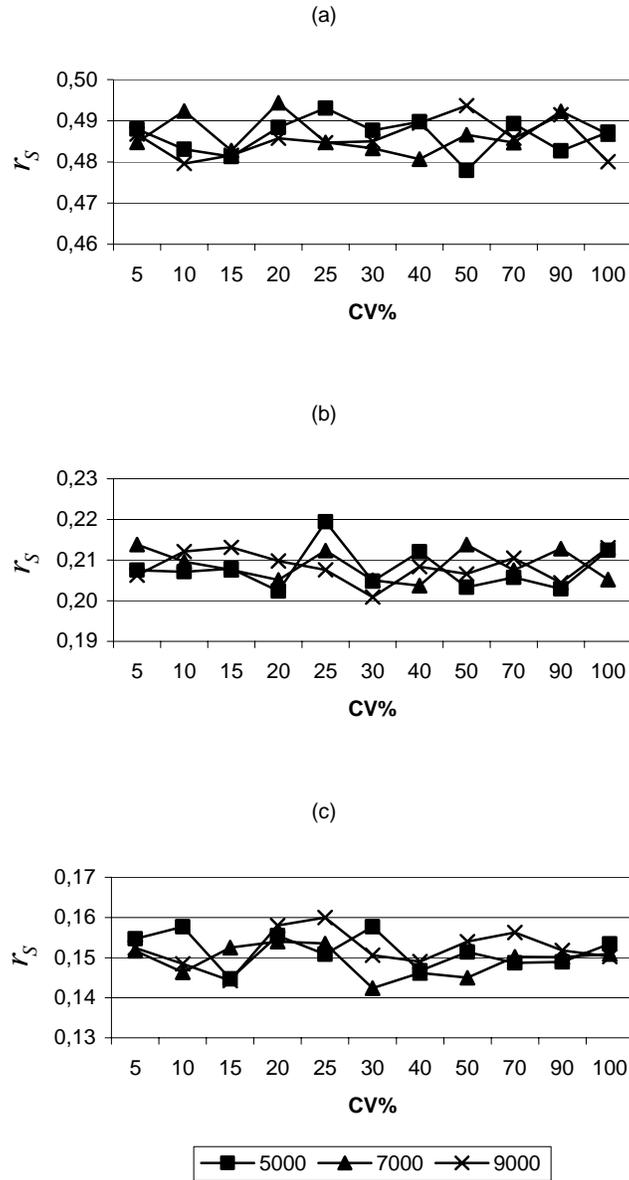


FIGURA 3.8 Coeficiente de Correlação de Spearman (r_s) para três valores médios de produtividade de milho (kg/ha) em diferentes coeficientes de variação em uma população e 15 indivíduos e os valores da Relação C de 5 (a), 15 (b) e 35 (c).

O CV, no entanto, não afetava a correlação se a repetibilidade era mantida constante. Isso não implica, todavia, que a variação ambiental não afeta a qualidade das estimativas. É fácil observar essa influência observando-se os resultados da Figura 3.8. Entretanto, se for mantida constante a repetibilidade, a correlação de Spearman não se altera. Como foi dito, a repetibilidade não é afetada pela mudança da variação ambiental, fixando-se a população de referência. A simulação é, no entanto, capaz de gerar situações artificiais para avaliar o efeito das mudanças no valor de um determinado parâmetro, naquilo que se pretende medir.

Assim, é notória a necessidade de se estimar a repetibilidade nos experimentos e buscar as decisões nas estimativas desse parâmetro. Esse trabalho não tem a intenção de propor faixas de r^2 para alterar a lei, se for o caso, mas de avaliar as causas e os efeitos de outros parâmetros com as mudanças do CVp.

Dessa forma, sugere-se uma reestruturação na definição dos Requisitos Mínimos para Determinação do Valor de Cultivo e Uso (VCU) para que se possam inscrever as cultivares no Registro Nacional. Apesar da etapa de avaliação de cultivares ser a última no programa de melhoramento genético, deve-se considerar que este constitui-se de uma série de etapas intrinsecamente relacionadas. Como este estudo comprovou a eficiência das estimativas de repetibilidade, a sua definição para cada variável-resposta é recomendada, uma vez que ela expressa a variação ambiental, que é imprescindível para que se possa avaliar a precisão de um experimento.

4 CONCLUSÕES

O coeficiente de variação não é um bom estimador para ser usado na discriminação e descarte de experimentos cuja finalidade seja a recomendação de cultivares.

A repetibilidade é o parâmetro que, tendo-se definido os seus valores para cada variável-resposta, possibilitará definir critérios de descarte de experimentos de avaliação e recomendação de cultivares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, A. M.; MUNIZ, J. A.; SOUZA, M. de. Avaliação do coeficiente de variação como medida na experimentação com citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 12, p. 1221-1225, dez. 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Requisitos mínimos para determinação do valor de cultivo e uso de feijão para inscrição no registro nacional de cultivares – RNC**. Disponível em: <<http://200.252.165.21/snpc/form1400.htm>>. Acesso em: 23 out. 2002.

CANTÚ, M. **Dominando o Delphi 6: A Bíblia**. São Paulo: MAKRON Books, 2002. 934 p.

CARVALHO, C. G. P. de; ARIAS, C. A. A.; TOLEDO, J. F. F. de; ALMEIDA, L. A. de; KIIHL, R. A. de S.; OLIVEIRA, M. F. de; HIROMOTO, D. M.; TAKEDA, C. Proposta de classificação dos coeficientes de variação em relação à produtividade e altura da planta de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 187-193, fev. 2003.

COSTA, N. H. de A. D.; SERAPHIN, J. C.; ZIMMERMANN, J. P. Novo método de classificação de coeficientes de variação para a cultura do arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 243-249, mar. 2002.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1994. 360 p.

DACHS, J. N. W. **Estatística computacional: uma introdução ao Turbo Pascal**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1988. 236 p.

ESTEFANEL, V.; PIGNATARO, I. A. B.; STORCK, L. Avaliação do coeficiente de variação de experimentos com algumas culturas agrícolas. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRÍCOLA, 2., 1987, Londrina. **Anais...** Londrina, 1987. p. 115-131.

FARIAS, F. J. C. **Parâmetros de estabilidade em cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium*) avaliadas na região nordeste no período de 1981 a 1992**. Lavras: UFLA, 1995. 89 p.

FEHR, W. R. **Principles of cultivar development**. New York: MacMillan, 1987. 525 p.

GARCIA, C. H. **Tabelas para classificação do coeficiente de variação**. Piracicaba: IPEF, 1989. 12 p. (IPEF. Circular Técnica, 171).

INPRISE CORPORATION. **Borland DELPHI Enterprise**. Version 5. 0. 1999. 1 CD-ROM.

OLIVEIRA, A. C. de. **Informação**. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por magnoapr@ufla em 27 de maio 2002.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. de. **A experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2000. 326 p.

RODRIGUEZ, R. E. S.; RANGEL, P. H. N.; MORAIS, O. P. Estimativas de parâmetros genéticos e de respostas à seleção na população de arroz irrigado CNA 1. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 5, p. 685-691, maio 1998.

SILVA, F. B.; BRUZI, A. T.; RAMALHO, M. A. P. Precisão experimental na avaliação de cultivares de feijão. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa-MG. **Resumos expandidos...** Viçosa: UFV; DFT, 2002. 842 p.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H.; DICKEY, D. A. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. New York: McGraw-Hill, 1997. 666 p.

CAPÍTULO 4

EFEITO DA INTERAÇÃO NÃO-ALÉLICA NA EFICIÊNCIA DO INTERCRUZAMENTO DE PLANTAS DA GERAÇÃO F₂

RESUMO

GURGEL, Fábio de Lima. Efeito da interação não-alélica na eficiência do intercruzamento de plantas da geração F_2 . In: _____. **Simulação computacional no melhoramento genético**. 2004. 174 p. Tese - (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

Realizou-se este trabalho com o intuito de verificar o efeito da interação não-alélica a partir do intercruzamento de plantas F_2 na média e na variância populacional, considerando genes ligados com diferentes freqüências de recombinação. Consideraram-se dois genes A e B com freqüência de recombinação (fr) variando de 0,00 a 0,50 em atração ou repulsão. A freqüência do gameta em atração (AB ou ab) foi u e a de repulsão (Ab ou aB) foi v de modo que $u = \frac{1}{2}.fr$ e $v = \frac{1}{2}.(1-fr)$ quando a geração F_1 continha gametas em repulsão e $u = \frac{1}{2}.(1-fr)$ e $v = \frac{1}{2}.fr$ quando estava em atração. Em todos os casos a interação alélica foi de dominância completa e utilizaram-se os tipos de interação não-alélica: genes duplicados (15 A-B- ou A-bb ou aaB-:1 aabb), genes complementares (9 A-B-: 7 A-bb ou aaB- ou aabb), epistasia dominante (12 A-B- ou A-bb: 3 aaB-:1 aabb) e epistasia recessiva (9 A-B-: 3 A-bb: 4 aaB- ou aabb). Os valores genotípicos para cada genótipo na geração F_2 foram calculados, bem como as médias para cada genótipo nas gerações F_2 e F_∞ . Em seguida, obtiveram-se as variâncias de cada genótipo na geração F_2 e F_∞ . Neste estudo o interesse era no genótipo AABB para o qual foram calculadas as freqüências relativas nas gerações F_2 e F_∞ , considerando um determinado valor da freqüência de recombinação (fr), com e sem intercruzamento e em atração ou repulsão. Para a avaliação da eficiência da realização de intercruzamentos foi desenvolvida uma interface de um aplicativo computacional, implementada no ambiente de programação Delphi. Consideraram-se diferentes valores de freqüência de recombinação (fr), que variaram de 0,00 a 0,50, em intervalos de 0,05, totalizando 11 configurações para cada proporção genotípica selecionada. No total foram avaliadas 55 configurações diferentes. Para cada configuração foram computados os valores da média e variância nas gerações F_2 e F_∞ . Além disso, as freqüências relativas do genótipo AABB nestas mesmas situações também foram obtidas. Com os valores das médias e das variâncias em todas as situações foram calculadas as alterações percentuais das situações sem intercruzamento para com intercruzamento, em cada freqüência de recombinação. Estas alterações percentuais também foram calculadas para as freqüências relativas do genótipo AABB. Concluiu-se que a realização de

¹ Orientador: Prof. Daniel Furtado Ferreira - UFLA

intercruzamentos de plantas na geração F_2 e F_∞ não permite prever se a frequência de indivíduos com os alelos favoráveis em homozigose irá aumentar caso haja epistasia. Os valores da média e a da variância populacional, considerando genes ligados com diferentes frequências de recombinação e alguns tipos de interação não-alélica apresentaram valores bem distintos para cada caso, dificultando ainda mais qualquer tipo de previsão, uma vez que só foram considerados dois genes.

ABSTRACT

GURGEL, Fábio de Lima. Effect of non-allelic interaction on the efficiency of F_2 plants intercrossing. In: _____. **Computing Simulation in Plant Breeding**. 2004. 172 p. Thesis - (Doctorate in Agronomy - Genetic and Plant Breeding) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.²

This work was done aiming to verify the effect of non-allelic interaction on the population mean and variance from F_2 plants intercrossings, considering linked genes linked with different recombination frequencies. Two genes A and B were considered, with recombination frequency (fr) varying from 0.00 to 0.50 in coupling or repulsion. Gametes frequency in coupling (AB or ab) was u and in repulsion (Ab or aB) was v so that $u = \frac{1}{2}.fr$ and $v = \frac{1}{2}.(1-fr)$ when the F_1 generation was in repulsion, and $u = \frac{1}{2}.(1-fr)$ and $v = \frac{1}{2}.fr$ when it was in coupling. In all cases the allelic interaction was of complete dominance and the types of non-allelic interaction were: duplicated genes (15 A-B- or A-bb or aaB-:1 aabb), complementary genes (9 A-B-: 7 A-bb or aaB- or aabb) dominant epistasis (12 A-B- or A-bb: 3 aaB-:1 aabb) and recessive epistasis (9 A-B-: 3 A-bb: 4 aaB- or aabb). The genotypic values for each genotype in F_2 generation were estimated, as well as the average for each genotype in generations F_2 and F_∞ . In this study the interest was in the genotype AABB to which the relative frequencies in the generations F_2 and F_∞ were estimated, considering a chosen value for the recombination frequency (fr), with and without plants intercrossings and in coupling or repulsion. To evaluate the efficiency of plants intercrossing, it was developed an interface settled in Delphi's environment. Different recombination frequencies were considered varying from 0.00 to 0.50 in 0.05 intervals totalizing 11 configurations to each selected genotypic proportion. In total, 55 different configurations were evaluated. For each configuration the values of the average and variance in generations F_2 and F_∞ were computed. Besides, the relative frequencies of the AABB genotype in these same situations were obtained. Having the averages and the variances for all situations, the percent changes without plants intercrossing to plant intercrossing were estimated for each recombination frequency. These percent changes were also estimated for the relative frequencies of the genotype AABB. As a conclusion, the intercrossing of plants in favorable generations F_2 and F_∞ is not able to predict if the frequency of individuals with the favorable alleles in homozygous will increase in case of epistasis. The population average and

² Guidance Professor: Daniel Furtado Ferreira - UFLA

variance, considering linked genes with different recombination frequencies and some kinds of non-allelic interaction showed quite distinct values for each case, raising more difficulties to any kind of prediction, since only two genes were considered.

1 INTRODUÇÃO

O progresso genético obtido no melhoramento de várias espécies autógamias é freqüentemente evidenciado. Com a demanda crescente de alimentos é necessário que progressos adicionais sejam obtidos em períodos mais curtos do que aqueles ocorridos no passado. Por essa razão os melhoristas devem procurar alternativas visando à melhoria da eficiência do processo seletivo.

Entre as alternativas que podem ser pesquisadas visando atingir esse objetivo está o inter cruzamento de plantas da geração F_2 . As vantagens e desvantagens de se promover o inter cruzamento vêm sendo pesquisadas há algum tempo (Hanson, 1959; Meredith & Bridge, 1971; Pederson, 1974; Fujimaki, 1979; Altman & Busch, 1984; Guimarães & Fehr, 1989; Marin-Garavito, 1994; Cordeiro, 2001), porém, os resultados não foram conclusivos.

Utilizando simulação, Hanson (1959) mostrou que seria aconselhável a realização de três a quatro ciclos de inter cruzamentos para liberar toda a variabilidade genética existente nos genitores, antes de iniciar a autofecundação em programas de melhoramento de plantas autógamias.

Mais tarde, Pederson (1974), também por meio de simulação, verificou que o inter cruzamento anterior à seleção nem sempre é vantajoso em termos de liberação de variabilidade genética dos pais. Ele utilizou locos ligados em associação e repulsão, os quais estavam distribuídos em segmentos de cromossomos de tamanho variável. Observou que somente quando os genes estavam em repulsão as quebras dos blocos de ligação promoviam aumento na variância genética e na freqüência relativa de indivíduos com o genótipo desejado. Nas demais condições, o resultado foi o contrário, ou seja, a

freqüência dos indivíduos de interesse reduziu. Resultado semelhante a esse último foi constatado por Bos (1977).

Posteriormente, foram conduzidos alguns experimentos a campo, com algumas espécies cultivadas, tais como algodão (Meredith & Bridge, 1971), trigo (Altman & Busch, 1984), soja (Guimarães & Fehr, 1989) e arroz (Marin-Garavito, 1994; Cordeiro, 2001).

De modo geral, os resultados obtidos evidenciaram que o inter cruzamento não era favorável. Contudo em alguns casos observou-se aumento na variância genética (Pederson, 1974; Bajaj et al., 1990) e outros casos na média (Cordeiro, 2001) após o inter cruzamento.

Um dos argumentos para esses resultados contraditórios seria a presença de genes ligados e com epistasia. Como até então, o efeito da epistasia não tinha sido incluído nos modelos, foi realizado o presente trabalho, com o intuito de verificar o efeito da interação não-alélica a partir do inter cruzamento de plantas F_2 na média e na variância populacional, considerando genes ligados com diferentes freqüências de recombinação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização da análise considerou-se uma situação semelhante à utilizada por Bos (1977), ou seja, dois genes A e B com frequência de recombinação r variando de 0,00 a 0,50 em atração ou repulsão. A frequência do gameta em atração (AB ou ab) foi u e a de repulsão (Ab ou aB) foi v , de modo que $u = \frac{1}{2}.r$ e $v = \frac{1}{2}.(1-r)$ quando a geração F_1 continha gametas em repulsão e $u = \frac{1}{2}.(1-r)$ e $v = \frac{1}{2}.r$ quando estava em atração. As frequências dos diferentes genótipos na geração F_2 antes e após o inter cruzamento, considerando atração e repulsão dos gametas, são apresentadas na Tabela 4.1.

TABELA 4.1 Expressões que possibilitam estimar as frequências genotípicas (fg), com diferentes taxas de recombinação (fr), com e sem inter cruzamento na geração F_2 , em repulsão e em atração, considerando dois genes, A e B. Adaptado de Bos (1977).

Genótipo	Sem inter cruzamento		Com inter cruzamento	
	Repulsão ^{1/}	Atração	Repulsão ^{2/}	Atração
AABB	u^2	v^2	u'^2	v'^2
AABb	$2uv$	$2vu$	$2u'v'$	$2v'u'$
Aabb	v^2	u^2	v'^2	u'^2
AaBB	$2uv$	$2vu$	$2u'v'$	$2v'u'$
AbaB	$2v^2$	$2u^2$	$2v'^2$	$2u'^2$
ABab	$2u^2$	$2v^2$	$2u'^2$	$2v'^2$
Aabb	$2uv$	$2vu$	$2u'v'$	$2v'u'$
aaBB	v^2	u^2	v'^2	u'^2
aaBb	$2uv$	$2vu$	$2u'v'$	$2v'u'$
aabb	u^2	v^2	u'^2	v'^2

^{1/} $u = \frac{1}{2} fr$ e $v = \frac{1}{2} (1-fr)$

^{2/} $u' = \frac{1}{2} fr'$, $v' = \frac{1}{2} (1 - fr')$ e $\frac{1}{2} fr' = \frac{3}{4} fr - \frac{1}{2} fr'^2$

Em todos os casos, a interação alélica foi de dominância completa e utilizaram-se os tipos de interação não-alélica relacionadas na Tabela 4.2, sendo que α_A e α_B correspondem aos efeitos médios (ou efeitos aditivos) para os alelos **A** e **B**, respectivamente; $-\alpha_A$ e $-\alpha_B$ correspondem aos efeitos médios (ou efeitos aditivos) para os alelos **a** e **b**, respectivamente, e δ_A e δ_B correspondem aos desvios de dominância para os locos **A** e **B**, respectivamente. As proporções fenotípicas e os valores genotípicos das interações epistáticas estão apresentados na Tabela 4.2.

Os valores genotípicos para cada genótipo na geração F_2 foram calculados de acordo com as expressões apresentadas na Tabela 4.3. A média populacional **m** foi definida como 40.

TABELA 4.2 Proporções fenotípicas e interações para cada caso estudado. Adaptado de Mather & Jinks (1982).

Caso	Proporção fenotípica	Interação ^{II}
Ausência de Epistasia	9 A-B-:3 A-bb:3 aaB -:1 aabb	$\alpha_A = \alpha_B = \delta_A = \delta_B = 10$ $i_{AB} = j_{AB} = j_{BA} = l_{AB} = 0$
Genes Complementares	9 A-B-: 7 A-bb ou aaB- ou aabb	$\alpha_A = \alpha_B = \delta_A = \delta_B = i_{AB} = j_{AB} = j_{BA} = l_{AB} = 10$
Genes Duplicados	15 A-B- ou A-bb ou aaB-:1 aabb	$\alpha_A = \alpha_B = \delta_A = \delta_B = 10$ $-i_{AB} = -j_{AB} = -j_{BA} = -l_{AB} = -10$
Epistasia Recessiva	9 A-B-: 3 A-bb: 4 aaB- ou aabb	$\alpha_A \neq \alpha_B$ $\alpha_A = \delta_A = i_{AB} = j_{AB} = l_{AB} = 10$ $\alpha_B = \delta_B = 20$
Epistasia Dominante	12 A-B- ou A-bb: 3 aaB-:1 aabb	$\alpha_A \neq \alpha_B$ $\alpha_A = \delta_A = 10$ $-i_{AB} = -j_{AB} = -l_{AB} = -10$ $\alpha_B = \delta_B = 20$

^{II} α_A : valor genotípico do homozigoto no gene A; α_B : valor genotípico do homozigoto no gene B; δ_A : valor genotípico do heterozigoto no gene A; δ_B : valor genotípico do heterozigoto no gene B; i_{AB} : valor genotípico da interação dos homozigotos nos genes A e B; j_{AB} : valor genotípico da interação do homozigoto no gene A e o heterozigoto do gene B; j_{BA} : valor genotípico da interação do homozigoto no gene B e o heterozigoto do gene A; l_{AB} : valor genotípico da interação dos heterozigotos nos genes A e B.

As médias das gerações F_2 e F_∞ foram calculadas por meio da seguinte expressão:

$$m_{F_i} = \sum_{j=1}^g f_j \cdot vg_j \quad (I)$$

em que:

m_{F_i} : média da geração F_i ;

i : 2 ou ∞ ;

f_j : frequência do j -ésimo genótipo ($j = 1, \dots, g$);

vg_j : valor genotípico do j -ésimo genótipo.

TABELA 4.3 Valores genotípicos para cada genótipo.

J	Genótipo	Valores genotípicos ^{II} (vg_j)
1	AABB	$m + \alpha_A + \alpha_B + i_{AB}$
2	AABb	$m + \alpha_A + \delta_B + j_{AB}$
3	AAbb	$m + \alpha_A - \alpha_B - i_{AB}$
4	AaBB	$m + \delta_A + \alpha_B + j_{BA}$
5	AbaB	$m + \delta_A + \delta_B + j_{BA}$
6	Abab	$m + \delta_A + \delta_B + l_{AB}$
7	Aabb	$m + \delta_A - \alpha_B - j_{BA}$
8	aaBB	$m - \alpha_A + \alpha_B - i_{AB}$
9	aaBb	$m - \alpha_A + \delta_B - j_{AB}$
10	aabb	$m - \alpha_A - \alpha_B + i_{AB}$

^{II} $m = 40$; α_A : valor genotípico do homocigoto no gene A; α_B : valor genotípico do homocigoto no gene B; δ_A : valor genotípico do heterocigoto no gene A; δ_B : valor genotípico do heterocigoto no gene B; i_{AB} : valor genotípico da interação dos homocigotos nos genes A e B; j_{AB} : valor genotípico da interação do homocigoto no gene A e o heterocigoto do gene B; j_{BA} : valor genotípico da interação do homocigoto no gene B e o heterocigoto do gene A; l_{AB} : valor genotípico da interação dos heterocigotos nos genes A e B.

Em seguida, foram obtidas as variâncias das gerações F_2 e F_∞ por meio da expressão:

$$V_{F_i} = \sum_{j=1}^g f_j \cdot (vg_j - m_{F_i})^2 \text{ (II)}$$

em que:

V_{F_i} : variância da geração F_i ;

m_{F_i} : média;

i : 2 ou ∞ ;

f_j : frequência do j -ésimo genótipo;

vg_j : valor genotípico do j -ésimo genótipo.

Quando se realiza um cruzamento, deseja-se que um indivíduo possua todos os alelos favoráveis em homozigose. Neste estudo, o interesse era focado no genótipo AABB, para o qual foram calculadas as frequências relativas nas gerações F_2 e F_∞ , considerando um determinado valor da frequência de recombinação (fr), com e sem intercruzamento e em atração ou repulsão (Tabela 4.1).

Para a avaliação da eficiência da realização de intercruzamentos foi desenvolvida uma interface de um aplicativo computacional implementada no ambiente de programação Delphi (Inprise Corporation, 1999).

Foram considerados diferentes valores de frequência de recombinação (fr), que variou de 0,00 a 0,50 em intervalos de 0,05, totalizando 11 configurações para cada proporção genotípica selecionada. No total, foram avaliadas 55 configurações diferentes.

Para cada configuração foram computados os valores da média e variância nas gerações F_2 e F_∞ , em função da frequência de recombinação (fr), com e sem intercruzamento, em atração e repulsão. Além disso, as frequências relativas do genótipo AABB nestas mesmas situações também foram obtidas.

Com os valores das médias e das variâncias, com e sem intercruzamento, tanto em atração e repulsão, foram calculadas as alterações percentuais das situações sem intercruzamento para com intercruzamento, em cada frequência de recombinação. Estas alterações percentuais também foram calculadas para as frequências relativas do genótipo AABB.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

É frequentemente questionado se é vantajoso inter cruzar as plantas F_2 para ampliar a variabilidade gerada no cruzamento. Esse é um ponto controverso que há muito tempo desperta a atenção dos pesquisadores (Ramalho, 2003). Por meio de estudos teóricos, Hanson (1959) avaliou o número de inter cruzamentos e a redução no tamanho dos blocos de ligação. Concluiu que seria vantajoso pelo menos um ou preferencialmente três a quatro inter cruzamentos antes do início da condução da população segregante. Por outro lado, Pederson (1974) e Bos (1977), também por meio de simulação, mostraram que o inter cruzamento nem sempre é vantajoso em termos de liberação da variabilidade genética.

Os valores das médias na geração F_2 para os modelos epistasia recessiva, epistasia dominante, genes duplicados e genes complementares estão apresentados nas Tabelas 1C a 4C e nas Tabelas 5C a 8C para a geração F_∞ . As alterações percentuais da média destes modelos nas gerações F_2 e F_∞ são apresentadas nas Figuras 4.1 e 4.2, respectivamente.

Verificou-se, nos quatro modelos estudados, que as alterações percentuais são ora positivas, ora negativas. Quando esta é positiva na fase de atração será negativa na fase de repulsão. Contudo, nota-se que esta alteração será negativa quando as médias para um determinado modelo aumentam, à medida que os genes apresentem uma ligação mais estreita, seja em atração ou em repulsão. Da mesma forma para as alterações percentuais positivas, ou seja, estão ocorrerão com a diminuição das médias ao se reduzir o valor de r , nas duas fases de ligação.

Dessa maneira, torna-se impraticável sugerir a realização de inter cruzamentos de plantas na geração F_2 , no intuito de aumentar o valor médio

na população que está sendo melhorada. Estas afirmações podem ser verificadas para a geração F_2 nas Tabelas 1C a 4C. Para os modelos epistasia recessiva e genes complementares ocorre um aumento na média à medida que os genes apresentavam uma ligação mais estreita em atração, na geração F_2 (Tabelas 1C e 4C). Este aumento na média foi observado nos modelos epistasia dominante e genes duplicados quando os genes estavam ligados em repulsão (Tabelas 2C e 3C). Nestes quatro casos, a alteração percentual foi negativa, reduzindo a variabilidade genética na população.

Na geração F_2 , a alteração percentual nas médias foi superior quando os genes estão ligados em atração (Figura 4.1). A maior alteração percentual na média foi encontrada a uma frequência de recombinação (fr) de 0,20, tanto no sentido de reduzir como no de aumentar a média. Para os modelos epistasia recessiva (-1,52%) e genes complementares (-1,60%) houve uma redução enquanto que nos modelos epistasia dominante (1,89%) e genes duplicados (2,11%) houve um aumento na média, com a realização do intercruzamento na geração F_2 .

Quando os genes estavam ligados em repulsão, a maior alteração percentual na média foi constatada a uma frequência de recombinação de 0,30 para os modelos epistasia recessiva (0,72%) e genes complementares (0,79%) no sentido de aumentar a média, e um $fr = 0,35$ para os modelos epistasia dominante (-0,75%) e genes duplicados (-0,83%) no sentido de reduzi-la.

Nas Tabelas 5C a 8C se confirmam, para a geração F_∞ , as observações feitas a partir das Tabelas 1C a 4C para a geração F_2 , com relação ao aumento das médias, bem como das frequências de recombinação em que foram constatadas as maiores alterações percentuais.

Na geração F_∞ (Figura 4.2), os modelos epistasia recessiva e genes complementares apresentaram maiores alterações percentuais nas médias quando os genes estavam ligados em repulsão, e o máximo foi obtido a uma

freqüência de recombinação de 0,20. Para os outros dois modelos estudados (epistasia dominante e genes duplicados), quando os genes estavam ligados em atração é que se constatou uma maior alteração percentual. Também nestes dois casos a alteração percentual máxima ocorreu para o valor da freqüência de recombinação fr igual a 0,20 (2,41%).

Trabalhando com a cultura do arroz, Cordeiro (2001) questionou a razão pela qual o inter cruzamento contribuiria para o incremento na média do caráter produtividade de grãos. Considerando o mesmo conjunto gênico e a ausência de seleção, não são esperadas alterações nas freqüências alélicas, sendo o fator responsável considerado como possivelmente a ocorrência de novas combinações genotípicas. Isso poderia acarretar aumento na expressão fenotípica do caráter se no controle genético do mesmo estivessem, por exemplo, envolvidas interações epistáticas. Não há muitas informações a esse respeito com a cultura do arroz, mas as informações disponíveis apontam que há predominância do efeito aditivo (Morais, 1992). Se esta afirmação é verdadeira, não é possível explicar o aumento na produtividade média devido, apenas, ao inter cruzamento.

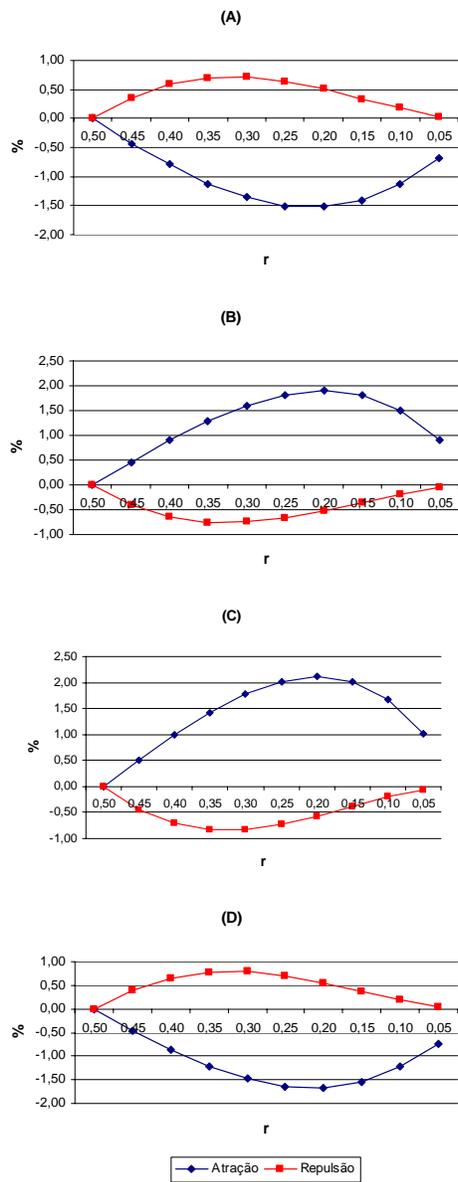


FIGURA 4.1 Alterações percentuais da média nos modelos (A) epistasia recessiva, (B) epistasia dominante, (C) genes duplicados, (D) genes complementares na geração F_2 em atração e repulsão.

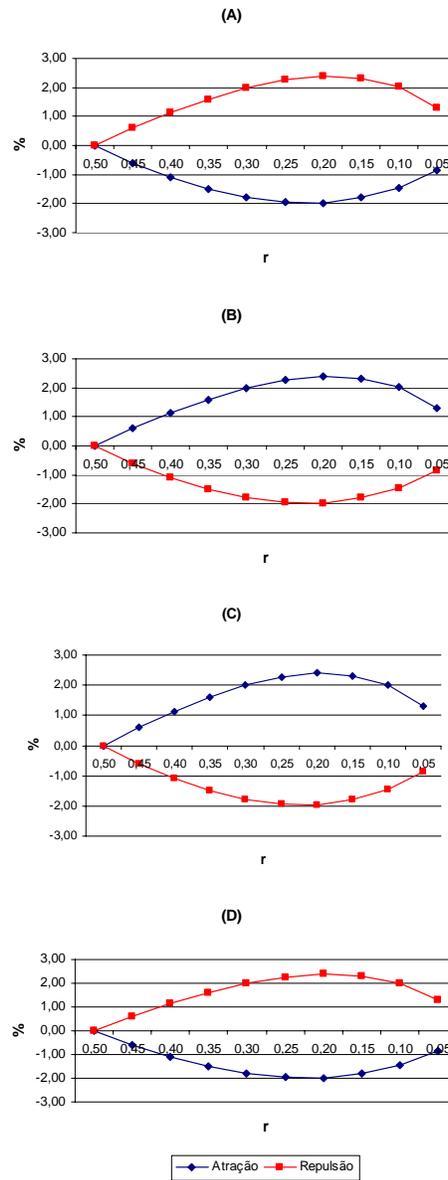


FIGURA 4.2 Alterações percentuais da média nos modelos (A) epistasia recessiva, (B) epistasia dominante, (C) genes duplicados, (D) genes complementares na geração F_{∞} em atração e repulsão.

Os valores das variâncias na geração F_2 para os modelos sem epistasia, epistasia recessiva, epistasia dominante, genes duplicados e genes complementares estão apresentados nas Tabelas 9C a 13C e, na geração F_∞ , nas Tabelas 14C a 18C, respectivamente.

Da mesma forma que ocorreu para os valores das médias apresentados nas tabelas anteriores, não se pode prever a eficiência do inter cruzamento, pois as variâncias e suas alterações percentuais aumentam ou diminuem a variabilidade genética da população, considerando as fases de recombinação e valores de r diferentes.

Nas Figuras 4.3 e 4.4, são apresentadas respectivamente, as alterações percentuais da variância nos modelos nas gerações F_2 e F_∞ . Nas duas gerações estudadas verificam-se diferenças nas alterações percentuais entre os modelos estudados.

Considerando a geração F_2 (Figura 4.3), as maiores alterações percentuais da variância foram observadas na fase de repulsão para os modelos sem epistasia (6,71%) quando $fr = 0,30$, epistasia dominante (20,32%) quando $r = 0,25$ e genes duplicados (110,00%) quando $fr = 0,05$ no sentido de ampliar a variabilidade genética existente. Para o modelo epistasia recessiva este aumento ocorreu na fase de atração e sua maior alteração percentual (0,56%) quando $r = 0,10$, da mesma forma que para genes complementares (3,38%), $fr = 0,15$.

Já na geração F_∞ (Figura 4.4), foram observadas as maiores alterações percentuais na fase de repulsão, para todos os modelos estudados. No modelo sem epistasia esta foi de 22,55%, para os modelos epistasia recessiva e epistasia dominante foi de 12,15%, para genes duplicados e genes complementares foi de 21,19% quando $fr = 0,05$, no sentido de ampliar a variabilidade existente na população.

Os valores das frequências relativas do genótipo AABB nas gerações F_2 e F_∞ , são descritos nas Tabelas 19C a 20C, respectivamente. As alterações

percentuais nestas frequências são apresentadas na Figura 4.5. Observa-se que tanto na geração F_2 quanto na geração F_∞ , as maiores alterações percentuais das frequências relativas para o genótipo desejado ocorrem quando os genes estão ligados em repulsão, no sentido de ampliar a variabilidade existente na população que está sendo melhorada. A maior alteração ocorreu quando $fr = 0,05$ tanto para a geração F_2 (52,44%) quanto para a F_∞ (18,37%).

Na fase de atração, em ambas as gerações, as alterações atuam no sentido de reduzir esta variabilidade. Os maiores valores foram de -16,41% a um $fr = 0,30$ para a geração F_2 e de -6,25% a um $fr = 0,25$ para a geração F_∞ .

As alterações percentuais das variâncias em todos os modelos estudados nas gerações F_2 (Figura 4.3) e F_∞ (Figura 4.4) são bastante diferentes entre si, pois ocorrem ora no sentido de diminuir e ora no sentido de aumentar as médias e variâncias. Não há garantias de um aumento na frequência de indivíduos com os alelos favoráveis em homozigose (AABB).

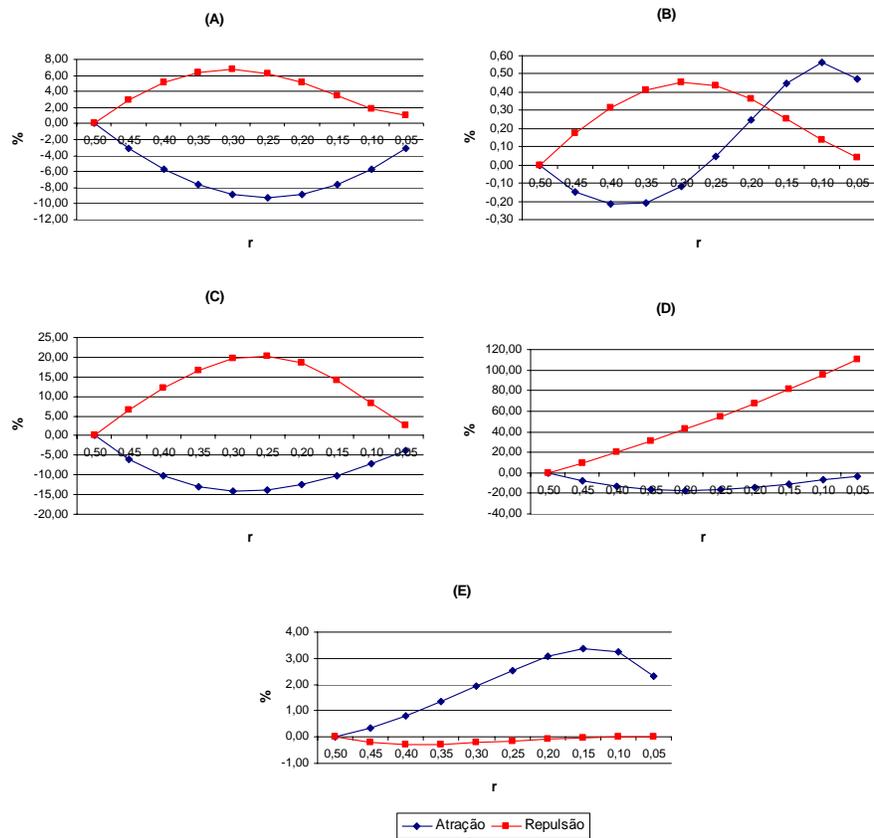


FIGURA 4.3 Alterações percentuais da variância nos modelos (A) sem epistasia, (B) epistasia recessiva, (C) epistasia dominante, (D) genes duplicados, (E) genes complementares na geração F_2 em atração e repulsão.

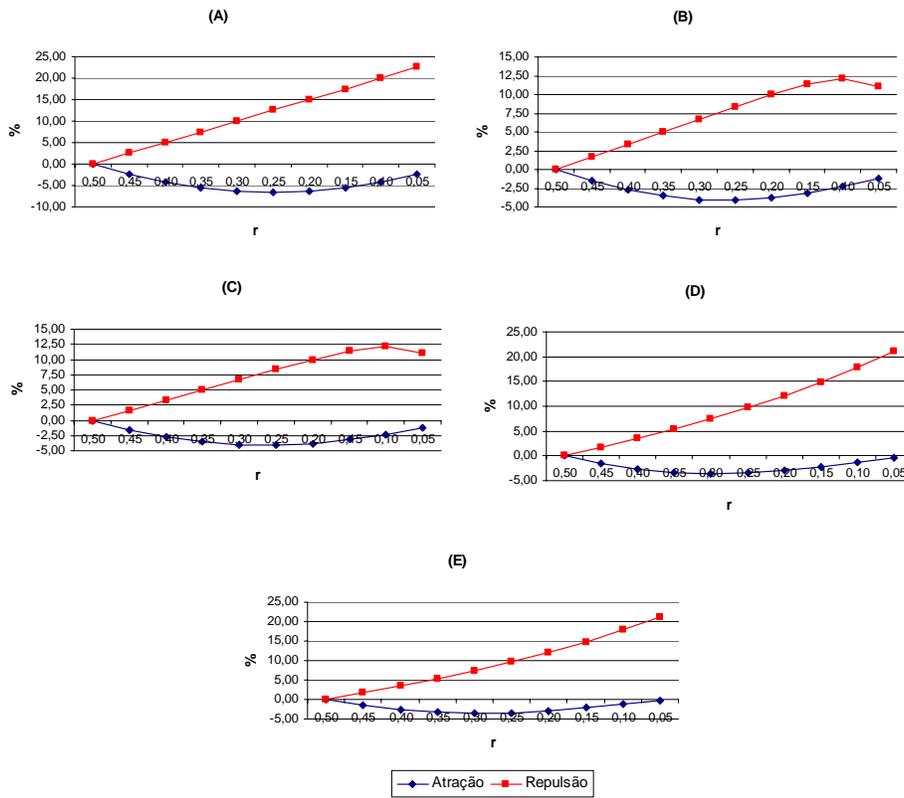


FIGURA 4.4 Alterações percentuais da variância nos modelos (A) sem epistasia, (B) epistasia recessiva, (C) epistasia dominante, (D) genes duplicados, (E) genes complementares na geração F_{∞} em atração e repulsão.

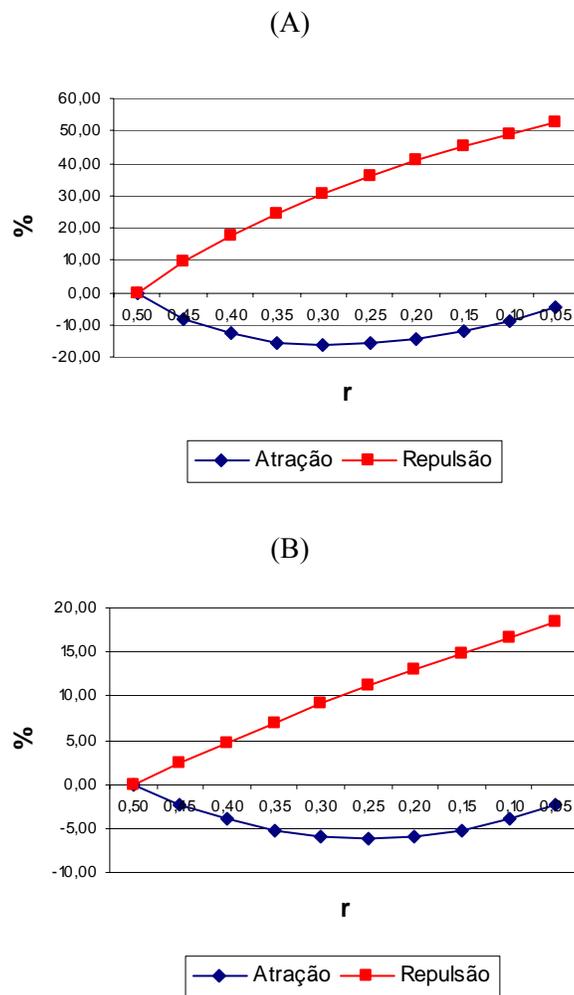


FIGURA 4.5 Alterações percentuais nas freqüências relativas do genótipo ABB nas gerações (A) F₂ e (B) F_∞ em atração e repulsão.

De acordo com Stuber (1980), dois fatores influenciam a estrutura genética de uma população básica, sendo (a) os genótipos usados como pais, que estabelecem o limite de alelos favoráveis possíveis, e (b) o inter cruzamento, que na população base produz as combinações genéticas que serão amostradas para teste de seleção. Ocorrendo a distribuição independente nesta população base, a frequência de genótipos com alelos favoráveis não iria mudar e, portanto, caso houvesse alguma variação, esta seria devida ao acaso.

O inter cruzamento entre plantas corresponde à última etapa do processo de seleção recorrente. Para que haja sucesso, os alelos favoráveis devem estar presentes na população original, para que as suas frequências sejam aumentadas. Uma dentre várias alternativas propostas pelos autores, para aumentar a chance de se obter linhagens com um maior número de alelos favoráveis, é o inter cruzamento de plantas da geração F_2 .

Este trabalho corrobora com os resultados encontrados na literatura, que relatam não haver vantagens na realização de inter cruzamentos entre plantas F_2 na população base, antes dos processos de autofecundação e avaliação, em programas de seleção recorrente (Bos, 1977).

As interações epistáticas sugeridas por Cordeiro (2001) não promoveram, de modo geral, um maior incremento nas médias com a realização do inter cruzamento, o que não oferece garantias de um aumento na frequência de indivíduos com os alelos favoráveis em homozigose. Deve-se, porém, observar que neste estudo foram considerados apenas dois genes, e, como os caracteres de importância econômica são de natureza quantitativa, ou seja, envolvem mais de dois genes, seria interessante considerar um estudo mais amplo e aprofundado destas interações epistáticas nestas condições. As razões para tal sugestão são enumeradas: a) as interações epistáticas são possivelmente diferentes para cada par de genes, b) muitos pares de genes podem ser obtidos, mesmo com um número reduzido de locos, c) a expressão genotípica final é

resultante dos efeitos genéticos individuais de cada loco, dos efeitos epistáticos de todos os pares de locos, do modelo de ligação (repulsão e atração), o qual pode ser diferente para cada par, das frequências gênicas e da distância de ligação. Assim, para simples modelos como esse não se conseguiu claramente deduzir uma forma geral para o modelo do efeito do inter cruzamento em função das diferentes situações consideradas. Inferiu-se, assim, que o efeito geral do cruzamento não pode ser predito a priori, pois não se conhece o número de genes envolvidos no controle da característica, as fases de ligação, a distância de ligação entre os genes e o modelo ou modelos de interação epistáticas que estão atuando.

Aguiar (2003) discute que, em função do tempo despendido no inter cruzamento, isto é, uma safra por inter cruzamento na cultura do feijão, é questionável se esse tempo adicional gasto é mais vantajoso do que a avaliação mais extensiva das famílias em uma ou mais safras adicionais.

Guimarães & Fehr (1989) mostraram que foi mais vantajoso avaliar as famílias em duas safras, recombinando uma vez apenas, do que proceder dois inter cruzamentos e avaliar em apenas uma safra. O mesmo comentário foi emitido para outras espécies, como arroz (Marin-Garavito, 1994; Cabezas-Santacruz, 1995; Ospina et al, 1997), milho (Lima Neto, 1998), trigo (Altman & Busch, 1984) e algodão (Meredith & Brigde, 1971). Nestes trabalhos, o inter cruzamento adicional não contribuiu para o incremento nas médias nem nas variâncias genéticas.

Assim, em função do tempo e recursos despendidos, este estudo não recomenda a realização de inter cruzamentos entre plantas da geração F_2 , uma vez que não é possível quantificar a frequência de indivíduos com os alelos favoráveis em homozigose, sob a hipótese de epistasia válida.

4 CONCLUSÕES

A realização de intercruzamentos de plantas na geração F_2 e F_∞ não permite prever se a frequência de indivíduos com os alelos favoráveis em homozigose irá aumentar, caso haja epistasia.

Os valores da média e a da variância populacional, considerando genes ligados com diferentes frequências de recombinação e alguns tipos de interação não-alélica, apresentaram valores bem distintos para cada caso, dificultando qualquer tipo de predição para um sistema mais complexo envolvendo mais de dois genes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, M. S. de. **Implicações do número de inter cruzamentos nas propriedades genéticas de uma população segregante de feijoeiro.** Lavras: UFLA, 2003. 53 p.

ALTMAN, D. W.; BUSCH, R. W. Random intermating before selection in spring wheat. **Crop Science**, Madison, v. 24, n. 6, p. 1085-1089, Nov./Dec. 1984.

BAJAJ, R. K.; BAINS, K. S.; CHAHAL, G. S.; KHBHRA, A. S. Effect of intermating and selection in barley. **Crop Improvement**, Ludhiana, v. 17, n. 1, p. 54-58, 1990.

BOS, I. More arguments against intermating F_2 plants of a self-fertilizing crop. **Euphytica**, Wageningen, v. 26, n. 1, p. 33-46, Feb. 1977.

CAVEZAS-SANTA CRUZ, J. D. **Análisis de la variabilidad genética entre líneas de arroz (*Oryza sativa* L.) derivadas de la población CNA – IRAT 2, em diferentes ciclos de recombinación.** Palmira: Universidad Nacional de Colombia, 1995. 63 p. (Monografía de Graduação) – Facultad de Ciências Agropecuárias de Palmira, Palmeira.

CORDEIRO, A. A. C. **Número de inter cruzamentos na eficiência da seleção recorrente na cultura do arroz.** 2001. 149 p. Tese (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics.** Malaysia: Longman, 1996. 463 p.

FUJIMAKI, H. Recurrent selection by using genetic male sterility for rice improvement. **Journal Agricultural Research Quarterly**, Tsukuba, v. 13, n. 3, p. 153-156, Oct. 1979.

GUIMARÃES, E. P.; FEHR, W. R. Alternatives strategies of recurrent selection for seed yield of soybean. **Euphytica**, Wageningen, v. 40, n. 1/2, p. 111-119, Jan. 1989.

HANSON, W. D. The breakup of initial linkage blocks under selected mating systems. **Genetics**, Baltimore, v. 44, n. 5, p. 857-868, 1959.

INPRISE CORPORATION. **Borland DELPHI Enterprise**. Version 5. 0. 1999. 1 CD-ROM.

LIMA NETO, F. P. **Efeito de uma geração adicional de recombinação sobre a resposta à seleção recorrente em milho (*Zea Mays L.*)** 1998. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

MARIN-GARAVITO, J. M. **Efecto do numero de ciclos de recombinación en la variabilidad de poblaciones de arroz (*Oryza sativa L.*)**. Palmira: Universidad Nacional de Colombia, 1994. 50 p. (Monografía de Graduação – Facultad de Ciências Agropecuárias de Palmira).

MATHER, K.; JINKS, J. L. **Biometrical Genetics. The study of continuous variation**. London: Chapman and Hall, 1982. 396 p.

MEREDITH JR., W. R.; BRIGDE, R. R. Breakup of linkage blocks in cotton, *Gossypium hirsutum L.* **Crop Science**, Madison, v. 11, n. 5, p. 695-698, Sept./Oct. 1971.

MORAIS, O. P. **Análise multivariada da divergência genética dos progenitores, índices de seleção e seleção combinada numa população de arroz oriunda de inter cruzamentos, usando macho-esterelidade**. 1992. 251 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

OSPINA, Y.; BORRERO, J.; GUIMARÃES, E. P.; CHATEL, M. Ciclos de inter cruzamiento y variabilidad genética em poblaciones de arroz. In: GUIMARÃES E. P. (Ed.). **Selección recorrente en arroz**. Cali: CIAT, 1997.

PEDERSON, D. G. Arguments against inter mating before selection in self-fertilizing species. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 45, n. 4, p. 157-162, 1974.

RAMALHO, M. A. P. **Melhoramento de plantas autó gamas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2003. 66 p.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. de F. B.; SANTOS, J. B. dos.
Melhoramento de espécies autógamas. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.;
MELO, I. S. de; VALADARES-INGLIS, M. C. (Ed.). **Recursos genéticos e
melhoramento: plantas**. Rondonópolis: Fundação MT. 2001. p. 201-230.

STUBER, C. W. Mating designs, field nursery layouts, and breeding records. In:
FEHR, W. R.; HADLEY, H. H. (Ed.). **Hybridization of crop plants**. Madison:
ASA/CSSA, 1980. p. 83-104.

CONCLUSÕES GERAIS

A utilização da simulação computacional no melhoramento genético de plantas é bastante útil, como foi comprovado por meio dos estudos realizados nesta tese.

Por meio desta ferramenta concluiu-se que na determinação do número ideal de famílias a serem avaliadas no processo seletivo em autógamias a herdabilidade deve ser considerada, pois, quanto maior o seu valor para uma determinada variável resposta, menor será o número de famílias avaliadas.

Também se verificou que o coeficiente de variação não é um bom estimador para ser usado na discriminação e descarte de experimentos cuja finalidade seja a recomendação de cultivares, devendo ser substituído pela repetibilidade.

E, por fim, não foi possível prever se a realização de inter cruzamentos aumenta a frequência de indivíduos com alelos favoráveis em homozigose, havendo epistasia e considerando apenas dois genes.

ANEXOS

ANEXO A		Página
TABELA 1A	Média, variância (σ_g^2), valor mínimo (MIN) e valor máximo (MAX) de locos com alelos favoráveis em função dos valores de herdabilidade para uma população de 25 linhagens na geração infinito para 20, 40, 60, 80 ou 100 locos segregantes.....	121
TABELA 2A	Média, variância (σ_g^2), valor mínimo (MIN) e valor máximo (MAX) de locos com alelos favoráveis em função dos valores de herdabilidade para uma população de 50 linhagens na geração infinito para 20, 40, 60, 80 ou 100 locos segregantes.....	122
TABELA 3A	Média, variância (σ_g^2), valor mínimo (MIN) e valor máximo (MAX) de locos com alelos favoráveis em função dos valores de herdabilidade para uma população de 100 linhagens na geração infinito para 20, 40, 60, 80 ou 100 locos segregantes.....	123
TABELA 4A	Média, variância (σ_g^2), valor mínimo (MIN) e valor máximo (MAX) de locos com alelos favoráveis em função dos valores de herdabilidade para uma população de 200 linhagens na geração infinito para 20, 40, 60, 80 ou 100 locos segregantes.....	124
TABELA 5A	Média, variância (σ_g^2), valor mínimo (MIN) e valor máximo (MAX) de locos com alelos favoráveis em função dos valores de herdabilidade para uma população de 400 linhagens na geração infinito para 20, 40, 60, 80 ou 100 locos segregantes.....	125
TABELA 6A	Média, variância (σ_g^2), valor mínimo (MIN) e valor máximo (MAX) de locos com alelos favoráveis em função dos valores de herdabilidade para uma população de 1000 linhagens na geração infinito para 20, 40, 60, 80 ou 100 locos segregantes.....	126

ANEXO B		Página
TABELA 1B	Coeficiente de correlação de Spearman (r_s) para a cultura do feijão em função do coeficiente de variação populacional (CV), coeficiente de variação genético (CVg), da média de produtividade e da repetibilidade (r^2), em uma população com 25, 30 e 36 genótipos.....	127
TABELA 2B	Valores da correlação de Spearman (r_s) para a cultura do feijão em todas as configurações simuladas.....	130
TABELA 3B	Proporção de coincidência dos p% selecionados para a cultura do feijão em todas as configurações simuladas.....	137
TABELA 4B	Valores de repetibilidade para diferentes coeficientes de variação em três valores da relação c, para a cultura do feijão.....	144
TABELA 5B	Coeficiente de correlação de Spearman (r_s) para três valores médios (500, 1000, 1500) de produtividade de feijão (kg/ha) em populações de 25, 30 e 36 genótipos.....	145
TABELA 6B	Coeficiente de correlação de Spearman (r_s) para a cultura do milho em função do coeficiente de variação populacional (CV), coeficiente de variação genético (CVg), da média de produtividade e da repetibilidade (r^2) em uma população com 15, 20, e 25 genótipos	147
TABELA 7B	Valores da correlação de Spearman (r_s) para a cultura do milho em todas as configurações simuladas.....	149
TABELA 8B	Proporção de coincidência dos p% selecionados para a cultura do milho em todas as configurações simuladas.....	155
TABELA 9B	Valores de repetibilidade para diferentes coeficientes de variação em três valores da relação c, para a cultura do milho.....	162
TABELA 10B	Coeficiente de correlação de Spearman (r_s) para três valores médios (500, 1000, 1500) de produtividade de milho (kg/ha) em populações de 15, 20 e 25 genótipos.....	163

ANEXO C	Página	
TABELA 1C	Médias para o modelo epistasia recessiva na geração F_2 em atração e repulsão, com e sem inter cruzamento, e sua alteração percentual.....	165
TABELA 2C	Médias para o modelo epistasia dominante na geração F_2 em atração e repulsão, com e sem inter cruzamento, e sua alteração percentual.....	165
TABELA 3C	Médias para o modelo genes duplicados na geração F_2 em atração e repulsão, com e sem inter cruzamento, e sua alteração percentual.....	166
TABELA 4C	Médias para o modelo genes complementares na geração F_2 em atração e repulsão, com e sem inter cruzamento, e sua alteração percentual.....	166
TABELA 5C	Médias para o modelo epistasia recessiva na geração F_∞ em atração e repulsão, com e sem inter cruzamento, e sua alteração percentual.....	167
TABELA 6C	Médias para o modelo epistasia dominante na geração F_∞ em atração e repulsão, com e sem inter cruzamento, e sua alteração percentual.....	167
TABELA 7C	Médias para o modelo genes duplicados na geração F_∞ em atração e repulsão, com e sem inter cruzamento, e sua alteração percentual.....	168
TABELA 8C	Médias para o modelo genes complementares na geração F_∞ em atração e repulsão, com e sem inter cruzamento, e sua alteração percentual.....	168
TABELA 9C	Variâncias para o modelo sem epistasia na geração F_2 em atração e repulsão, com e sem inter cruzamento, e sua alteração percentual.....	169
TABELA 10C	Variâncias para o modelo epistasia recessiva na geração F_2 em atração e repulsão, com e sem inter cruzamento, e sua alteração percentual.....	169
TABELA 11C	Variâncias para o modelo epistasia dominante na geração F_2 em atração e repulsão, com e sem inter cruzamento, e sua alteração percentual.....	170
TABELA 12C	Variâncias para o modelo genes duplicados na geração F_2 em atração e repulsão, com e sem inter cruzamento, e sua alteração percentual.....	170
TABELA 13C	Variâncias para o modelo genes complementares na geração F_2 em atração e repulsão, com e sem inter cruzamento, e sua alteração percentual.....	171
TABELA 14C	Variâncias para o modelo sem epistasia na geração F_∞ em atração e repulsão, com e sem inter cruzamento, e sua alteração percentual.....	171

TABELA 15C	Variâncias para o modelo epistasia recessiva na geração F_{∞} em atração e repulsão, com e sem intercruzamento, e sua alteração percentual.....	172
TABELA 16C	Variâncias para o modelo epistasia dominante na geração F_{∞} em atração e repulsão, com e sem intercruzamento, e sua alteração percentual.....	172
TABELA 17C	Variâncias para o modelo genes duplicados na geração F_{∞} em atração e repulsão, com e sem intercruzamento, e sua alteração percentual.....	173
TABELA 18C	Variâncias para o modelo genes complementares na geração F_{∞} em atração e repulsão, com e sem intercruzamento, e sua alteração percentual.....	173
TABELA 19C	Frequências relativas do genótipo AABB na geração F_2 em atração e repulsão, com e sem intercruzamento, e sua alteração percentual.....	174
TABELA 20C	Frequências relativas do genótipo AABB na geração F_{∞} em atração e repulsão, com e sem intercruzamento, e sua alteração percentual.....	174

TABELA 1A Média, variância (σ_g^2), valor mínimo (MIN) e valor máximo (MAX) de locos com alelos favoráveis em função dos valores de herdabilidade para uma população de 25 linhagens na geração infinito para 20, 40, 60, 80 ou 100 locos segregantes.

20 locos segregantes											
h^2	0,0001	0,001	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
Média	10,04	10,12	10,35	10,84	11,23	11,84	12,37	13,23	13,82	14,23	14,32
σ_g^2	4,99	5,03	5,01	4,96	4,93	4,79	4,40	3,38	2,23	1,43	1,23
MIN	1	1	1	2	2	3	4	5	6	9	11
MÁX	19	18	19	19	20	19	20	20	20	19	20
40 locos segregantes											
h^2	0,0001	0,001	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
Média	20,05	20,17	20,52	21,18	21,72	22,63	23,41	24,59	25,44	25,99	26,17
σ_g^2	10,03	10,04	9,99	9,92	9,85	9,62	9,01	6,88	4,58	2,98	2,53
MIN	6	7	7	8	10	8	11	13	15	19	21
MÁX	32	35	33	34	35	34	35	35	35	35	36
60 locos segregantes											
h^2	0,0001	0,001	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
Média	30,08	30,19	30,62	31,43	32,12	33,21	34,12	35,61	36,67	37,37	37,57
σ_g^2	14,86	14,99	14,99	15,02	14,88	14,57	13,69	10,45	6,96	4,51	3,82
MIN	11	15	14	14	15	16	16	19	24	29	31
MÁX	46	47	46	48	49	48	49	49	48	49	50
80 locos segregantes											
h^2	0,0001	0,001	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
Média	40,10	40,20	40,73	41,69	42,45	43,69	44,79	46,51	47,71	48,49	48,76
σ_g^2	19,90	20,01	19,79	19,89	19,92	19,55	18,46	14,14	9,36	6,07	5,13
MIN	22	21	23	24	22	24	27	30	33	37	41
MÁX	59	58	59	61	61	62	61	61	64	64	62
100 locos segregantes											
h^2	0,0001	0,001	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
Média	50,08	50,22	50,83	51,87	52,74	54,14	55,33	57,28	58,63	59,51	59,79
σ_g^2	24,90	24,91	24,99	25,17	24,94	24,50	22,88	17,69	11,72	7,57	6,31
MIN	30	28	28	31	31	34	36	40	39	49	51
MÁX	73	71	73	74	73	74	76	74	76	75	74

TABELA 2A Média, variância (σ_g^2), valor mínimo (MIN) e valor máximo (MAX) de locos com alelos favoráveis em função dos valores de herdabilidade para uma população de 50 linhagens na geração infinito para 20, 40, 60, 80 ou 100 locos segregantes.

20 locos segregantes											
h^2	0,0001	0,001	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
Média	10,04	10,12	10,36	10,83	11,22	11,88	12,46	13,49	14,29	14,81	14,92
σ_g^2	5,03	5,00	4,97	4,98	4,92	4,84	4,68	3,68	2,26	1,21	1,00
MIN	2	2	1	2	3	3	2	5	7	10	12
MÁX	19	20	20	19	19	19	19	20	20	19	20
40 locos segregantes											
h^2	0,0001	0,001	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
Média	20,05	20,17	20,50	21,17	21,75	22,67	23,51	25,00	26,13	26,85	27,03
σ_g^2	10,05	9,94	9,98	10,09	9,87	9,87	9,62	7,62	4,71	2,58	2,08
MIN	7	8	8	9	8	8	11	13	16	20	22
MÁX	35	33	33	34	34	35	34	35	35	35	35
60 locos segregantes											
h^2	0,0001	0,001	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
Média	30,06	30,20	30,64	31,43	32,13	33,27	34,31	36,17	37,52	38,42	38,65
σ_g^2	15,10	15,14	14,96	15,03	15,01	14,90	14,52	11,52	7,19	3,94	3,19
MIN	14	14	15	16	16	17	18	22	24	30	33
MÁX	45	46	46	48	47	48	48	48	48	49	50
80 locos segregantes											
h^2	0,0001	0,001	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
Média	40,06	40,20	40,73	41,69	42,46	43,76	45,01	47,10	48,71	49,70	50,02
σ_g^2	19,92	20,08	19,89	19,93	20,12	19,80	19,47	15,41	9,57	5,29	4,26
MIN	20	20	21	23	24	25	25	27	33	38	44
MÁX	59	59	60	60	61	63	62	61	61	61	63
100 locos segregantes											
h^2	0,0001	0,001	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
Média	50,08	50,24	50,80	51,87	52,73	54,19	55,57	57,95	59,73	60,86	61,20
σ_g^2	25,10	24,94	24,73	24,84	25,13	24,87	24,52	19,26	12,12	6,69	5,36
MIN	30	30	31	31	32	33	33	38	43	49	54
MÁX	71	75	71	75	75	75	75	75	73	76	74

TABELA 3A Média, variância (σ_g^2), valor mínimo (MIN) e valor máximo (MAX) de locos com alelos favoráveis em função dos valores de herdabilidade para uma população de 100 linhagens na geração infinito para 20, 40, 60, 80 ou 100 locos segregantes.

20 locos segregantes											
h^2	0,0001	0,001	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
Média	10,04	10,12	10,37	10,83	11,22	11,88	12,49	13,69	14,68	15,32	15,46
σ_g^2	4,96	4,92	4,99	4,99	4,92	4,93	4,78	3,97	2,38	1,08	0,83
MIN	2	0	1	1	2	3	4	4	7	10	13
MÁX	19	19	19	19	19	20	20	20	20	20	20
40 locos segregantes											
h^2	0,0001	0,001	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
Média	20,07	20,17	20,50	21,18	21,73	22,65	23,55	25,29	26,71	27,60	27,83
σ_g^2	9,95	10,03	10,04	9,99	9,92	9,94	9,88	8,32	4,99	2,34	1,78
MIN	8	5	6	8	8	10	11	11	15	19	24
MÁX	33	32	34	34	34	35	36	37	35	36	35
60 locos segregantes											
h^2	0,0001	0,001	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
Média	30,09	30,20	30,63	31,42	32,11	33,24	34,38	36,53	38,25	39,33	39,64
σ_g^2	15,06	14,96	14,96	15,09	15,05	15,02	14,92	12,70	7,54	3,60	2,70
MIN	12	15	14	14	16	16	16	21	25	30	35
MÁX	45	47	47	47	49	50	49	49	49	49	49
80 locos segregantes											
h^2	0,0001	0,001	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
Média	40,07	40,23	40,73	41,64	42,47	43,75	45,05	47,55	49,58	50,83	51,15
σ_g^2	20,14	20,05	19,94	19,93	19,85	20,16	19,90	16,83	10,12	4,85	3,65
MIN	22	20	22	19	24	25	26	31	33	39	45
MÁX	59	59	60	59	61	62	62	62	62	63	62
100 locos segregantes											
h^2	0,0001	0,001	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
Média	50,08	50,32	50,78	51,88	52,74	54,21	55,66	58,44	60,69	62,10	62,48
σ_g^2	24,85	24,91	24,97	25,05	24,98	25,16	25,13	21,38	12,71	6,02	4,53
MIN	30	30	30	32	32	34	35	40	43	51	56
MÁX	70	72	70	76	74	75	74	75	75	75	76

TABELA 4A Média, variância (σ_g^2), valor mínimo (MIN) e valor máximo (MAX) de locos com alelos favoráveis em função dos valores de herdabilidade para uma população de 200 linhagens na geração infinito para 20, 40, 60, 80 ou 100 locos segregantes.

20 locos segregantes											
h^2	0,0001	0,001	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
Média	10,04	10,13	10,37	10,83	11,22	11,88	12,49	13,79	14,99	15,79	15,95
σ_g^2	5,02	4,95	5,03	4,94	4,93	4,87	4,79	4,20	2,56	1,00	0,71
MIN	1	2	1	2	3	3	4	5	7	10	14
MÁX	19	19	20	19	19	20	20	20	20	20	20
40 locos segregantes											
h^2	0,0001	0,001	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
Média	20,06	20,15	20,51	21,17	21,71	22,64	23,54	25,45	27,19	28,30	28,56
σ_g^2	9,95	10,03	9,97	9,89	9,97	10,04	9,92	8,93	5,40	2,17	1,52
MIN	7	7	8	7	8	9	11	13	16	21	25
MÁX	34	34	35	34	35	36	35	36	37	36	36
60 locos segregantes											
h^2	0,0001	0,001	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
Média	30,05	30,20	30,61	31,45	32,12	33,26	34,37	36,75	38,85	40,20	40,53
σ_g^2	14,96	15,06	15,10	15,01	14,89	14,94	15,03	13,62	8,20	3,34	2,33
MIN	15	14	13	17	16	17	18	21	25	32	36
MÁX	46	48	46	49	49	49	49	50	50	50	51
80 locos segregantes											
h^2	0,0001	0,001	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
Média	40,08	40,22	40,71	41,66	42,42	43,78	45,07	47,82	50,25	51,79	52,19
σ_g^2	20,16	20,03	19,99	20,01	19,97	20,03	20,28	18,32	11,01	4,50	3,12
MIN	19	58	24	21	22	26	27	30	33	41	47
MÁX	60	23	59	60	61	62	63	63	64	65	64
100 locos segregantes											
h^2	0,0001	0,001	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
Média	50,08	50,25	50,78	51,85	52,78	54,21	55,66	58,72	61,51	63,22	63,66
σ_g^2	24,92	24,96	24,81	24,85	24,78	25,18	25,44	22,98	13,77	5,61	3,93
MIN	29	28	29	32	31	32	36	38	43	51	58
MÁX	72	71	71	72	75	75	76	75	76	76	77

TABELA 5A Média, variância (σ_g^2), valor mínimo (MIN) e valor máximo (MAX) de locos com alelos favoráveis em função dos valores de herdabilidade para uma população de 400 linhagens na geração infinito para 20, 40, 60, 80 ou 100 locos segregantes.

20 locos segregantes											
h^2	0,0001	0,001	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
Média	10,04	10,10	10,36	10,84	11,22	11,87	12,48	13,85	15,23	16,20	16,39
σ_g^2	4,98	4,97	4,99	5,00	4,95	4,92	4,84	4,38	2,76	0,93	0,62
MIN	0	1	1	1	2	3	2	5	7	11	14
MÁX	19	19	20	19	19	20	20	20	20	20	20
40 locos segregantes											
h^2	0,0001	0,001	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
Média	20,04	20,15	20,51	21,17	21,72	22,65	23,56	25,57	27,58	28,92	29,22
σ_g^2	10,10	9,93	10,05	9,89	9,95	9,99	10,07	9,37	5,88	2,06	1,34
MIN	7	7	7	8	9	10	10	14	16	22	26
MÁX	34	33	33	34	34	37	38	37	36	36	36
60 locos segregantes											
h^2	0,0001	0,001	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
Média	30,06	30,20	30,60	31,45	32,11	33,25	34,36	36,91	39,35	40,99	41,36
σ_g^2	15,00	15,09	14,95	15,02	14,85	15,06	15,15	14,39	9,00	3,13	2,03
MIN	16	13	14	14	17	17	19	20	23	31	37
MÁX	48	45	47	50	48	51	50	51	49	50	50
80 locos segregantes											
h^2	0,0001	0,001	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
Média	40,05	40,20	40,75	41,68	42,42	43,76	45,07	48,01	50,86	52,70	53,16
σ_g^2	19,98	20,06	19,83	19,91	19,99	19,96	20,26	19,34	12,06	4,18	2,73
MIN	22	23	23	21	21	23	27	29	34	41	48
MÁX	57	62	60	61	62	62	63	65	63	63	65
100 locos segregantes											
h^2	0,0001	0,001	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
Média	50,10	50,25	50,79	51,85	52,72	54,20	55,65	58,94	62,16	64,24	64,74
σ_g^2	24,96	25,16	24,90	24,91	24,95	25,30	25,54	24,35	15,11	5,42	3,46
MIN	29	30	31	30	33	35	34	40	42	50	59
MÁX	70	71	71	72	74	77	77	76	76	79	76

TABELA 6A Média, variância (σ_g^2), valor mínimo (MIN) e valor máximo (MAX) de locos com alelos favoráveis em função dos valores de herdabilidade para uma população de 1000 linhagens na geração infinito para 20, 40, 60, 80 ou 100 locos segregantes.

20 locos segregantes											
h^2	0,0001	0,001	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
Média	10,03	10,12	10,37	10,82	11,22	11,86	12,48	13,86	15,47	16,69	16,93
σ_g^2	5,03	5,03	4,96	4,94	5,01	4,88	4,79	4,52	3,07	0,90	0,52
MIN	1	2	2	1	3	3	4	5	6	11	15
MÁX	19	19	19	19	19	20	20	20	20	20	20
40 locos segregantes											
h^2	0,0001	0,001	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
Média	20,07	20,16	20,51	21,18	21,75	22,65	23,56	25,67	28,00	29,67	30,03
σ_g^2	10,03	10,04	10,04	9,96	9,87	10,04	9,92	9,73	6,62	1,99	1,13
MIN	6	8	9	7	9	10	11	13	16	22	27
MÁX	32	32	33	33	35	36	37	37	37	36	37
60 locos segregantes											
h^2	0,0001	0,001	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
Média	30,06	30,21	30,62	31,45	32,12	33,27	34,37	36,98	39,89	41,94	42,38
σ_g^2	15,10	14,98	14,91	14,96	14,91	15,14	15,16	14,96	10,02	3,07	1,76
MIN	14	15	16	15	16	15	17	22	25	33	39
MÁX	49	48	47	47	49	49	49	50	50	51	51
80 locos segregantes											
h^2	0,0001	0,001	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
Média	40,06	40,24	40,72	41,67	42,46	43,79	45,07	48,12	51,50	53,83	54,34
σ_g^2	20,14	20,20	20,09	20,13	19,90	20,16	20,21	20,16	13,44	4,15	2,38
MIN	20	21	21	22	25	24	25	31	34	43	50
MÁX	58	60	59	61	60	62	63	64	65	64	64
100 locos segregantes											
h^2	0,0001	0,001	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
Média	50,08	50,22	50,81	51,83	52,75	54,20	55,66	59,12	62,88	65,48	66,07
σ_g^2	24,95	25,31	24,91	25,10	24,99	25,26	25,55	25,58	16,99	5,22	3,01
MIN	30	30	30	29	32	34	36	39	44	53	61
MÁX	75	71	74	73	74	74	76	76	77	77	77

TABELA 1B Coeficiente de correlação de Spearman (r_s) para a cultura do feijão em função do coeficiente de variação genético (CVg), coeficiente de variação populacional (CV), da média de produtividade e da repetibilidade (r^2) em uma população com 25, 30 e 36 genótipos.

CVg	CV	Média	r^2	r_s		
				25 gen	30 gen	36 gen
5	5	2500	0,857	0,899	0,904	0,906
5	5	1500	0,600	0,865	0,867	0,871
5	5	1000	0,400	0,809	0,809	0,811
5	10	2500	0,273	0,737	0,736	0,743
5	10	1500	0,143	0,666	0,673	0,673
5	10	1000	0,057	0,598	0,601	0,600
5	15	2500	0,030	0,576	0,570	0,581
5	15	1500	0,018	0,518	0,524	0,529
5	15	1000	0,015	0,483	0,488	0,494
5	20	2500	0,800	0,425	0,425	0,428
5	20	1500	0,500	0,418	0,414	0,423
5	20	1000	0,308	0,345	0,351	0,355
5	30	2500	0,200	0,337	0,343	0,343
5	30	1500	0,100	0,293	0,290	0,298
5	30	1000	0,039	0,237	0,234	0,235
5	50	2500	0,020	0,225	0,224	0,223
5	50	1500	0,012	0,179	0,186	0,184
5	50	1000	0,010	0,162	0,166	0,157
5	70	2500	0,706	0,143	0,133	0,148
5	70	1500	0,375	0,137	0,132	0,129
5	70	1000	0,211	0,118	0,136	0,120
5	90	2500	0,130	0,112	0,114	0,107
5	90	1500	0,063	0,103	0,097	0,095
5	90	1000	0,023	0,099	0,107	0,098
5	100	2500	0,012	0,097	0,091	0,095
5	100	1500	0,007	0,083	0,074	0,083
5	100	1000	0,006	0,074	0,077	0,068
15	5	1000	0,947	0,958	0,960	0,961
15	5	1500	0,818	0,941	0,944	0,946
15	5	2500	0,667	0,913	0,915	0,920
15	10	1000	0,529	0,875	0,878	0,882

...continua...

TABELA 1B, Cont.

15	10	1500	0,333	0,837	0,839	0,838
15	10	2500	0,153	0,782	0,786	0,784
15	15	1000	0,084	0,760	0,769	0,776
15	15	1500	0,053	0,719	0,723	0,725
15	15	2500	0,043	0,691	0,690	0,699
15	20	1000	0,923	0,624	0,629	0,634
15	20	1500	0,750	0,619	0,614	0,620
15	20	2500	0,571	0,537	0,539	0,550
15	30	1000	0,429	0,520	0,527	0,521
15	30	1500	0,250	0,465	0,470	0,467
15	30	2500	0,107	0,384	0,379	0,387
15	50	1000	0,058	0,365	0,366	0,365
15	50	1500	0,036	0,305	0,303	0,304
15	50	2500	0,029	0,266	0,268	0,277
15	70	1000	0,878	0,237	0,240	0,240
15	70	1500	0,643	0,217	0,220	0,221
15	70	2500	0,444	0,216	0,219	0,210
15	90	1000	0,310	0,200	0,189	0,198
15	90	1500	0,167	0,178	0,176	0,172
15	90	2500	0,067	0,169	0,177	0,176
15	100	1000	0,035	0,155	0,161	0,157
15	100	1500	0,022	0,135	0,137	0,139
15	100	2500	0,018	0,124	0,122	0,127
35	5	1000	0,977	0,977	0,979	0,980
35	5	1500	0,966	0,969	0,972	0,973
35	5	2500	0,944	0,955	0,957	0,959
35	10	1000	0,913	0,936	0,938	0,940
35	10	1500	0,875	0,911	0,914	0,916
35	10	2500	0,824	0,880	0,884	0,886
35	15	1000	0,808	0,872	0,874	0,876
35	15	1500	0,757	0,838	0,842	0,845
35	15	2500	0,724	0,816	0,819	0,821
35	20	1000	0,651	0,772	0,776	0,778
35	20	1500	0,636	0,763	0,763	0,770
35	20	2500	0,539	0,696	0,698	0,703
35	30	1000	0,512	0,676	0,680	0,682
35	30	1500	0,438	0,622	0,620	0,627
35	30	2500	0,318	0,524	0,531	0,535
35	50	1000	0,296	0,505	0,508	0,510

...continua...

TABELA 1B, Cont.

35	50	1500	0,219	0,429	0,430	0,444
35	50	2500	0,177	0,389	0,391	0,394
35	70	1000	0,144	0,347	0,342	0,343
35	70	1500	0,125	0,337	0,331	0,331
35	70	2500	0,115	0,319	0,318	0,317
35	90	1000	0,095	0,286	0,283	0,294
35	90	1500	0,080	0,266	0,259	0,265
35	90	2500	0,079	0,263	0,256	0,266
35	100	1000	0,065	0,241	0,235	0,238
35	100	1500	0,049	0,216	0,205	0,204
35	100	2500	0,040	0,186	0,190	0,187

TABELA 2B Valores da correlação de Spearman (r_s) para a cultura do feijão em todas as configurações simuladas.

GEN	Relação c	Média	CVp	r^2	ϕ_g	σ_e^2	Correlação de Spearman			r_s min	r_s max
							Geral	CV > 20	CV ≤ 20		
25	0,5000	1000	5	0,857	5000	2500	0,8993	0	0,8993	0,6123	0,9838
25	2,0000	1000	10	0,600	5000	10000	0,7371	0	0,7371	0,2569	0,9423
25	4,5000	1000	15	0,400	5000	22500	0,5978	0,7738	0,5977	-0,0931	0,8969
25	8,0000	1000	20	0,273	5000	40000	0,4832	0,4851	0,4815	-0,1723	0,8362
25	18,0000	1000	30	0,143	5000	90000	0,3445	0,3445	0,2500	-0,3492	0,8123
25	50,0000	1000	50	0,057	5000	250000	0,2253	0,2253	0	-0,5115	0,8446
25	98,0000	1000	70	0,030	5000	490000	0,162	0,1620	0	-0,4554	0,7462
25	162,0000	1000	90	0,018	5000	810000	0,1182	0,1182	0	-0,6023	0,7023
25	200,0000	1000	100	0,015	5000	1000000	0,1119	0,1119	0	-0,5700	0,7838
25	0,7500	1500	5	0,800	7500	5625	0,8645	0	0,8645	0,5300	0,9777
25	3,0000	1500	10	0,500	7500	22500	0,6657	0	0,6657	0,0300	0,9231
25	6,7500	1500	15	0,308	7500	50625	0,5184	0,5921	0,5182	-0,0600	0,8723
25	12,0000	1500	20	0,200	7500	90000	0,4177	0,4270	0,4094	-0,4323	0,8308
25	27,0000	1500	30	0,100	7500	202500	0,2927	0,2927	0	-0,4392	0,8431
25	75,0000	1500	50	0,039	7500	562500	0,1793	0,1793	0	-0,5215	0,7131
25	147,0000	1500	70	0,020	7500	1102500	0,1366	0,1366	0	-0,5777	0,7131
25	243,0000	1500	90	0,012	7500	1822500	0,1027	0,1027	0	-0,4815	0,7138
25	300,0000	1500	100	0,010	7500	2250000	0,0967	0,0967	0	-0,5664	0,6985
25	1,2500	2500	5	0,706	12500	15625	0,8090	0	0,8090	0,4723	0,9692
25	5,0000	2500	10	0,375	12500	62500	0,5757	0	0,5757	-0,0915	0,9108
25	11,2500	2500	15	0,211	12500	140625	0,4247	0,4092	0,4248	-0,2808	0,8585
25	20,0000	2500	20	0,130	12500	250000	0,3368	0,3391	0,3348	-0,4831	0,8346
25	45,0000	2500	30	0,063	12500	562500	0,2372	0,2372	0	-0,5115	0,8108
25	125,0000	2500	50	0,023	12500	1562500	0,1431	0,1431	0	-0,4985	0,7162
25	245,0000	2500	70	0,012	12500	3062500	0,0994	0,0994	0	-0,5977	0,7085
25	405,0000	2500	90	0,007	12500	5062500	0,0832	0,0832	0	-0,5823	0,7354
25	500,0000	2500	100	0,006	12500	6250000	0,0737	0,0737	0	-0,5346	0,6738
25	0,1700	1000	5	0,947	15000	2500	0,9576	0	0,9576	0,7962	0,9954
25	0,6700	1000	10	0,818	15000	10000	0,8745	0	0,8745	0,5885	0,9769
25	1,5000	1000	15	0,667	15000	22500	0,7818	0,8049	0,7816	0,3485	0,9592
25	2,6700	1000	20	0,529	15000	40000	0,6907	0,6952	0,6865	0,1669	0,9500

...continua...

TABELA 2B, Cont.

25	6,0000	1000	30	0,333	15000	90000	0,5365	0,5365	0	-0,0246	0,8962
25	16,6700	1000	50	0,153	15000	250000	0,3645	0,3645	0	-0,3192	0,8385
25	32,6700	1000	70	0,084	15000	490000	0,2658	0,2658	0	-0,3915	0,7923
25	54,0000	1000	90	0,053	15000	810000	0,2164	0,2164	0	-0,3823	0,7477
25	66,6700	1000	100	0,043	15000	1000000	0,1999	0,1999	0	-0,4946	0,8038
25	0,2500	1500	5	0,923	22500	5625	0,9413	0	0,9413	0,7723	0,9931
25	1,0000	1500	10	0,750	22500	22500	0,8372	0	0,8372	0,5177	0,9677
25	2,2500	1500	15	0,571	22500	50625	0,7192	0,7178	0,7192	0,2215	0,9354
25	4,0000	1500	20	0,429	22500	90000	0,6189	0,6137	0,6235	0,0031	0,9069
25	9,0000	1500	30	0,250	22500	202500	0,4647	0,4648	0,1731	-0,1669	0,8646
25	25,0000	1500	50	0,107	22500	562500	0,3046	0,3046	0	-0,4731	0,7869
25	49,0000	1500	70	0,058	22500	1102500	0,2170	0,2170	0	-0,4269	0,7515
25	81,0000	1500	90	0,036	22500	1822500	0,1775	0,1775	0	-0,6454	0,7508
25	100,0000	1500	100	0,029	22500	2250000	0,1546	0,1546	0	-0,5815	0,7385
25	0,4200	2500	5	0,878	37500	15625	0,9127	0	0,9127	0,6146	0,9892
25	1,6700	2500	10	0,643	37500	62500	0,7595	0	0,7595	0,2454	0,9723
25	3,7500	2500	15	0,444	37500	140625	0,6244	0,5192	0,6245	0,0308	0,9100
25	6,6700	2500	20	0,310	37500	250000	0,5201	0,5193	0,5209	-0,0769	0,9223
25	15,0000	2500	30	0,167	37500	562500	0,3840	0,3840	0	-0,2431	0,8277
25	41,6700	2500	50	0,067	37500	1562500	0,2368	0,2368	0	-0,4800	0,7931
25	81,6700	2500	70	0,035	37500	3062500	0,1694	0,1694	0	-0,5177	0,7492
25	135,0000	2500	90	0,022	37500	5062500	0,1353	0,1353	0	-0,5023	0,7108
25	166,6700	2500	100	0,018	37500	6250000	0,1239	0,1239	0	-0,4846	0,7685
25	0,0700	1000	5	0,977	35000	2500	0,9773	0,9745	0,9774	0,9123	0,9985
25	0,2900	1000	10	0,913	35000	10000	0,9357	0,9267	0,9358	0,6877	0,9908
25	0,6400	1000	15	0,824	35000	22500	0,8804	0,8846	0,8802	0,4992	0,9823
25	1,1400	1000	20	0,724	35000	40000	0,8161	0,8116	0,8204	0,4331	0,9646
25	2,5700	1000	30	0,539	35000	90000	0,6964	0,6962	0,7660	0,0346	0,9377
25	7,1400	1000	50	0,296	35000	250000	0,5045	0,5045	0	-0,1662	0,8677
25	14,0000	1000	70	0,177	35000	490000	0,3893	0,3893	0	-0,2823	0,8600
25	23,1400	1000	90	0,115	35000	810000	0,3193	0,3193	0	-0,3700	0,8131
25	28,5700	1000	100	0,095	35000	1000000	0,2860	0,2860	0	-0,3362	0,7900
25	0,1100	1500	5	0,966	52500	5625	0,9692	0,9750	0,9692	0,8500	0,9962
25	0,4300	1500	10	0,875	52500	22500	0,9109	0,8954	0,9109	0,6762	0,9846
25	0,9600	1500	15	0,757	52500	50625	0,8382	0,8263	0,8384	0,4038	0,9692
25	1,7100	1500	20	0,636	52500	90000	0,7634	0,7592	0,7672	0,2623	0,9592
25	3,8600	1500	30	0,438	52500	202500	0,6220	0,6220	0	-0,1923	0,9038

...continua...

TABELA 2B, Cont.

25	21,0000	1500	70	0,125	52500	1102500	0,3368	0,3368	0	-0,3162	0,8331
25	10,7100	1500	50	0,219	52500	562500	0,4287	0,4287	0	-0,1831	0,9100
25	34,7100	1500	90	0,080	52500	1822500	0,2655	0,2655	0	-0,4854	0,8008
25	42,8600	1500	100	0,065	52500	2250000	0,2406	0,2406	0	-0,5008	0,7500
25	0,1800	2500	5	0,944	87500	15625	0,9552	0	0,9552	0,8046	0,9954
25	0,7100	2500	10	0,808	87500	62500	0,8715	0	0,8715	0,5392	0,9754
25	1,6100	2500	15	0,651	87500	140625	0,7724	0,8152	0,7720	0,3000	0,9562
25	2,8600	2500	20	0,512	87500	250000	0,6760	0,6739	0,6781	0,2085	0,9408
25	6,4300	2500	30	0,318	87500	562500	0,5244	0,5244	0,6088	-0,0392	0,9238
25	17,8600	2500	50	0,144	87500	1562500	0,3468	0,3468	0	-0,4531	0,8208
25	35,0000	2500	70	0,079	87500	3062500	0,2634	0,2634	0	-0,5162	0,8369
25	57,8600	2500	90	0,049	87500	5062500	0,2156	0,2156	0	-0,5208	0,7723
25	71,4300	2500	100	0,040	87500	6250000	0,1856	0,1856	0	-0,4992	0,7815
30	0,5000	1000	5	0,857	5000	2500	0,9039	0	0,9039	0,6570	0,9773
30	2,0000	1000	10	0,600	5000	10000	0,7357	0	0,7357	0,2979	0,9346
30	4,5000	1000	15	0,400	5000	22500	0,6010	0,6019	0,6010	0,0251	0,8714
30	8,0000	1000	20	0,273	5000	40000	0,4882	0,4899	0,4865	-0,1097	0,8581
30	18,0000	1000	30	0,143	5000	90000	0,3513	0,3513	0	-0,2231	0,8318
30	50,0000	1000	50	0,057	5000	250000	0,2240	0,2240	0	-0,3210	0,7001
30	98,0000	1000	70	0,030	5000	490000	0,1658	0,1658	0	-0,5034	0,7553
30	162,0000	1000	90	0,018	5000	810000	0,1364	0,1364	0	-0,4447	0,6458
30	200,0000	1000	100	0,015	5000	1000000	0,1141	0,1141	0	-0,5733	0,6387
30	0,7500	1500	5	0,800	7500	5625	0,8666	0	0,8666	0,5034	0,9680
30	3,0000	1500	10	0,500	7500	22500	0,6732	0	0,6732	0,1471	0,9075
30	6,7500	1500	15	0,308	7500	50625	0,5240	0,7215	0,5239	-0,1079	0,8558
30	12,0000	1500	20	0,200	7500	90000	0,4140	0,4156	0,4127	-0,2267	0,8794
30	27,0000	1500	30	0,100	7500	202500	0,2901	0,2901	0	-0,3691	0,7878
30	75,0000	1500	50	0,039	7500	562500	0,1857	0,1857	0	-0,4136	0,7624
30	147,0000	1500	70	0,020	7500	1102500	0,1321	0,1321	0	-0,3887	0,6836
30	243,0000	1500	90	0,012	7500	1822500	0,0967	0,0967	0	-0,4603	0,6423
30	300,0000	1500	100	0,010	7500	2250000	0,0906	0,0906	0	-0,4612	0,6018
30	1,2500	2500	5	0,706	12500	15625	0,8092	0	0,8092	0,4265	0,9626
30	5,0000	2500	10	0,375	12500	62500	0,5703	0	0,5703	0,0839	0,9026
30	11,2500	2500	15	0,211	12500	140625	0,4249	0,5515	0,4249	-0,2040	0,8274
30	20,0000	2500	20	0,130	12500	250000	0,3427	0,3435	0,3418	-0,2467	0,8069
30	45,0000	2500	30	0,063	12500	562500	0,2340	0,2340	0	-0,3264	0,7428
30	125,0000	2500	50	0,023	12500	1562500	0,1332	0,1332	0	-0,5137	0,6943

...continua...

TABELA 2B, Cont.

30	245,0000	2500	70	0,012	12500	3062500	0,1073	0,1073	0	-0,5172	0,7095
30	405,0000	2500	90	0,007	12500	5062500	0,0738	0,0738	0	-0,6116	0,6396
30	500,0000	2500	100	0,006	12500	6250000	0,0774	0,0774	0	-0,5875	0,6974
30	0,1700	1000	5	0,947	15000	2500	0,9598	0	0,9598	0,8131	0,9933
30	0,6700	1000	10	0,818	15000	10000	0,8775	0	0,8775	0,5769	0,9751
30	1,5000	1000	15	0,667	15000	22500	0,7857	0,7806	0,7858	0,3940	0,9475
30	2,6700	1000	20	0,529	15000	40000	0,6902	0,6889	0,6915	0,2191	0,9021
30	6,0000	1000	30	0,333	15000	90000	0,5386	0,5386	0	-0,0536	0,8465
30	16,6700	1000	50	0,153	15000	250000	0,3657	0,3657	0	-0,3593	0,7824
30	32,6700	1000	70	0,084	15000	490000	0,2682	0,2682	0	-0,2872	0,7184
30	54,0000	1000	90	0,053	15000	810000	0,2204	0,2204	0	-0,4265	0,7095
30	66,6700	1000	100	0,043	15000	1000000	0,1888	0,1888	0	-0,3878	0,6774
30	0,2500	1500	5	0,923	22500	5625	0,9444	0	0,9444	0,7820	0,9902
30	1,0000	1500	10	0,750	22500	22500	0,8386	0	0,8386	0,4754	0,9671
30	2,2500	1500	15	0,571	22500	50625	0,7225	0,8425	0,7224	0,3081	0,9288
30	4,0000	1500	20	0,429	22500	90000	0,6136	0,6118	0,6152	0,0594	0,8883
30	9,0000	1500	30	0,250	22500	202500	0,4701	0,4701	0	-0,3019	0,8505
30	25,0000	1500	50	0,107	22500	562500	0,3027	0,3027	0	-0,4541	0,8283
30	49,0000	1500	70	0,058	22500	1102500	0,2191	0,2191	0	-0,4020	0,7651
30	81,0000	1500	90	0,036	22500	1822500	0,1762	0,1762	0	-0,4865	0,7357
30	100,0000	1500	100	0,029	22500	2250000	0,1614	0,1614	0	-0,3566	0,6930
30	0,4200	2500	5	0,878	37500	15625	0,9148	0	0,9148	0,6058	0,9822
30	1,6700	2500	10	0,643	37500	62500	0,7687	0	0,7687	0,3348	0,9422
30	3,7500	2500	15	0,444	37500	140625	0,6287	0,6823	0,6287	0,1137	0,8937
30	6,6700	2500	20	0,310	37500	250000	0,5271	0,5276	0,5266	-0,0202	0,8830
30	15,0000	2500	30	0,167	37500	562500	0,3789	0,3789	0	-0,2659	0,7958
30	41,6700	2500	50	0,067	37500	1562500	0,2404	0,2404	0	-0,3980	0,6939
30	81,6700	2500	70	0,035	37500	3062500	0,1766	0,1766	0	-0,4300	0,6970
30	135,0000	2500	90	0,022	37500	5062500	0,1372	0,1372	0	-0,4469	0,6667
30	166,6700	2500	100	0,018	37500	6250000	0,1220	0,1220	0	-0,4269	0,6334
30	0,0700	1000	5	0,977	35000	2500	0,9790	0,9804	0,9790	0,8687	0,9987
30	0,2900	1000	10	0,913	35000	10000	0,9380	0,9469	0,9379	0,7873	0,9880
30	0,6400	1000	15	0,824	35000	22500	0,8844	0,8798	0,8846	0,6058	0,9711
30	1,1400	1000	20	0,724	35000	40000	0,8191	0,8207	0,8176	0,4518	0,9515
30	2,5700	1000	30	0,539	35000	90000	0,6980	0,6980	0,7241	0,1884	0,9301
30	7,1400	1000	50	0,296	35000	250000	0,5078	0,5078	0	-0,1115	0,8536
30	14,0000	1000	70	0,177	35000	490000	0,3909	0,3909	0	-0,1942	0,7860

...continua...

TABELA 2B, Cont.

30	23,1400	1000	90	0,115	35000	810000	0,3180	0,3180	0	-0,2240	0,8113
30	28,5700	1000	100	0,095	35000	1000000	0,2828	0,2828	0	-0,3353	0,7580
30	0,1100	1500	5	0,966	52500	5625	0,9715	0,9789	0,9715	0,8945	0,9960
30	0,4300	1500	10	0,875	52500	22500	0,9144	0	0,9144	0,6654	0,9826
30	0,9600	1500	15	0,757	52500	50625	0,8421	0,8340	0,8423	0,4843	0,9582
30	1,7100	1500	20	0,636	52500	90000	0,7633	0,7675	0,7594	0,2703	0,9586
30	3,8600	1500	30	0,438	52500	202500	0,6204	0,6205	0,5382	-0,0047	0,8692
30	10,7100	1500	50	0,219	52500	562500	0,4303	0,4303	0	-0,0572	0,8189
30	21,0000	1500	70	0,125	52500	1102500	0,3308	0,3308	0	-0,3633	0,7673
30	34,7100	1500	90	0,080	52500	1822500	0,2594	0,2594	0	-0,3446	0,7228
30	42,8600	1500	100	0,065	52500	2250000	0,2346	0,2346	0	-0,3455	0,7575
30	0,1800	2500	5	0,944	87500	15625	0,9574	0	0,9574	0,8679	0,9924
30	0,7100	2500	10	0,808	87500	62500	0,8744	0	0,8744	0,6303	0,9715
30	1,6100	2500	15	0,651	87500	140625	0,7756	0,8082	0,7755	0,4073	0,9506
30	2,8600	2500	20	0,512	87500	250000	0,6800	0,6799	0,6802	0,1818	0,9208
30	6,4300	2500	30	0,318	87500	562500	0,5309	0,5309	0	-0,0220	0,8914
30	17,8600	2500	50	0,144	87500	1562500	0,3421	0,3421	0	-0,1942	0,7758
30	35,0000	2500	70	0,079	87500	3062500	0,2562	0,2562	0	-0,3993	0,7335
30	57,8600	2500	90	0,049	87500	5062500	0,2046	0,2046	0	-0,3731	0,7673
30	71,4300	2500	100	0,040	87500	6250000	0,1896	0,1896	0	-0,4545	0,7050
36	0,5000	1000	5	0,857	5000	2500	0,9058	0	0,9058	0,6425	0,9797
36	2,0000	1000	10	0,600	5000	10000	0,7433	0	0,7433	0,3671	0,9264
36	4,5000	1000	15	0,400	5000	22500	0,6000	0	0,6000	0,1637	0,8674
36	8,0000	1000	20	0,273	5000	40000	0,4940	0,4942	0,4938	-0,1233	0,8607
36	18,0000	1000	30	0,143	5000	90000	0,3552	0,3552	0	-0,2376	0,7580
36	50,0000	1000	50	0,057	5000	250000	0,2225	0,2225	0	-0,3869	0,7351
36	98,0000	1000	70	0,030	5000	490000	0,1573	0,1573	0	-0,3671	0,6211
36	162,0000	1000	90	0,018	5000	810000	0,1196	0,1196	0	-0,4417	0,5985
36	200,0000	1000	100	0,015	5000	1000000	0,1070	0,1070	0	-0,5133	0,6237
36	0,7500	1500	5	0,800	7500	5625	0,8712	0	0,8712	0,6291	0,9681
36	3,0000	1500	10	0,500	7500	22500	0,6731	0	0,6731	0,1822	0,9084
36	6,7500	1500	15	0,308	7500	50625	0,5291	0	0,5291	-0,0113	0,8404
36	12,0000	1500	20	0,200	7500	90000	0,4232	0,4187	0,4272	-0,0196	0,8492
36	27,0000	1500	30	0,100	7500	202500	0,2981	0,2981	0	-0,2739	0,7447
36	75,0000	1500	50	0,039	7500	562500	0,1839	0,1839	0	-0,3694	0,6813
36	147,0000	1500	70	0,020	7500	1102500	0,1289	0,1289	0	-0,4391	0,6193
36	243,0000	1500	90	0,012	7500	1822500	0,0953	0,0953	0	-0,3897	0,6396

...continua...

TABELA 2B, Cont.

36	300,0000	1500	100	0,010	7500	2250000	0,0950	0,0950	0	-0,5135	0,5480
36	1,2500	2500	5	0,706	12500	15625	0,8111	0	0,8111	0,4466	0,9627
36	5,0000	2500	10	0,375	12500	62500	0,5810	0	0,5810	0,0481	0,8654
36	11,2500	2500	15	0,211	12500	140625	0,4281	0	0,4281	-0,0456	0,8229
36	20,0000	2500	20	0,130	12500	250000	0,3427	0,3457	0,3400	-0,2188	0,7385
36	45,0000	2500	30	0,063	12500	562500	0,2349	0,2348	0,3997	-0,3035	0,6551
36	125,0000	2500	50	0,023	12500	1562500	0,1484	0,1484	0	-0,4646	0,7560
36	245,0000	2500	70	0,012	12500	3062500	0,0979	0,0979	0	-0,4440	0,6067
36	405,0000	2500	90	0,007	12500	5062500	0,0826	0,0826	0	-0,5256	0,5992
36	500,0000	2500	100	0,006	12500	6250000	0,0684	0,0684	0	-0,4749	0,6263
36	0,1700	1000	5	0,947	15000	2500	0,9612	0	0,9612	0,8782	0,9905
36	0,6700	1000	10	0,818	15000	10000	0,8823	0	0,8823	0,6602	0,9701
36	1,5000	1000	15	0,667	15000	22500	0,7841	0,8230	0,7839	0,4438	0,9447
36	2,6700	1000	20	0,529	15000	40000	0,6986	0,6979	0,6993	0,2916	0,9359
36	6,0000	1000	30	0,333	15000	90000	0,5503	0,5503	0	0,0595	0,8754
36	16,6700	1000	50	0,153	15000	250000	0,3648	0,3648	0	-0,1079	0,7673
36	32,6700	1000	70	0,084	15000	490000	0,2765	0,2765	0	-0,4391	0,7163
36	54,0000	1000	90	0,053	15000	810000	0,2102	0,2102	0	-0,3387	0,7058
36	66,6700	1000	100	0,043	15000	1000000	0,1978	0,1978	0	-0,4051	0,7099
36	0,2500	1500	5	0,923	22500	5625	0,9463	0	0,9463	0,7537	0,9925
36	1,0000	1500	10	0,750	22500	22500	0,8384	0	0,8384	0,4332	0,9650
36	2,2500	1500	15	0,571	22500	50625	0,7247	0,6353	0,7248	0,3804	0,9184
36	4,0000	1500	20	0,429	22500	90000	0,6198	0,6212	0,6187	0,0252	0,8983
36	9,0000	1500	30	0,250	22500	202500	0,4666	0,4666	0	-0,1045	0,8165
36	25,0000	1500	50	0,107	22500	562500	0,3041	0,3041	0	-0,2602	0,7166
36	49,0000	1500	70	0,058	22500	1102500	0,2207	0,2207	0	-0,3915	0,7382
36	81,0000	1500	90	0,036	22500	1822500	0,1719	0,1719	0	-0,2937	0,6785
36	100,0000	1500	100	0,029	22500	2250000	0,1566	0,1566	0	-0,4613	0,6553
36	0,4200	2500	5	0,878	37500	15625	0,9204	0	0,9204	0,7789	0,9807
36	1,6700	2500	10	0,643	37500	62500	0,7757	0	0,7757	0,3215	0,9336
36	3,7500	2500	15	0,444	37500	140625	0,6341	0	0,6341	0,1730	0,9210
36	6,6700	2500	20	0,310	37500	250000	0,5213	0,5189	0,5235	0,0059	0,8144
36	15,0000	2500	30	0,167	37500	562500	0,3868	0,3868	0	-0,2180	0,7861
36	41,6700	2500	50	0,067	37500	1562500	0,2397	0,2397	0	-0,3233	0,6906
36	81,6700	2500	70	0,035	37500	3062500	0,1756	0,1756	0	-0,5037	0,6386
36	135,0000	2500	90	0,022	37500	5062500	0,1390	0,1390	0	-0,4090	0,7171
36	166,6700	2500	100	0,018	37500	6250000	0,1273	0,1273	0	-0,4324	0,5799

...continua...

TABELA 2B, Cont.

36	0,0700	1000	5	0,977	35000	2500	0,9803	0,9807	0,9803	0,9308	0,9956
36	0,2900	1000	10	0,913	35000	10000	0,9403	0,9298	0,9403	0,8080	0,9853
36	0,6400	1000	15	0,824	35000	22500	0,8862	0,8919	0,8858	0,6463	0,9727
36	1,1400	1000	20	0,724	35000	40000	0,8205	0,8207	0,8202	0,5586	0,9532
36	2,5700	1000	30	0,539	35000	90000	0,7027	0,7027	0,7784	0,3297	0,9194
36	7,1400	1000	50	0,296	35000	250000	0,5099	0,5099	0	-0,0180	0,8705
36	14,0000	1000	70	0,177	35000	490000	0,3938	0,3938	0	-0,1447	0,7671
36	23,1400	1000	90	0,115	35000	810000	0,3170	0,3170	0	-0,1882	0,7174
36	28,5700	1000	100	0,095	35000	1000000	0,2939	0,2939	0	-0,2631	0,7109
36	0,1100	1500	5	0,966	52500	5625	0,9728	0,9752	0,9728	0,8775	0,9943
36	0,4300	1500	10	0,875	52500	22500	0,9163	0	0,9163	0,7089	0,9804
36	0,9600	1500	15	0,757	52500	50625	0,8446	0,8524	0,8445	0,5900	0,9575
36	1,7100	1500	20	0,636	52500	90000	0,7699	0,7685	0,7712	0,4631	0,9382
36	3,8600	1500	30	0,438	52500	202500	0,6266	0,6265	0,7152	0,1737	0,8873
36	10,7100	1500	50	0,219	52500	562500	0,4441	0,4441	0	-0,0749	0,8013
36	21,0000	1500	70	0,125	52500	1102500	0,3305	0,3305	0	-0,1985	0,7920
36	34,7100	1500	90	0,080	52500	1822500	0,2647	0,2647	0	-0,2981	0,7261
36	42,8600	1500	100	0,065	52500	2250000	0,2377	0,2377	0	-0,2999	0,7032
36	0,1800	2500	5	0,944	87500	15625	0,9586	0	0,9586	0,8481	0,9918
36	0,7100	2500	10	0,808	87500	62500	0,8763	0	0,8763	0,6144	0,9730
36	1,6100	2500	15	0,651	87500	140625	0,7778	0,7989	0,7778	0,4641	0,9506
36	2,8600	2500	20	0,512	87500	250000	0,6821	0,6836	0,6807	0,2947	0,9225
36	6,4300	2500	30	0,318	87500	562500	0,5351	0,5351	0	0,0311	0,8414
36	17,8600	2500	50	0,144	87500	1562500	0,5430	0,3543	0	-0,3169	0,7408
36	35,0000	2500	70	0,079	87500	3062500	0,2655	0,2655	0	-0,4154	0,7254
36	57,8600	2500	90	0,049	87500	5062500	0,2041	0,2041	0	-0,4695	0,6878
36	71,4300	2500	100	0,040	87500	6250000	0,1865	0,1865	0	-0,3755	0,6749

TABELA 3B Proporção de coincidência dos p% selecionados para a cultura do feijão em todas as configurações simuladas.

GEN	Média	CVp	r ²	ϕ _k	Proporção de coincidência dos p% selecionados									
					5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
25	1000	5	0,857	5000	68,2750	71,6000	74,9250	77,2000	80,4643	81,7000	82,8778	84,2950	86,0083	87,1538
25	1000	10	0,600	5000	47,7250	53,5500	57,8250	60,7600	66,4571	68,5813	70,7833	72,7000	76,7750	78,4192
25	1000	15	0,400	5000	36,1250	41,5000	46,1125	50,3500	57,2071	60,2688	63,2833	65,6300	70,5833	72,9423
25	1000	20	0,273	5000	27,7250	35,0667	40,4250	44,3200	51,1357	54,3563	57,4167	60,1900	65,3208	68,0423
25	1000	30	0,143	5000	20,3750	26,2500	31,0875	35,4900	43,3786	47,0063	50,8778	54,0600	60,2750	63,3769
25	1000	50	0,057	5000	15,0250	20,3333	25,5375	30,2300	38,4929	42,2063	46,0500	49,4300	56,1458	59,6269
25	1000	70	0,030	5000	13,4000	18,1833	22,6125	27,1700	35,1786	39,0063	42,8778	46,5150	53,8083	57,4308
25	1000	90	0,018	5000	11,9750	17,0667	20,9375	25,5100	33,6143	37,5813	41,2667	44,8950	52,3708	55,8231
25	1000	100	0,015	5000	12,0250	16,1500	20,5125	24,7400	33,0286	36,7688	40,5389	44,3050	52,0417	55,6692
25	1500	5	0,800	7500	62,8250	66,9667	70,4500	72,5600	76,7786	78,1313	79,6667	80,8950	83,7083	84,9500
25	1500	10	0,500	7500	41,8750	47,8167	51,8625	55,8100	61,5429	64,3938	66,8056	69,1200	73,2125	75,1692
25	1500	15	0,308	7500	31,0750	37,2667	41,4625	45,6200	52,7286	55,8500	59,0222	61,7900	67,1167	69,6308
25	1500	20	0,200	7500	24,6500	30,6333	35,6750	39,8800	47,5714	51,0625	54,6167	57,3900	63,2917	66,2000
25	1500	30	0,100	7500	18,3750	24,8000	29,7750	33,6900	41,7357	45,0125	48,3722	51,7300	58,2208	61,4154
25	1500	50	0,039	7500	14,4750	19,4000	23,9875	28,2800	35,9214	39,6688	43,4389	47,2100	54,2833	57,9731
25	1500	70	0,020	7500	12,4000	17,2167	22,0625	26,1200	34,1286	37,8188	41,8778	45,5550	52,9625	56,5962
25	1500	90	0,012	7500	11,3000	15,6667	20,1375	24,3700	32,6286	36,4125	40,2722	44,1700	51,6500	55,4615
25	1500	100	0,010	7500	11,6250	16,3667	20,1000	24,2600	31,8929	35,7375	39,9500	43,8800	51,3750	55,1731
25	2500	5	0,706	12500	55,3500	59,8833	63,9500	66,9600	72,0286	74,1625	75,6000	77,3150	80,6125	82,2346
25	2500	10	0,375	12500	35,4750	40,9500	45,6625	50,0500	56,5500	59,4625	62,2167	64,7250	69,2542	71,6846
25	2500	15	0,211	12500	25,1000	31,9167	36,1000	40,5400	47,5286	51,1250	54,4444	57,6100	63,5333	66,2923
25	2500	20	0,130	12500	22,4000	27,5000	32,0000	36,0900	43,2571	46,6750	50,2167	53,2200	59,8208	63,0231
25	2500	30	0,063	12500	16,4500	22,3000	27,0875	30,9300	38,7357	42,3688	45,8333	49,3800	56,4083	59,8000
25	2500	50	0,023	12500	12,6000	17,3667	21,6250	26,1900	33,5357	37,6375	41,6111	45,4700	53,0542	56,5346
25	2500	70	0,012	12500	11,5500	16,2333	20,2625	24,1500	32,6857	36,6750	40,4333	43,9650	51,4042	55,0731
25	2500	90	0,007	12500	10,6000	14,8500	19,3250	23,3000	31,2214	35,4438	39,4778	43,2800	50,9708	54,7038
25	2500	100	0,006	12500	9,3750	14,4667	18,4875	22,8000	31,6643	35,2563	39,2500	43,0300	50,5625	54,2654
25	1000	5	0,947	15000	79,0500	82,1667	83,5625	85,1500	87,5000	88,8000	89,5000	90,0550	91,6583	92,2500
25	1000	10	0,818	15000	64,8250	68,9833	71,3125	73,5700	77,6643	79,2938	80,7556	82,0350	84,4583	85,5269
25	1000	15	0,667	15000	51,0500	58,0167	61,9000	64,7200	69,6643	71,8188	73,8889	75,7450	78,7583	80,5462
25	1000	20	0,529	15000	43,2500	49,4667	53,8875	57,2600	63,3357	66,0313	68,5056	70,7600	74,5792	76,4154

...continua...

Tabela 3B, Cont.

25	1000	30	0,333	15000	32,4750	38,2333	43,4125	46,9400	53,9857	57,2688	60,3111	62,9400	67,9583	70,2269
25	1000	50	0,153	15000	21,9750	27,7833	32,9750	37,4900	44,7143	48,4750	51,7056	55,0700	61,3417	64,3577
25	1000	70	0,084	15000	18,1250	24,0333	28,2375	32,3000	39,8071	43,5625	47,2444	50,6900	57,3583	60,7962
25	1000	90	0,053	15000	15,4750	20,3833	24,8000	29,0300	37,3643	41,3188	45,0778	48,8100	55,8583	59,1308
25	1000	100	0,043	15000	14,9750	20,2500	24,7125	28,9000	37,4143	40,9875	44,7278	47,9600	55,0042	58,5192
25	1500	5	0,923	22500	76,1000	78,6000	80,8625	82,4900	84,8571	86,0625	87,2500	88,1050	89,9292	90,5769
25	1500	10	0,750	22500	57,9250	62,5833	65,9375	69,2900	73,8714	75,6688	77,6722	79,0650	82,1042	83,4231
25	1500	15	0,571	22500	45,0000	51,6333	55,9625	59,4700	65,1500	67,3813	69,6833	71,7900	76,0375	77,9615
25	1500	20	0,429	22500	36,8250	43,1333	47,9375	51,9300	58,2643	61,6875	64,2389	66,6900	71,3292	73,4808
25	1500	30	0,250	22500	28,0750	33,6500	38,5250	42,9000	50,1643	53,1563	56,3722	59,2150	64,7417	67,7077
25	1500	50	0,107	22500	19,6750	25,2500	30,4250	34,4800	42,1714	45,6125	49,0056	52,4250	58,7833	61,8423
25	1500	70	0,058	22500	16,4750	20,7000	25,3625	29,7200	37,5857	41,2500	44,9278	48,5200	55,6667	59,0769
25	1500	90	0,036	22500	14,0500	18,9167	23,5375	27,4200	35,7786	39,7813	43,8056	47,2300	54,3875	57,8269
25	1500	100	0,029	22500	13,3500	18,4667	22,3125	26,4000	34,5714	38,6875	42,3444	46,0900	53,3333	57,0192
25	2500	5	0,878	37500	70,4500	73,6667	76,1875	78,1600	81,3071	82,9063	83,9722	85,1700	87,3750	88,4615
25	2500	10	0,643	37500	51,1750	56,5000	60,0875	62,8900	68,0143	70,2125	71,8889	73,7850	77,6667	79,5769
25	2500	15	0,444	37500	39,3000	45,4000	49,4000	53,1800	59,2857	61,6688	64,4278	67,1650	71,5125	73,5500
25	2500	20	0,310	37500	30,7000	36,9833	41,2500	45,3900	52,8357	55,8125	58,8556	61,8500	67,2333	74,7462
25	2500	30	0,167	37500	22,7750	28,3333	33,9875	37,7400	45,6214	49,2313	52,6167	55,8350	61,7917	64,8923
25	2500	50	0,067	37500	17,2500	22,4833	26,7500	30,7700	38,7143	42,4750	46,1444	49,4650	56,3542	59,9385
25	2500	70	0,035	37500	13,5250	18,7667	23,5500	28,0700	35,5143	39,6375	43,2167	46,7500	53,7500	57,3038
25	2500	90	0,022	37500	13,0500	17,5833	21,7750	26,3500	34,1643	37,7313	41,4500	45,4400	52,8542	56,4231
25	2500	100	0,018	37500	11,1750	15,8500	20,4250	24,8200	33,3929	37,5000	41,2333	44,9950	52,4458	56,0500
25	1000	5	0,977	35000	85,5500	87,4833	88,7750	89,6500	91,5143	92,2563	92,6778	93,2400	94,2125	94,5962
25	1000	10	0,913	35000	74,9500	78,4667	80,2000	81,3100	84,1786	85,3313	86,4722	87,5550	89,2833	90,2808
25	1000	15	0,824	35000	64,5750	68,5167	71,3500	74,3400	78,1500	79,7563	81,0000	82,3050	84,9500	86,1115
25	1000	20	0,724	35000	55,3750	61,0667	64,7500	67,5900	72,2929	74,2375	76,2111	77,7750	80,9167	82,1808
25	1000	30	0,539	35000	43,7750	49,5833	53,6875	57,6300	63,5071	66,2500	68,5389	70,7800	74,7792	76,4808
25	1000	50	0,296	35000	29,8000	35,7833	40,5625	44,8200	52,0000	55,5063	58,3778	61,0850	66,6833	69,2269
25	1000	70	0,177	35000	21,9000	28,2667	33,9625	38,3100	45,8143	49,2563	52,5167	55,8250	61,7917	64,8577
25	1000	90	0,115	35000	19,5500	25,1500	30,6500	34,8300	42,8571	46,0125	49,5056	52,8600	59,1625	62,2308
25	1000	100	0,095	35000	18,1250	23,7167	28,7375	33,2300	40,8429	44,7313	47,9000	51,2150	58,1333	61,4538
25	1500	5	0,966	52500	82,6750	84,8667	86,4875	87,9200	90,0214	90,7375	91,3222	91,6650	92,6250	93,3231
25	1500	10	0,875	52500	70,0500	72,8167	75,1875	77,7200	81,1000	82,6563	83,9444	85,0900	87,3333	88,1962
25	1500	15	0,757	52500	59,2500	64,4500	68,0250	70,6600	74,8143	76,2375	77,7222	78,9900	81,9250	83,4615
25	1500	20	0,636	52500	49,5500	55,3667	59,2375	62,9100	68,6071	70,4875	72,6167	74,4850	78,0833	79,7231

...continua...

Tabela 3B, Cont.

25	1500	30	0,438	52500	37,5500	43,7667	48,7000	52,4800	59,1214	62,0688	64,4667	66,7950	71,4167	73,5846
25	1500	50	0,219	52500	26,2500	32,5833	36,5125	40,3300	47,8143	51,1875	54,5333	57,6100	63,5667	66,4385
25	1500	70	0,125	52500	20,6250	26,4500	30,9625	35,8000	43,4643	47,1000	50,7056	53,6600	60,1042	63,2308
25	1500	90	0,080	52500	17,9250	22,9167	28,0375	31,8500	39,7857	43,5750	47,3389	50,8400	57,2833	60,7462
25	1500	100	0,065	52500	16,6250	21,4333	26,2875	30,7600	38,9571	42,5688	46,2611	49,8650	56,6708	59,9885
25	2500	5	0,944	87500	79,2250	82,2000	83,6125	85,1500	87,1571	88,3375	89,1167	89,8750	91,2500	91,9731
25	2500	10	0,808	87500	62,9500	67,1000	69,8750	73,0700	77,0929	78,5875	80,0778	81,4750	84,3292	85,5500
25	2500	15	0,651	87500	51,3000	57,7000	61,2375	64,1100	69,1143	71,0438	73,1778	75,2850	78,7792	80,0423
25	2500	20	0,512	87500	40,8250	47,2000	52,4000	56,0600	62,1857	64,6375	67,1222	69,5500	74,0083	75,7769
25	2500	30	0,318	87500	31,6250	37,5000	42,2625	46,6000	53,2571	56,5563	59,4056	62,1900	67,4208	69,8615
25	2500	50	0,144	87500	20,7500	27,1500	31,5500	36,1500	43,8143	47,3813	50,8778	54,2550	60,5333	63,4500
25	2500	70	0,079	87500	17,0750	22,7167	27,6000	32,1800	39,9571	43,6375	47,3556	50,5950	57,3250	60,7500
25	2500	90	0,049	87500	14,7000	19,8000	24,9375	29,3300	37,4500	41,2000	44,8500	48,6050	55,5000	58,8846
25	2500	100	0,040	87500	14,3500	19,0500	24,1000	28,1100	35,7643	39,9125	44,0667	47,3750	54,4833	58,1385
30	1000	5	0,857	5000	66,8250	70,0000	75,0100	76,5333	79,7688	80,5278	83,3409	84,3958	86,2857	87,1333
30	1000	10	0,600	5000	45,4500	50,8833	58,0500	60,8833	65,5188	67,7000	71,3818	72,8708	75,9821	77,4867
30	1000	15	0,400	5000	33,30000	40,1667	47,7900	51,4917	56,7000	59,0611	63,4636	65,5542	69,4357	71,4267
30	1000	20	0,273	5000	25,6000	32,0167	40,1800	43,5750	50,2688	52,9833	58,0727	60,4042	64,9464	67,1500
30	1000	30	0,143	5000	18,9250	24,0500	32,2800	36,0917	42,4313	45,6333	51,6636	54,3042	59,6321	62,1833
30	1000	50	0,057	5000	13,5250	18,3500	26,0600	29,9083	36,4313	39,6000	45,8727	48,8042	54,6429	57,6167
30	1000	70	0,030	5000	10,7500	15,1500	23,4500	26,8417	33,7500	37,0611	43,5182	46,5500	52,6143	55,4300
30	1000	90	0,018	5000	10,7500	14,9500	22,7500	26,2333	32,9563	36,0611	42,1455	45,5000	51,8250	54,6533
30	1000	100	0,015	5000	9,4000	13,7500	21,5700	25,0917	31,7688	34,9722	40,9727	44,2625	50,5929	53,7367
30	1500	5	0,800	7500	60,8500	64,9667	70,0000	72,2417	76,1688	78,0222	80,3136	81,4000	83,9143	84,6433
30	1500	10	0,500	7500	41,5500	46,4500	53,1600	56,4833	61,1438	63,2778	67,1818	69,0792	72,6286	74,4200
30	1500	15	0,308	7500	28,2750	34,3500	42,5000	45,9333	51,9438	54,6944	59,6727	62,0875	66,4714	68,5033
30	1500	20	0,200	7500	22,2750	26,5333	35,9500	39,6167	45,8438	49,1722	54,5955	57,3208	62,1071	64,4500
30	1500	30	0,100	7500	16,5250	21,4000	29,3400	33,2500	39,8313	43,2000	49,2227	51,9708	57,0643	59,8100
30	1500	50	0,039	7500	12,6750	17,0000	24,7000	28,0167	34,6000	37,8222	44,2500	47,2458	53,5286	56,5633
30	1500	70	0,020	7500	10,0500	14,4667	22,3300	25,8333	32,4500	35,7333	42,2409	45,3583	51,6179	54,5667
30	1500	90	0,012	7500	9,7750	13,4000	20,4800	23,9000	30,7563	33,9389	40,6955	43,9958	50,3321	53,4067
30	1500	100	0,010	7500	9,4750	13,1333	20,9100	24,1250	30,5000	33,7500	40,0455	43,5208	50,0071	53,3167
30	2500	5	0,706	12500	54,3500	58,3667	64,7400	67,2167	71,2375	72,6500	75,5955	77,1000	79,8929	81,1867
30	2500	10	0,375	12500	31,7500	37,4667	45,9400	49,1167	54,6750	56,9444	61,8227	63,9875	68,2607	70,4000
30	2500	15	0,211	12500	23,6750	28,1833	36,7800	40,3083	46,5750	49,4889	54,9545	57,6917	62,4071	64,9000
30	2500	20	0,130	12500	19,9250	24,5000	33,1200	36,3083	42,9125	45,7778	51,3318	54,0125	59,1357	61,7833

...continua...

Tabela 3B, Cont.

30	2500	30	0,063	12500	14,3750	18,4833	26,4000	30,4083	37,4063	40,4167	46,5727	49,6583	55,4607	58,1600
30	2500	50	0,023	12500	10,5000	14,3833	21,2300	25,2917	32,1688	35,4889	41,8227	45,1208	51,2464	54,2767
30	2500	70	0,012	12500	9,9000	13,6833	21,0700	24,5000	31,0063	34,4944	41,0091	44,1583	50,7821	53,8367
30	2500	90	0,007	12500	8,9250	12,8833	19,3900	23,1583	29,6750	32,9611	39,6045	43,0000	49,3214	52,4900
30	2500	100	0,006	12500	8,7500	12,5667	20,2000	23,7833	30,1563	33,3944	39,6773	42,9875	49,4107	52,7667
30	1000	5	0,947	15000	77,8000	80,7000	84,3100	85,5250	87,5563	88,1000	89,4955	90,4000	91,3464	91,9733
30	1000	10	0,818	15000	63,0500	66,2500	72,2000	74,0917	77,0250	78,3056	80,9455	81,9833	83,9071	85,1400
30	1000	15	0,667	15000	49,8250	55,0833	62,6500	65,2083	68,9875	71,0500	74,4864	75,8583	78,4607	79,9600
30	1000	20	0,529	15000	42,0250	47,0833	54,6900	57,3917	62,3188	64,5556	68,3455	70,0208	73,7000	75,1300
30	1000	30	0,333	15000	29,8250	35,3167	43,3500	46,7583	52,9500	55,6056	60,1182	62,3458	66,8750	69,1067
30	1000	50	0,153	15000	20,4250	24,7167	33,8200	37,1000	43,4750	46,7111	52,2636	55,0083	60,0000	62,5233
30	1000	70	0,084	15000	15,8000	21,2500	28,8800	31,8833	38,5000	41,4556	47,7227	50,5542	56,2107	58,9667
30	1000	90	0,053	15000	13,9000	18,4833	26,4500	29,8417	36,2875	39,6556	45,6318	48,8625	54,7714	57,6967
30	1000	100	0,043	15000	12,9500	17,1000	24,4300	28,2417	35,0688	38,2944	44,4273	47,3458	53,4821	56,5800
30	1500	5	0,923	22500	75,1250	77,5000	81,4800	82,7667	84,6250	85,8889	87,7455	88,5000	90,0286	90,4167
30	1500	10	0,750	22500	57,4250	61,6000	67,6700	69,6833	73,8500	75,3889	77,7455	79,2458	81,5429	82,7533
30	1500	15	0,571	22500	43,9250	49,0500	56,7500	59,6167	64,2000	66,1111	70,3318	72,0042	75,2750	76,7633
30	1500	20	0,429	22500	35,5500	40,5667	48,7700	51,7000	57,0313	59,6500	64,1545	66,1500	70,1321	72,1700
30	1500	30	0,250	22500	25,0750	30,8833	39,5200	42,9167	49,0625	51,6444	56,9364	59,2458	64,1357	66,4133
30	1500	50	0,107	22500	16,6250	21,6167	30,0000	33,8000	40,5938	43,7111	49,6909	52,3708	57,7536	60,3933
30	1500	70	0,058	22500	13,9750	18,5833	26,4200	29,9917	36,5188	39,4500	45,7591	48,6208	54,4250	57,2633
30	1500	90	0,036	22500	12,3500	17,1167	25,0300	28,5000	35,2688	38,0444	44,2545	46,9958	53,0357	55,8533
30	1500	100	0,029	22500	11,2000	15,7167	23,0800	26,5000	33,7375	36,8667	43,3000	46,4708	52,8107	55,6567
30	2500	5	0,878	37500	69,4750	72,5000	77,0500	78,5417	81,4500	82,2833	84,3364	85,3083	87,0857	87,8400
30	2500	10	0,643	37500	48,8250	53,9500	60,8100	63,3250	67,8063	69,8500	73,1773	74,6083	77,6429	79,1200
30	2500	15	0,444	37500	36,0500	41,7333	49,9200	52,9500	58,5250	61,1333	65,3773	67,0750	70,7893	72,5533
30	2500	20	0,310	37500	28,5750	33,5333	42,2700	45,7417	51,7313	54,6222	59,8091	62,1375	66,6536	68,8567
30	2500	30	0,167	37500	21,2500	26,0833	34,3300	37,8583	44,0938	46,9944	52,5409	55,2542	60,4286	62,8400
30	2500	50	0,067	37500	14,0500	19,0167	27,1800	30,8500	37,8125	40,8889	46,7409	49,7083	55,2643	58,1433
30	2500	70	0,035	37500	11,4750	16,1667	24,0700	27,4167	34,3125	37,7444	43,8045	46,9833	53,0786	56,2100
30	2500	90	0,022	37500	11,3250	15,7000	22,7800	26,5000	33,0625	36,2444	42,4000	45,6542	51,7607	54,7733
30	2500	100	0,018	37500	9,8250	13,8167	21,5700	25,0667	31,8250	35,0889	41,6045	44,8625	51,0393	54,1667
30	1000	5	0,977	35000	85,5500	86,3333	89,0100	89,9083	91,4688	91,8111	92,7818	93,3792	94,2286	94,4633
30	1000	10	0,913	35000	73,0750	76,4167	80,1600	81,8000	84,5000	85,0167	86,7500	87,4375	88,8964	89,6000
30	1000	15	0,824	35000	62,0250	67,0333	73,3000	74,5417	77,7375	79,0722	81,3227	82,5083	84,7536	85,7833
30	1000	20	0,724	35000	53,9250	58,6667	65,4000	67,7250	71,8125	73,4722	76,5318	77,7333	80,4071	81,6300

...continua...

Tabela 3B, Cont.

30	1000	30	0,539	35000	43,2000	47,9833	55,0800	58,0667	62,6750	65,1056	68,5227	70,3792	74,0250	75,8033
30	1000	50	0,296	35000	27,2750	33,0167	41,4100	44,9333	50,6313	53,4389	58,5227	60,9500	65,6000	67,8033
30	1000	70	0,177	35000	21,1500	26,6500	34,4500	38,3917	45,2250	47,9389	53,5455	56,0792	61,0571	63,5233
30	1000	90	0,115	35000	17,3750	21,7167	30,6900	33,9167	40,6188	44,0667	50,0364	53,0208	58,3250	60,9767
30	1000	100	0,095	35000	16,4250	20,7333	28,8900	32,4667	39,1313	42,4833	48,5818	51,2750	57,0214	59,8867
30	1500	5	0,966	52500	82,5500	83,9333	86,9600	87,8167	89,7750	90,7167	91,4955	92,1333	92,9500	93,3867
30	1500	10	0,875	52500	68,9000	71,6333	76,8800	78,5000	80,9375	81,8222	84,2227	85,3917	87,1893	88,1333
30	1500	15	0,757	52500	56,1500	61,6167	67,3400	69,8667	73,8063	75,5556	78,3000	79,6292	81,8929	83,1267
30	1500	20	0,636	52500	48,8750	53,7667	60,2900	62,7833	67,8500	69,5444	72,6136	74,2917	77,4250	78,7167
30	1500	30	0,438	52500	36,1500	41,4333	49,2300	52,3500	57,6250	60,1000	64,6273	66,7250	70,4857	72,2867
30	1500	50	0,219	52500	24,2250	28,9333	37,2300	40,6250	46,5688	49,4278	54,7682	57,3875	62,4679	64,8633
30	1500	70	0,125	52500	17,4500	22,7833	30,9900	34,4333	41,6313	44,8167	50,6409	53,4667	58,8821	61,4767
30	1500	90	0,080	52500	15,9000	20,2333	27,9700	31,9083	38,7125	41,6722	47,6273	50,4292	56,2179	58,9633
30	1500	100	0,065	52500	14,6250	18,6333	26,2000	30,1500	37,0438	39,9333	46,0318	48,9042	54,9893	57,8367
30	2500	5	0,944	87500	79,5000	80,5667	83,9300	84,9417	86,9938	87,5667	89,3591	89,9000	90,9857	91,7267
30	2500	10	0,808	87500	61,5000	65,9167	71,3300	73,1667	76,8063	78,4889	80,9636	81,9250	83,8464	84,8767
30	2500	15	0,651	87500	49,7500	54,8333	61,7700	64,1583	68,0250	70,0889	73,5136	74,9417	77,9643	79,3167
30	2500	20	0,512	87500	41,4000	46,8000	53,4200	56,6083	61,4250	63,4222	67,2818	69,2125	72,9429	74,7533
30	2500	30	0,318	87500	28,8000	34,2500	43,4300	46,3417	52,0188	54,7389	59,8773	62,3042	66,7857	68,8167
30	2500	50	0,144	87500	19,3500	24,3000	32,4300	36,1083	42,0688	44,8222	50,9364	53,4333	58,8964	61,6300
30	2500	70	0,079	87500	14,4250	19,4167	28,0900	31,6667	38,2375	41,2611	47,2864	50,0250	55,8286	58,5633
30	2500	90	0,049	87500	13,1250	17,8833	25,8600	29,2583	35,5438	38,9111	45,0091	47,9333	53,8750	56,7767
30	2500	100	0,040	87500	12,5250	17,1667	25,2900	28,6500	35,1313	38,1611	44,5000	47,6875	53,6500	56,5600
36	1000	5	0,857	5000	64,7750	71,4250	75,4083	77,9625	79,3444	81,3864	83,1692	84,9267	86,3971	87,1000
36	1000	10	0,600	5000	44,7500	53,1250	58,7083	62,6750	64,7000	68,1636	71,2308	73,8967	76,5265	77,8528
36	1000	15	0,400	5000	32,8750	41,4000	47,8250	52,7188	54,8333	58,8773	62,9000	66,8067	70,0441	71,5556
36	1000	20	0,273	5000	25,9000	35,2250	41,5000	46,7875	49,2389	53,7364	57,7308	61,6667	65,4118	67,1583
36	1000	30	0,143	5000	17,7000	26,3250	32,9250	38,7125	41,4611	46,1636	50,7615	55,4033	60,0471	62,3111
36	1000	50	0,057	5000	11,3250	19,1125	26,1417	31,9813	35,0111	40,5318	45,5192	50,5800	55,2912	57,6250
36	1000	70	0,030	5000	9,7000	16,9250	23,1333	29,0875	32,0722	37,3773	42,8192	47,8000	52,8147	55,3583
36	1000	90	0,018	5000	8,8750	15,6750	21,7250	27,4000	30,2833	35,8318	40,8846	46,3533	51,5029	53,9806
36	1000	100	0,015	5000	8,3250	15,0875	20,7583	26,6938	29,7500	34,9773	40,6846	45,9667	51,2147	53,7833
36	1500	5	0,800	7500	59,6750	66,8375	71,4500	74,3688	75,6778	77,9773	80,0846	81,9867	83,8382	84,6750
36	1500	10	0,500	7500	38,0500	47,6375	52,9500	57,3563	59,6333	63,6227	66,7462	70,1800	73,0971	74,5806
36	1500	15	0,308	7500	26,2250	36,0250	42,4167	48,0813	50,4056	55,0682	59,2885	63,2033	66,9353	68,6556
36	1500	20	0,200	7500	21,0750	29,9750	36,6583	42,2250	44,9111	49,7000	54,4846	58,7133	62,7853	64,7500

...continua...

Tabela 3B, Cont.

36	1500	30	0,100	7500	15,6250	23,6875	30,3083	36,1938	38,6667	43,6591	48,4538	53,3167	58,1176	60,3806
36	1500	50	0,039	7500	10,0500	17,4875	24,3083	30,2563	32,8778	38,6682	43,7615	48,8833	53,9147	56,2861
36	1500	70	0,020	7500	8,8250	15,9750	22,2667	27,8250	30,7611	36,3227	41,4462	46,5333	51,5941	54,3556
36	1500	90	0,012	7500	8,0500	14,6125	20,6583	26,2188	29,2333	34,6682	40,1692	45,3967	50,7118	53,2361
36	1500	100	0,010	7500	8,2500	14,5750	20,5250	26,8250	29,5778	35,0000	40,2846	45,5100	50,5824	53,0750
36	2500	5	0,706	12500	51,5500	59,7250	64,4833	68,6813	70,1833	73,1864	75,7346	78,0333	80,0088	80,9944
36	2500	10	0,375	12500	30,9750	40,1500	46,7667	51,7125	53,8556	57,6636	62,0115	65,7433	69,1294	70,7889
36	2500	15	0,211	12500	20,4500	29,8750	37,2833	42,3750	44,9944	49,9682	54,6308	58,9667	62,9500	64,9500
36	2500	20	0,130	12500	17,3750	25,5625	32,8333	38,2375	40,8944	46,0636	51,0385	55,3633	59,8000	61,9250
36	2500	30	0,063	12500	12,9000	21,0375	26,9167	32,9500	35,9278	40,9227	46,1385	51,0500	55,6471	57,9806
36	2500	50	0,023	12500	9,1250	16,3875	22,5500	28,4813	31,5389	37,0091	42,2692	47,6233	52,6235	55,1139
36	2500	70	0,012	12500	7,9250	14,5500	20,7250	26,3063	29,0778	34,6727	40,0308	45,4233	50,8500	53,4500
36	2500	90	0,007	12500	7,6500	13,8125	19,7833	25,8938	28,7667	34,0818	39,4769	44,7667	50,0147	52,7639
36	2500	100	0,006	12500	6,9750	13,7625	19,9333	25,4750	28,0889	33,2227	38,9154	44,2667	49,5265	52,2694
36	1000	5	0,947	15000	77,0000	82,1125	84,4750	86,2313	86,7000	88,4909	89,6577	90,7067	91,6765	92,1667
36	1000	10	0,818	15000	60,7500	67,7000	71,8083	75,1750	76,5278	79,1045	81,1385	83,1400	84,5500	85,4500
36	1000	15	0,667	15000	47,5500	55,7875	61,2833	65,7188	67,5611	71,0364	73,7885	76,2533	78,5971	79,8111
36	1000	20	0,529	15000	40,7250	49,1500	54,7083	59,7000	61,7667	65,3364	68,3000	71,4867	74,3118	75,6194
36	1000	30	0,333	15000	28,8500	38,0375	44,6583	49,7000	52,1889	56,6818	60,5885	64,2167	67,7824	69,4472
36	1000	50	0,153	15000	18,2000	26,8000	32,9667	38,9688	41,3556	46,6136	51,4846	56,0433	60,3088	62,4111
36	1000	70	0,084	15000	14,0250	22,2125	28,3167	34,7500	37,4222	42,4273	47,2923	52,3767	57,1029	59,3861
36	1000	90	0,053	15000	11,4500	19,3125	26,0583	31,9500	34,5611	39,4500	44,7077	49,6300	54,5500	57,0056
36	1000	100	0,043	15000	11,0750	18,7375	25,0583	30,9813	33,9444	39,1727	44,4269	49,3600	54,3912	56,8528
36	1500	5	0,923	22500	73,3250	78,4500	82,0833	83,7375	84,7444	86,4727	87,8500	88,7467	89,7618	90,3222
36	1500	10	0,750	22500	54,8250	62,5625	67,4250	70,8938	72,2444	74,8864	77,7115	79,9333	81,9000	82,8222
36	1500	15	0,571	22500	40,9750	50,4000	56,8333	61,3938	63,2667	66,5636	70,0038	72,9033	75,7912	77,1361
36	1500	20	0,429	22500	33,9000	42,2125	49,2917	54,0063	56,2111	60,4318	64,1538	67,6133	70,7647	72,2389
36	1500	30	0,250	22500	22,9250	32,5375	39,6333	45,0375	47,3444	52,2727	56,4385	60,5067	64,3235	66,2333
36	1500	50	0,107	22500	15,4500	23,7500	30,1500	35,8625	38,4389	44,0636	49,0808	53,6800	57,9529	60,0917
36	1500	70	0,058	22500	12,0500	19,5125	26,2500	32,1063	34,9444	40,1000	43,3654	50,4700	55,2206	57,3972
36	1500	90	0,036	22500	10,4500	17,7875	24,2917	30,2750	32,9056	38,3000	43,2077	48,1433	53,1324	55,7111
36	1500	100	0,029	22500	10,5000	17,5875	23,8083	29,0125	31,8444	37,3318	42,5808	47,4600	52,7029	55,1889
36	2500	5	0,878	37500	68,0000	73,7625	77,6083	79,8313	81,0722	82,9864	84,6923	86,3667	87,5912	88,3167
36	2500	10	0,643	37500	46,1500	55,2750	61,1583	65,5500	67,0556	70,3136	73,2500	76,0100	78,1647	79,1778
36	2500	15	0,444	37500	33,6250	43,3750	50,1833	54,7750	56,9000	60,9364	64,8192	68,3400	71,4647	72,9861
36	2500	20	0,310	37500	27,1500	36,0375	43,0750	48,1250	50,7111	55,1318	59,1962	62,7700	66,6441	68,3889

...continua...

Tabela 3B, Cont.

36	2500	30	0,167	37500	19,2750	28,4750	34,7250	40,5688	43,3444	48,2773	52,8231	57,2900	61,5029	63,5611
36	2500	50	0,067	37500	12,6000	21,2375	27,6750	33,6500	36,2167	41,2091	46,0346	50,9500	55,5000	57,9361
36	2500	70	0,035	37500	10,2250	18,0625	24,1167	30,3000	32,8778	38,0182	43,3154	48,4633	53,2853	55,7889
36	2500	90	0,022	37500	9,3500	15,6625	21,8750	28,1438	31,1944	36,1591	41,8077	46,9567	52,1235	54,6139
36	2500	100	0,018	37500	8,7000	15,7125	21,9083	27,8500	30,5056	36,0727	41,5154	46,6300	51,7853	54,4583
36	1000	5	0,977	35000	84,2750	87,6125	88,9417	90,6750	91,1111	91,9545	92,8577	93,3667	94,1618	94,4500
36	1000	10	0,913	35000	71,8500	77,4250	80,3583	82,6313	83,4889	85,3500	86,9846	88,1667	89,2824	89,9444
36	1000	15	0,824	35000	62,3000	69,0375	73,0167	75,6125	77,0056	79,4409	81,4269	83,0633	84,7382	85,6306
36	1000	20	0,724	35000	53,3250	60,5125	65,4083	69,7063	71,2000	74,0455	76,3154	78,5400	80,6588	81,6389
36	1000	30	0,539	35000	39,3500	49,1750	55,2750	59,7938	61,9278	65,2864	68,5615	71,7133	74,5265	75,8000
36	1000	50	0,296	35000	26,4750	34,9125	42,0333	47,3375	49,7778	54,4455	58,4308	62,3233	66,1971	68,0389
36	1000	70	0,177	35000	19,9500	28,1625	34,7333	40,6750	43,2444	48,1727	53,0808	57,5067	61,6912	63,6667
36	1000	90	0,115	35000	15,7500	24,5125	31,0250	37,0500	39,6111	44,5091	49,4846	53,9633	58,2529	60,5750
36	1000	100	0,095	35000	15,2250	23,0500	29,0250	35,1188	38,0278	43,3000	48,3038	53,2300	57,6794	60,1333
36	1500	5	0,966	52500	81,9500	85,0500	87,2167	88,4125	89,2778	90,4136	91,3423	92,2333	93,0941	93,4361
36	1500	10	0,875	52500	68,4500	73,3500	76,8750	79,6375	80,6278	82,6364	84,1769	85,6167	87,2500	87,9972
36	1500	15	0,757	52500	56,7250	63,9000	67,8500	71,8939	73,3611	75,7818	77,8385	80,2233	82,1147	82,9361
36	1500	20	0,636	52500	46,9750	55,0750	61,0667	65,0813	66,8500	70,2455	72,9654	75,4700	77,8412	79,0583
36	1500	30	0,438	52500	34,7750	43,0125	49,8917	54,8125	57,1111	61,2318	64,7654	67,8533	70,8912	72,4750
36	1500	50	0,219	52500	21,5250	31,1250	38,1917	43,6500	46,2222	50,8182	55,3038	59,6133	63,4059	65,2806
36	1500	70	0,125	52500	15,9750	24,4500	30,7167	37,0688	40,0056	45,1045	50,2654	54,6933	58,9412	61,2111
36	1500	90	0,080	52500	12,8000	20,6750	27,6667	34,2438	37,1778	42,0500	47,2500	51,9767	56,8676	59,1694
36	1500	100	0,065	52500	11,7500	20,3750	27,1250	32,8688	35,9889	41,2500	46,2692	50,9700	55,7029	58,1028
36	2500	5	0,944	87500	77,6500	81,5375	84,1167	86,0000	86,8611	87,8045	89,0654	90,2400	91,3618	91,7472
36	2500	10	0,808	87500	60,5750	67,6250	71,5667	74,8500	76,0222	78,4636	80,4769	82,3937	84,1000	84,9528
36	2500	15	0,651	87500	48,1000	56,3250	61,5333	65,4250	67,1667	70,6136	73,4462	76,0600	78,4647	79,4528
36	2500	20	0,512	87500	37,4750	47,2000	53,1667	58,0250	59,9389	63,9818	67,8269	70,7033	73,4000	74,7167
36	2500	30	0,318	87500	29,3250	36,2625	43,2917	48,5875	51,3889	56,0636	60,1385	63,8433	67,2382	68,8278
36	2500	50	0,144	87500	17,3500	26,4250	33,0167	38,6625	41,4278	46,3273	51,2038	55,7033	60,1029	62,1389
36	2500	70	0,079	87500	12,9500	21,1750	27,9417	34,3563	36,9833	42,1864	47,2000	52,2767	56,8588	59,2111
36	2500	90	0,049	87500	11,3500	19,7375	25,9250	31,5875	34,1444	39,7773	44,6615	49,6500	54,3765	56,7333
36	2500	100	0,040	87500	9,6250	17,6625	24,4917	31,1250	33,9444	38,6864	43,8269	49,0267	54,1206	56,6111

TABELA 4B Valores de repetibilidade (r^2) para diferentes coeficientes de variação em três valores da relação c, para a cultura do feijão.

CVp	r^2		
	c = 4	c = 8	c = 12
5	0,4286	0,2727	0,2000
10	0,4286	0,2727	0,2000
15	0,4286	0,2727	0,2000
20	0,4286	0,2727	0,2000
25	0,4286	0,2727	0,2000
30	0,4286	0,2727	0,2000
40	0,4286	0,2727	0,2000
50	0,4286	0,2727	0,2000
70	0,4286	0,2727	0,2000
90	0,4286	0,2727	0,2000
100	0,4286	0,2727	0,2000

TABELA 5B Coeficiente de correlação de Spearman (r_s) para três valores médios (500, 1000, 1500) de produtividade de feijão (kg/ha) em populações de 25, 30 e 35 genótipos.

Relação c	r^2	CVp	Correlação de Spearman								
			25 genótipos			30 genótipos			36 genótipos		
			500	1.000	1.500	500	1.000	1.500	500	1.000	1.500
4	0,4286	5	0,6140	0,6177	0,6174	0,6217	0,6176	0,6191	0,6245	0,6205	0,6217
4	0,4286	10	0,6171	0,6128	0,6246	0,6196	0,6178	0,6171	0,6226	0,6224	0,6210
4	0,4286	15	0,6157	0,6156	0,6179	0,6238	0,6176	0,6205	0,6234	0,6185	0,6220
4	0,4286	20	0,6139	0,6120	0,6166	0,6182	0,6135	0,6177	0,6213	0,6228	0,6284
4	0,4286	25	0,6112	0,6177	0,6133	0,6203	0,6167	0,6227	0,6228	0,6252	0,6207
4	0,4286	30	0,6123	0,6166	0,6127	0,6215	0,6188	0,6242	0,6202	0,6254	0,6206
4	0,4286	40	0,6146	0,6159	0,6141	0,6172	0,6220	0,6220	0,6234	0,6231	0,6230
4	0,4286	50	0,6163	0,6118	0,6195	0,6206	0,6182	0,6181	0,6218	0,6228	0,6215
4	0,4286	70	0,6128	0,6155	0,6136	0,6198	0,6169	0,6205	0,6191	0,6180	0,6218
4	0,4286	90	0,6196	0,6107	0,6180	0,6165	0,6205	0,6191	0,6236	0,6220	0,6228
4	0,4286	100	0,6174	0,6169	0,6135	0,6210	0,6208	0,6174	0,6213	0,6248	0,6244
8	0,2727	5	0,4866	0,4874	0,4926	0,4909	0,4923	0,4882	0,4970	0,4938	0,4896
8	0,2727	10	0,4845	0,4791	0,4826	0,4911	0,4925	0,4911	0,4907	0,4923	0,4944
8	0,2727	15	0,4884	0,4858	0,4834	0,4961	0,4924	0,4856	0,4885	0,4928	0,4862
8	0,2727	20	0,4858	0,4830	0,4860	0,4878	0,4943	0,4923	0,4906	0,4906	0,4875
8	0,2727	25	0,4791	0,4831	0,4848	0,4949	0,4893	0,4898	0,4863	0,4931	0,4908
8	0,2727	30	0,4878	0,4867	0,4826	0,4876	0,4880	0,4817	0,4892	0,4958	0,4881
8	0,2727	40	0,4868	0,4801	0,4843	0,4879	0,4916	0,4854	0,4877	0,4899	0,4915
8	0,2727	50	0,4891	0,4863	0,4895	0,4879	0,4888	0,4873	0,4992	0,4914	0,5004
8	0,2727	70	0,4896	0,4826	0,4884	0,4934	0,4889	0,4924	0,4850	0,4925	0,4953
8	0,2727	90	0,4886	0,4819	0,4885	0,4933	0,4902	0,4873	0,4921	0,4905	0,4922
8	0,2727	100	0,4847	0,4953	0,4813	0,4901	0,4914	0,4911	0,4888	0,4937	0,4888
12	0,2000	5	0,4135	0,4137	0,4191	0,4155	0,4180	0,4226	0,4223	0,4183	0,4209

...continua...

TABELA 5B, Cont.

12	0,2000	10	0,4174	0,4111	0,4144	0,4145	0,4160	0,4191	0,4179	0,4207	0,4197
12	0,2000	15	0,4115	0,4140	0,4174	0,4135	0,4211	0,4171	0,4237	0,4218	0,4163
12	0,2000	20	0,4164	0,4156	0,4080	0,4202	0,4190	0,4162	0,4197	0,4182	0,4194
12	0,2000	25	0,4205	0,4156	0,4194	0,4142	0,4124	0,4170	0,4182	0,4229	0,4202
12	0,2000	30	0,4091	0,4122	0,4186	0,4135	0,4127	0,4144	0,4184	0,4173	0,4174
12	0,2000	40	0,4131	0,4105	0,4172	0,4241	0,4225	0,4174	0,4215	0,4135	0,4205
12	0,2000	50	0,4113	0,4116	0,4085	0,4134	0,4184	0,4169	0,4199	0,4241	0,4261
12	0,2000	70	0,4191	0,4156	0,4195	0,4243	0,4209	0,4153	0,4170	0,4232	0,4188
12	0,2000	90	0,4164	0,4111	0,4155	0,4175	0,4126	0,4180	0,4196	0,4203	0,4193
12	0,2000	100	0,4187	0,4145	0,4142	0,4239	0,4136	0,4122	0,4245	0,4182	0,4167

TABELA 6B Coeficiente de correlação de Spearman (r_s) para a cultura do milho em função do coeficiente de variação populacional (CV), coeficiente de variação genético (CVg), da média de produtividade e da repetibilidade (r^2) em uma população com 15, 20 e 25.

CV	CVg	Média	r^2	r_s		
				15 gen	20 gen	25 gen
5	5	5000	0,444	0,616	0,628	0,628
5	5	7000	0,364	0,549	0,564	0,568
5	5	9000	0,308	0,508	0,506	0,517
10	5	5000	0,167	0,374	0,372	0,379
10	5	7000	0,125	0,313	0,327	0,326
10	5	9000	0,100	0,283	0,293	0,289
15	5	5000	0,082	0,249	0,272	0,262
15	5	7000	0,060	0,221	0,230	0,221
15	5	9000	0,048	0,197	0,203	0,193
20	5	5000	0,047	0,194	0,193	0,206
20	5	7000	0,035	0,166	0,166	0,175
20	5	9000	0,027	0,143	0,157	0,152
30	5	5000	0,022	0,128	0,115	0,113
30	5	7000	0,016	0,122	0,132	0,136
30	5	9000	0,012	0,098	0,103	0,103
50	5	5000	0,008	0,087	0,069	0,079
50	5	7000	0,006	0,064	0,072	0,065
50	5	9000	0,004	0,063	0,065	0,060
70	5	5000	0,004	0,055	0,060	0,057
70	5	7000	0,003	0,048	0,043	0,057
70	5	9000	0,003	0,046	0,047	0,043
90	5	5000	0,002	0,040	0,040	0,033
90	5	7000	0,002	0,038	0,051	0,040
90	5	9000	0,002	0,034	0,034	0,040
100	5	5000	0,002	0,033	0,027	0,029
100	5	7000	0,001	0,032	0,039	0,047
100	5	9000	0,001	0,026	0,029	0,031
5	15	5000	0,706	0,794	0,803	0,806
5	15	7000	0,632	0,742	0,750	0,757
5	15	9000	0,571	0,706	0,712	0,715
10	15	5000	0,375	0,565	0,565	0,572
10	15	7000	0,300	0,502	0,506	0,513
10	15	9000	0,250	0,460	0,464	0,463
15	15	5000	0,211	0,423	0,421	0,428
15	15	7000	0,160	0,369	0,379	0,364
15	15	9000	0,130	0,326	0,329	0,335
20	15	5000	0,129	0,313	0,325	0,334
20	15	7000	0,097	0,273	0,287	0,288
20	15	9000	0,077	0,245	0,258	0,259
30	15	5000	0,063	0,234	0,233	0,233
30	15	7000	0,046	0,192	0,195	0,200
30	15	9000	0,036	0,170	0,174	0,173
50	15	5000	0,023	0,132	0,140	0,139
50	15	7000	0,017	0,124	0,112	0,117
50	15	9000	0,013	0,100	0,106	0,101
70	15	5000	0,012	0,098	0,105	0,096

...continua...

TABELA 6B, Cont.

70	15	7000	0,009	0,077	0,075	0,076
70	15	9000	0,007	0,074	0,071	0,059
90	15	5000	0,007	0,072	0,080	0,071
90	15	7000	0,006	0,072	0,085	0,078
90	15	9000	0,005	0,067	0,068	0,068
100	15	5000	0,004	0,056	0,057	0,062
100	15	7000	0,004	0,053	0,054	0,063
100	15	9000	0,003	0,051	0,051	0,058
5	35	5000	0,849	0,880	0,892	0,894
5	35	7000	0,800	0,849	0,859	0,863
5	35	9000	0,757	0,823	0,837	0,839
10	35	5000	0,583	0,712	0,728	0,725
10	35	7000	0,500	0,654	0,663	0,670
10	35	9000	0,438	0,608	0,617	0,626
15	35	5000	0,384	0,569	0,570	0,580
15	35	7000	0,308	0,508	0,514	0,524
15	35	9000	0,259	0,474	0,467	0,478
20	35	5000	0,257	0,472	0,479	0,475
20	35	7000	0,200	0,401	0,412	0,418
20	35	9000	0,163	0,369	0,370	0,376
30	35	5000	0,135	0,330	0,337	0,341
30	35	7000	0,100	0,285	0,287	0,299
30	35	9000	0,080	0,263	0,253	0,260
50	35	5000	0,053	0,209	0,211	0,218
50	35	7000	0,039	0,171	0,178	0,181
50	35	9000	0,030	0,153	0,167	0,163
70	35	5000	0,028	0,148	0,156	0,155
70	35	7000	0,020	0,130	0,126	0,128
70	35	9000	0,017	0,121	0,121	0,116
90	35	5000	0,016	0,116	0,116	0,114
90	35	7000	0,014	0,112	0,114	0,105
90	35	9000	0,012	0,093	0,095	0,097
100	35	5000	0,010	0,088	0,091	0,098
100	35	7000	0,010	0,081	0,097	0,088
100	35	9000	0,008	0,072	0,082	0,086

TABELA 7B Valores da correlação de Spearman (r_s) para a cultura do milho em todas as configurações simuladas.

GEN	Relação c	Média	CVp	r^2	\varnothing_g	σ_e^2	Correlação de Spearman			r_s min	r_s max
							Geral	CV > 20	CV ≤ 20		
15	2,50	5000	5	0,444	25000	62500	0,6164	0	0,6164	-0,2786	0,9607
15	10,00	5000	10	0,167	25000	250000	0,3737	0	0,3737	-0,5143	0,9179
15	22,50	5000	15	0,082	25000	562500	0,2489	0,2653	0,2481	-0,6107	0,8857
15	40,00	5000	20	0,048	25000	1000000	0,1937	0,1915	0,1954	-0,7571	0,9321
15	90,00	5000	30	0,022	25000	2250000	0,1223	0,1211	0,1481	-0,8000	0,8464
15	250,00	5000	50	0,008	25000	6250000	0,0867	0,0866	0,3143	-0,8393	0,8286
15	490,00	5000	70	0,004	25000	12250000	0,0554	0,0554	0	-0,8071	0,7786
15	810,00	5000	90	0,003	25000	20250000	0,0380	0,0380	0	-0,8286	0,8143
15	1000,00	5000	100	0,002	25000	25000000	0,0315	0,0315	0	-0,7071	0,7500
15	3,50	7000	5	0,364	35000	122500	0,5489	0	0,5489	-0,5786	0,9286
15	14,00	7000	10	0,125	35000	490000	0,3134	0	0,3134	-0,7393	0,8821
15	31,50	7000	15	0,060	35000	1102500	0,2205	0,2005	0,2214	-0,7107	0,8536
15	56,00	7000	20	0,035	35000	1960000	0,1659	0,1666	0,1653	-0,7857	0,8893
15	126,00	7000	30	0,016	35000	4410000	0,1281	0,1265	0,1611	-0,8179	0,8679
15	350,00	7000	50	0,006	35000	12250000	0,0639	0,0638	0,2429	-0,8321	0,8214
15	686,00	7000	70	0,003	35000	24010000	0,0475	0,0475	0	-0,7179	0,8107
15	1134,00	7000	90	0,002	35000	39690000	0,0400	0,0400	0	-0,7607	0,8250
15	1400,00	7000	100	0,001	35000	49000000	0,0342	0,0342	0	-0,7714	0,7679
15	4,50	9000	5	0,308	45000	202500	0,5083	0	0,5083	-0,4964	0,9143
15	18,00	9000	10	0,100	45000	810000	0,2825	0	0,2825	-0,5893	0,8536
15	40,50	9000	15	0,047	45000	1822500	0,1965	0,2123	0,1959	-0,6929	0,8250
15	72,00	9000	20	0,027	45000	3240000	0,1430	0,1384	0,1470	-0,6643	0,9000
15	162,00	9000	30	0,012	45000	7290000	0,0984	0,0983	0,1026	-0,8214	0,8357
15	450,00	9000	50	0,004	45000	20250000	0,0631	0,0631	0	-0,8214	0,7536
15	882,00	9000	70	0,002	45000	39690000	0,0455	0,0455	0	-0,8321	0,8393
15	1458,00	9000	90	0,001	45000	65610000	0,0264	0,0264	0	-0,7571	0,8071
15	1800,00	9000	100	0,001	45000	81000000	0,0332	0,0332	0	-0,7107	0,8750
15	0,83	5000	5	0,706	75000	62500	0,7940	0	0,7940	0,2071	0,9821
15	3,33	5000	10	0,375	75000	250000	0,5646	0	0,5646	-0,2107	0,9500
15	7,50	5000	15	0,211	75000	562500	0,4232	0,3429	0,4261	-0,4821	0,9107
15	13,33	5000	20	0,130	75000	1000000	0,3258	0,3373	0,3160	-0,5250	0,9107
15	30,00	5000	30	0,063	75000	2250000	0,2339	0,2338	0,2365	-0,6714	0,9429
15	83,33	5000	50	0,023	75000	6250000	0,1320	0,1322	-0,5710	-0,8179	0,8500
15	163,30	5000	70	0,012	75000	12250000	0,0981	0,0981	0	-0,6571	0,8179
15	270,00	5000	90	0,007	75000	20250000	0,0768	0,0768	0	-0,7536	0,8571

...continua...

Tabela 7B, Cont.

15	333,30	5000	100	0,006	75000	25000000	0,0668	0,0668	0	-0,8000	0,7607
15	1,17	7000	5	0,632	105000	122500	0,7416	0	0,7416	0,0857	0,9857
15	4,67	7000	10	0,300	105000	490000	0,5021	0	0,5021	-0,3214	0,9393
15	10,50	7000	15	0,160	105000	1102500	0,3690	0,4008	0,3675	-0,6250	0,8857
15	18,67	7000	20	0,097	105000	1960000	0,2729	0,2551	0,2867	-0,7321	0,9214
15	42,00	7000	30	0,046	105000	4410000	0,1923	0,1889	0,2680	-0,7321	0,9107
15	116,70	7000	50	0,017	105000	12250000	0,1241	0,1241	0,1071	-0,7179	0,8929
15	228,70	7000	70	0,009	105000	24010000	0,0717	0,0717	0	-0,7607	0,7857
15	378,00	7000	90	0,005	105000	39690000	0,0742	0,0742	0	-0,7071	0,8821
15	466,70	7000	100	0,004	105000	49000000	0,0528	0,0528	0	-0,7750	0,8393
15	1,50	9000	5	0,571	135000	202500	0,7056	0	0,7056	-0,1536	0,9679
15	6,00	9000	10	0,250	135000	810000	0,4603	0	0,4603	-0,5036	0,9321
15	13,50	9000	15	0,129	135000	1822500	0,3128	0,3632	0,3107	-0,6000	0,9179
15	24,00	9000	20	0,077	135000	3240000	0,2449	0,2480	0,2426	-0,6036	0,8679
15	54,00	9000	30	0,036	135000	7290000	0,1699	0,1707	0,1501	-0,7000	0,8536
15	150,00	9000	50	0,013	135000	20250000	0,1000	0,0999	0,3214	-0,7857	0,8464
15	294,00	9000	70	0,007	135000	39690000	0,0718	0,0718	0	-0,7929	0,8750
15	486,00	9000	90	0,004	135000	65610000	0,0563	0,0563	0	-0,8000	0,7893
15	600,00	9000	100	0,003	135000	81000000	0,0514	0,0514	0	-0,8107	0,8500
15	0,36	5000	5	0,849	175000	62500	0,8802	0	0,8802	0,4429	0,9964
15	1,43	5000	10	0,583	175000	250000	0,7124	0	0,7124	-0,1643	0,9607
15	3,21	5000	15	0,384	175000	562500	0,5691	0,5652	0,5693	-0,1857	0,9464
15	5,71	5000	20	0,259	175000	1000000	0,4736	0,4696	0,4770	-0,5821	0,9214
15	12,86	5000	30	0,135	175000	2250000	0,3298	0,3298	0,3301	-0,5429	0,9000
15	35,71	5000	50	0,053	175000	6250000	0,2089	0,2089	0	-0,5643	0,8786
15	70,00	5000	70	0,028	175000	12250000	0,1484	0,1484	0	-0,6857	0,8143
15	115,70	5000	90	0,017	175000	20250000	0,1213	0,1213	0	-0,6750	0,8643
15	142,90	5000	100	0,014	175000	25000000	0,1117	0,1117	0	-0,8107	0,8250
15	0,50	7000	5	0,800	245000	122500	0,8494	0	0,8494	0,3536	0,9929
15	2,00	7000	10	0,500	245000	490000	0,6535	0	0,6535	-0,1429	0,9643
15	4,50	7000	15	0,308	245000	1102500	0,5082	0,5089	0,5082	-0,3250	0,9393
15	8,00	7000	20	0,200	245000	1960000	0,4010	0,3968	0,4043	-0,5250	0,9500
15	18,00	7000	30	0,100	245000	4410000	0,2845	0,2836	0,3017	-0,5714	0,8821
15	50,00	7000	50	0,039	245000	12250000	0,1710	0,1710	0	-0,6536	0,8250
15	98,00	7000	70	0,020	245000	24010000	0,1296	0,1296	0	-0,7036	0,8071
15	162,00	7000	90	0,012	245000	39690000	0,0934	0,0934	0	-0,7286	0,8179
15	200,00	7000	100	0,010	245000	49000000	0,0884	0,0884	0	-0,6893	0,7893
15	0,64	9000	5	0,757	315000	202500	0,8231	0	0,8231	0,3000	0,9821
15	2,57	9000	10	0,438	315000	810000	0,6076	0	0,6076	-0,2607	0,9607
15	5,79	9000	15	0,257	315000	1822500	0,4723	0,4890	0,4718	-0,5036	0,9643
15	10,29	9000	20	0,163	315000	3240000	0,3689	0,3773	0,3616	-0,5929	0,9214
15	23,14	9000	30	0,080	315000	7290000	0,2632	0,2634	0,2594	-0,6857	0,8786

...continua...

Tabela 7B, Cont.

15	64,29	9000	50	0,030	315000	20250000	0,1525	0,1526	0,0893	-0,6929	0,8821
15	126,00	9000	70	0,016	315000	39690000	0,1156	0,1156	0	-0,7464	0,8643
15	208,30	9000	90	0,010	315000	65610000	0,0806	0,0806	0	-0,8000	0,8786
15	257,10	9000	100	0,008	315000	81000000	0,0724	0,0724	0	-0,7464	0,8393
20	2,50	5000	5	0,444	25000	62500	0,6278	0	0,6278	0,0075	0,9263
20	10,00	5000	10	0,167	25000	250000	0,3718	0	0,3718	-0,5143	0,8481
20	22,50	5000	15	0,082	25000	562500	0,2717	0,2134	0,2731	-0,4421	0,8602
20	40,00	5000	20	0,048	25000	1000000	0,1932	0,1871	0,1984	-0,5173	0,8421
20	90,00	5000	30	0,022	25000	2250000	0,1319	0,1327	0,0987	-0,5789	0,7504
20	250,00	5000	50	0,008	25000	6250000	0,0690	0,0690	0	-0,5895	0,7414
20	490,00	5000	70	0,004	25000	12250000	0,0603	0,0603	0	-0,6526	0,7338
20	810,00	5000	90	0,003	25000	20250000	0,0514	0,0514	0	-0,6135	0,7850
20	1000,00	5000	100	0,002	25000	25000000	0,0386	0,0386	0	-0,7158	0,7639
20	3,50	7000	5	0,364	35000	122500	0,5637	0	0,5637	-0,0767	0,9263
20	14,00	7000	10	0,125	35000	490000	0,3272	0	0,3272	-0,3308	0,8662
20	31,50	7000	15	0,060	35000	1102500	0,2295	0,2325	0,2294	-0,5293	0,7669
20	56,00	7000	20	0,035	35000	1960000	0,1664	0,1595	0,1726	-0,5955	0,8511
20	126,00	7000	30	0,016	35000	4410000	0,1146	0,1150	0,0971	-0,7444	0,7729
20	350,00	7000	50	0,006	35000	12250000	0,0716	0,0716	0	-0,6226	0,7173
20	686,00	7000	70	0,003	35000	24010000	0,0427	0,0427	0	-0,8030	0,7579
20	1134,00	7000	90	0,002	35000	39690000	0,0395	0,0395	0	-0,7429	0,6692
20	1400,00	7000	100	0,001	35000	49000000	0,0335	0,0335	0	-0,6331	0,6632
20	4,50	9000	5	0,308	45000	202500	0,5060	0	0,5060	-0,2120	0,8977
20	18,00	9000	10	0,100	45000	810000	0,2934	0	0,2934	-0,4722	0,8436
20	40,50	9000	15	0,047	45000	1822500	0,2027	0,1539	0,2036	-0,6090	0,7895
20	72,00	9000	20	0,027	45000	3240000	0,1574	0,1596	0,1556	-0,5624	0,8211
20	162,00	9000	30	0,012	45000	7290000	0,1034	0,1031	0,1169	-0,5880	0,7835
20	450,00	9000	50	0,004	45000	20250000	0,0645	0,0645	0	-0,6090	0,7429
20	882,00	9000	70	0,002	45000	39690000	0,0474	0,0474	0	-0,7248	0,7940
20	1458,00	9000	90	0,001	45000	65610000	0,0291	0,0291	0	-0,6947	0,6977
20	1800,00	9000	100	0,001	45000	81000000	0,0267	0,0267	0	-0,6632	0,7263
20	0,83	5000	5	0,706	75000	62500	0,8026	0	0,8026	0,3023	0,9684
20	3,33	5000	10	0,375	75000	250000	0,5654	0	0,5654	-0,2466	0,9278
20	7,50	5000	15	0,211	75000	562500	0,4208	0,4327	0,4206	-0,2556	0,8496
20	13,33	5000	20	0,130	75000	1000000	0,3294	0,3251	0,3331	-0,5429	0,8797
20	30,00	5000	30	0,063	75000	2250000	0,2330	0,2344	0,1553	-0,5218	0,7805
20	83,33	5000	50	0,023	75000	6250000	0,1397	0,1397	0	-0,7338	0,7564
20	163,30	5000	70	0,012	75000	12250000	0,1051	0,1051	0	-0,5925	0,7444
20	270,00	5000	90	0,007	75000	20250000	0,0753	0,0753	0	-0,5955	0,7008
20	333,30	5000	100	0,006	75000	25000000	0,0676	0,0676	0	-0,6707	0,7263
20	1,17	7000	5	0,632	105000	122500	0,7495	0	0,7495	0,1805	0,9774
20	4,67	7000	10	0,300	105000	490000	0,5055	0	0,5055	-0,2120	0,9113

...continua...

Tabela 7B, Cont.

20	10,50	7000	15	0,160	105000	1102500	0,3792	0,4080	0,3786	-0,5429	0,8887
20	18,67	7000	20	0,097	105000	1960000	0,2868	0,2902	0,2839	-0,3910	0,8361
20	42,00	7000	30	0,046	105000	4410000	0,1949	0,1955	0,1692	-0,5248	0,7985
20	116,70	7000	50	0,017	105000	12250000	0,1120	0,1120	0	-0,6827	0,7564
20	228,70	7000	70	0,009	105000	24010000	0,0846	0,0846	0	-0,7549	0,8060
20	378,00	7000	90	0,005	105000	39690000	0,0707	0,0707	0	-0,6662	0,7805
20	466,70	7000	100	0,004	105000	49000000	0,0543	0,0543	0	-0,6346	0,6752
20	1,50	9000	5	0,571	135000	202500	0,7120	0	0,7120	0,1278	0,9519
20	6,00	9000	10	0,250	135000	810000	0,4640	0	0,4640	-0,2526	0,9053
20	13,50	9000	15	0,129	135000	1822500	0,3249	0,3077	0,3252	-0,5248	0,8346
20	24,00	9000	20	0,077	135000	3240000	0,2581	0,2525	0,2630	-0,5579	0,8391
20	54,00	9000	30	0,036	135000	7290000	0,1736	0,1731	0,2021	-0,7233	0,7429
20	150,00	9000	50	0,013	135000	20250000	0,1058	0,1058	0	-0,7023	0,7820
20	294,00	9000	70	0,007	135000	39690000	0,0799	0,0799	0	-0,6511	0,7459
20	486,00	9000	90	0,004	135000	65610000	0,0573	0,0573	0	-0,6195	0,6556
20	600,00	9000	100	0,003	135000	81000000	0,0506	0,0506	0	-0,6947	0,7534
20	0,36	5000	5	0,849	175000	62500	0,8915	0	0,8915	0,4902	0,9880
20	1,43	5000	10	0,583	175000	250000	0,7278	0	0,7278	-0,0180	0,9474
20	3,21	5000	15	0,384	175000	562500	0,5696	0,5346	0,5705	-0,0797	0,9308
20	5,71	5000	20	0,259	175000	1000000	0,4674	0,4685	0,4665	-0,2602	0,8842
20	12,86	5000	30	0,135	175000	2250000	0,3370	0,3374	0,3241	-0,3835	0,8256
20	35,71	5000	50	0,053	175000	6250000	0,2111	0,2111	0	-0,5955	0,8015
20	70,00	5000	70	0,028	175000	12250000	0,1564	0,1564	0	-0,5955	0,7444
20	115,70	5000	90	0,017	175000	20250000	0,1211	0,1211	0	-0,6045	0,7263
20	142,90	5000	100	0,014	175000	25000000	0,1140	0,1140	0	-0,6632	0,6812
20	0,50	7000	5	0,800	245000	122500	0,8593	0	0,8593	0,3940	0,9850
20	2,00	7000	10	0,500	245000	490000	0,6632	0	0,6632	0,0361	0,9459
20	4,50	7000	15	0,308	245000	1102500	0,5140	0,5211	0,5138	-0,1865	0,9158
20	8,00	7000	20	0,200	245000	1960000	0,4124	0,4217	0,4042	-0,2992	0,8316
20	18,00	7000	30	0,100	245000	4410000	0,2872	0,2871	0,2896	-0,6466	0,7970
20	50,00	7000	50	0,039	245000	12250000	0,1776	0,1776	0	-0,6150	0,8376
20	98,00	7000	70	0,020	245000	24010000	0,1258	0,1258	0	-0,7173	0,7459
20	162,00	7000	90	0,012	245000	39690000	0,0948	0,0948	0	-0,6391	0,6872
20	200,00	7000	100	0,010	245000	49000000	0,0908	0,0908	0	-0,6030	0,7323
20	0,64	9000	5	0,757	315000	202500	0,8369	0	0,8369	0,3850	0,9744
20	2,57	9000	10	0,438	315000	810000	0,6174	0	0,6174	-0,2647	0,9414
20	5,79	9000	15	0,257	315000	1822500	0,4788	0,4707	0,4790	-0,2241	0,8737
20	10,29	9000	20	0,163	315000	3240000	0,3701	0,3753	0,3658	-0,4271	0,8571
20	23,14	9000	30	0,080	315000	7290000	0,2526	0,2520	0,2761	-0,4421	0,8211
20	64,29	9000	50	0,030	315000	20250000	0,1670	0,1670	0	-0,6451	0,7474
20	126,00	9000	70	0,016	315000	39690000	0,1163	0,1163	0	-0,5699	0,7774
20	208,30	9000	90	0,010	315000	65610000	0,0970	0,0970	0	-0,6556	0,8000

...continua...

Tabela 7B, Cont.

20	257,10	9000	100	0,008	315000	81000000	0,0822	0,0822	0	-0,6541	0,7564
25	2,50	5000	5	0,444	25000	62500	0,6284	0	0,6284	0,0400	0,9185
25	10,00	5000	10	0,167	25000	250000	0,3793	0	0,3793	-0,2723	0,8792
25	22,50	5000	15	0,082	25000	562500	0,2623	0,2833	0,2620	-0,3885	0,7938
25	40,00	5000	20	0,048	25000	1000000	0,2056	0,2018	0,2089	-0,4308	0,7315
25	90,00	5000	30	0,022	25000	2250000	0,1359	0,1364	0,0806	-0,5408	0,7685
25	250,00	5000	50	0,008	25000	6250000	0,0794	0,0794	0	-0,6054	0,6831
25	490,00	5000	70	0,004	25000	12250000	0,0570	0,0570	0	-0,5669	0,7000
25	810,00	5000	90	0,025	25000	20250000	0,0397	0,0397	0	-0,6331	0,6162
25	1000,00	5000	100	0,002	25000	25000000	0,0472	0,0472	0	-0,5631	0,5854
25	3,50	7000	5	0,364	35000	122500	0,5683	0	0,5683	-0,1377	0,8908
25	14,00	7000	10	0,125	35000	490000	0,3257	0	0,3257	-0,3385	0,8569
25	31,50	7000	15	0,060	35000	1102500	0,2214	0,3059	0,2204	-0,5946	0,7646
25	56,00	7000	20	0,035	35000	1960000	0,1748	0,1660	0,1820	-0,6638	0,7231
25	126,00	7000	30	0,016	35000	4410000	0,1133	0,1134	0,1104	-0,5731	0,7000
25	350,00	7000	50	0,006	35000	12250000	0,0654	0,0654	0	-0,5777	0,6269
25	686,00	7000	70	0,003	35000	24010000	0,0571	0,0571	0	-0,5931	0,6738
25	1134,00	7000	90	0,002	35000	39690000	0,0327	0,0327	0	-0,6123	0,8262
25	1400,00	7000	100	0,001	35000	49000000	0,0395	0,0395	0	-0,6785	0,6215
25	4,50	9000	5	0,308	45000	202500	0,5166	0	0,5166	-0,1323	0,9215
25	18,00	9000	10	0,100	45000	810000	0,2890	0	0,2890	-0,4946	0,7977
25	40,50	9000	15	0,047	45000	1822500	0,1925	0,2072	0,1924	-0,4554	0,7277
25	72,00	9000	20	0,027	45000	3240000	0,1523	0,1519	0,1527	-0,5154	0,7077
25	162,00	9000	30	0,012	45000	7290000	0,1033	0,1034	0,0918	-0,5700	0,7446
25	450,00	9000	50	0,004	45000	20250000	0,0598	0,0598	0	-0,5792	0,6562
25	882,00	9000	70	0,002	45000	39690000	0,0425	0,0425	0	-0,5908	0,6746
25	1458,00	9000	90	0,001	45000	65610000	0,0314	0,0314	0	-0,6646	0,6862
25	1800,00	9000	100	0,001	45000	81000000	0,0287	0,0287	0	-0,6585	0,6238
25	0,83	5000	5	0,706	75000	62500	0,8059	0	0,8059	0,3438	0,9592
25	3,33	5000	10	0,375	75000	250000	0,5717	0	0,5717	-0,0423	0,8992
25	7,50	5000	15	0,211	75000	562500	0,4280	0,4769	0,4273	-0,2115	0,8438
25	13,33	5000	20	0,130	75000	1000000	0,3347	0,3373	0,3325	-0,3285	0,8538
25	30,00	5000	30	0,063	75000	2250000	0,2328	0,2335	0,1723	-0,5531	0,7808
25	83,33	5000	50	0,023	75000	6250000	0,1391	0,1391	0	-0,5777	0,6846
25	163,30	5000	70	0,012	75000	12250000	0,0961	0,0961	0	-0,5762	0,6923
25	270,00	5000	90	0,007	75000	20250000	0,0763	0,0763	0	-0,6231	0,6669
25	333,30	5000	100	0,006	75000	25000000	0,0675	0,0675	0	-0,6685	0,6654
25	1,17	7000	5	0,632	105000	122500	0,7570	0	0,7570	0,1531	0,9523
25	4,67	7000	10	0,300	105000	490000	0,5130	0	0,5130	-0,1869	0,8892
25	10,50	7000	15	0,160	105000	1102500	0,3637	0,3094	0,3643	-0,2608	0,8438
25	18,67	7000	20	0,097	105000	1960000	0,2878	0,2853	0,2900	-0,4031	0,8292
25	42,00	7000	30	0,046	105000	4410000	0,1995	0,1994	0,2096	-0,4308	0,7638

...continua...

Tabela 7B, Cont.

25	116,70	7000	50	0,017	105000	12250000	0,1171	0,1171	0	-0,5915	0,7654
25	228,70	7000	70	0,009	105000	24010000	0,0782	0,0782	0	-0,5808	0,7531
25	378,00	7000	90	0,005	105000	39690000	0,0593	0,0593	0	-0,5900	0,6769
25	466,70	7000	100	0,004	105000	49000000	0,0626	0,0626	0	-0,7177	0,7123
25	1,50	9000	5	0,571	135000	202500	0,7151	0	0,7151	0,1946	0,9431
25	6,00	9000	10	0,250	135000	810000	0,4627	0	0,4627	-0,1562	0,8392
25	13,50	9000	15	0,129	135000	1822500	0,3342	0,3767	0,3334	-0,3392	0,8338
25	24,00	9000	20	0,077	135000	3240000	0,2591	0,2701	0,2497	-0,5092	0,7492
25	54,00	9000	30	0,036	135000	7290000	0,1725	0,1731	0,1325	-0,5354	0,7123
25	150,00	9000	50	0,013	135000	20250000	0,1010	0,1010	0	-0,5885	0,7477
25	294,00	9000	70	0,007	135000	39690000	0,0708	0,0708	0	-0,5477	0,7892
25	486,00	9000	90	0,004	135000	65610000	0,0622	0,0622	0	-0,6623	0,7031
25	600,00	9000	100	0,003	135000	81000000	0,0583	0,0583	0	-0,6685	0,7315
25	0,36	5000	5	0,849	175000	62500	0,8939	0	0,8939	0,6492	0,9823
25	1,43	5000	10	0,583	175000	250000	0,7252	0	0,7252	0,2715	0,9492
25	3,21	5000	15	0,384	175000	562500	0,5799	0,6161	0,5792	-0,0823	0,9069
25	5,71	5000	20	0,259	175000	1000000	0,4775	0,4718	0,4825	-0,2385	0,8592
25	12,86	5000	30	0,135	175000	2250000	0,3408	0,3410	0,3258	-0,4692	0,8062
25	35,71	5000	50	0,053	175000	6250000	0,2178	0,2178	0	-0,4615	0,8492
25	70,00	5000	70	0,028	175000	12250000	0,1552	0,1552	0	-0,5977	0,6508
25	115,70	5000	90	0,017	175000	20250000	0,1160	0,1160	0	-0,6477	0,7000
25	142,90	5000	100	0,014	175000	25000000	0,1050	0,1050	0	-0,6838	0,7162
25	0,50	7000	5	0,800	245000	122500	0,8631	0	0,8631	0,5677	0,9738
25	2,00	7000	10	0,500	245000	490000	0,6696	0	0,6696	0,1354	0,9200
25	4,50	7000	15	0,308	245000	1102500	0,5240	0,5637	0,5235	-0,0569	0,9062
25	8,00	7000	20	0,200	245000	1960000	0,4179	0,4134	0,4219	-0,2685	0,8623
25	18,00	7000	30	0,100	245000	4410000	0,2986	0,2986	0,3020	-0,3362	0,8892
25	50,00	7000	50	0,039	245000	12250000	0,1813	0,1813	0	-0,4762	0,7338
25	98,00	7000	70	0,020	245000	24010000	0,1280	0,1280	0	-0,5385	0,7323
25	162,00	7000	90	0,012	245000	39690000	0,0970	0,0970	0	-0,5646	0,6962
25	200,00	7000	100	0,010	245000	49000000	0,0982	0,0982	0	-0,6054	0,7154
25	0,64	9000	5	0,757	315000	202500	0,8393	0	0,8393	0,4200	0,9708
25	2,57	9000	10	0,438	315000	810000	0,6264	0	0,6264	-0,0315	0,9308
25	5,79	9000	15	0,257	315000	1822500	0,4749	0,4237	0,4757	-0,2269	0,8646
25	10,29	9000	20	0,163	315000	3240000	0,3764	0,3807	0,3723	-0,2877	0,8192
25	23,14	9000	30	0,080	315000	7290000	0,2599	0,2604	0,1797	-0,4877	0,7923
25	64,29	9000	50	0,030	315000	20250000	0,1632	0,1632	0	-0,5446	0,7400
25	126,00	9000	70	0,016	315000	39690000	0,1144	0,1144	0	-0,5085	0,7069
25	208,30	9000	90	0,010	315000	65610000	0,0875	0,0875	0	-0,6331	0,7315
25	257,10	9000	100	0,008	315000	81000000	0,0857	0,0857	0	-0,6915	0,7154

TABELA 8B Proporção de coincidência dos p% selecionados para a cultura do milho em todas as configurações simuladas.

GEN	Média	CVp	r ²	∅ _x	Proporção de coincidência dos p% selecionados									
					5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
15	5000	5	0,444	25000	36,0000	45,4000	51,5000	51,5000	57,4375	62,7600	66,9917	66,9917	70,8214	74,2130
15	5000	10	0,167	25000	19,8500	30,6250	37,7000	37,7000	43,7625	49,5900	55,4250	55,4250	60,5357	65,5690
15	5000	15	0,082	25000	13,9500	23,0250	30,9000	30,9000	38,0875	44,2800	50,5500	50,5500	55,8357	61,3380
15	5000	20	0,048	25000	11,6500	20,1750	28,2000	28,2000	35,2500	42,1300	48,0917	48,0917	53,7143	59,5560
15	5000	30	0,022	25000	10,1000	18,0250	25,4000	25,4000	31,8125	38,6500	45,1083	45,1083	50,9571	57,0560
15	5000	50	0,008	25000	8,3000	16,1500	23,9667	23,9667	30,5000	37,2900	43,8333	43,8333	50,0571	56,3880
15	5000	70	0,004	25000	8,5500	15,5250	21,9500	21,9500	28,7000	35,2800	42,1583	42,1583	48,9143	55,1060
15	5000	90	0,003	25000	7,8500	14,5250	21,3833	21,3833	28,4125	35,2900	41,9333	41,9333	47,8500	54,5810
15	5000	100	0,002	25000	7,2500	14,3250	21,1333	21,1333	28,1125	34,9000	41,7000	41,7000	48,0714	54,2560
15	7000	5	0,364	35000	31,2000	40,8750	48,3000	48,3000	53,9875	59,2300	63,3250	63,3250	67,7500	71,5630
15	7000	10	0,125	35000	18,0500	27,6000	34,6667	34,6667	40,6250	47,3800	53,0417	53,0417	58,2643	63,6750
15	7000	15	0,060	35000	14,6000	24,0000	30,7000	30,7000	36,7750	43,2100	49,0167	49,0167	54,4929	60,0810
15	7000	20	0,035	35000	11,8500	20,3250	27,5333	27,5333	34,0500	40,4600	46,9333	46,9333	52,4000	58,4630
15	7000	30	0,016	35000	10,3500	18,5750	25,9833	25,9833	32,3125	39,2100	45,1417	45,1417	51,1357	57,3060
15	7000	50	0,006	35000	8,8000	17,0000	23,2667	23,2667	30,1500	36,6700	42,7500	42,7500	48,9429	54,9750
15	7000	70	0,003	35000	6,5500	13,9750	21,4833	21,4833	28,1375	35,2200	42,0750	42,0750	48,6571	55,0630
15	7000	90	0,002	35000	7,5500	15,2250	21,9500	21,9500	28,7875	35,1400	41,7917	41,7917	47,8286	54,1810
15	7000	100	0,001	35000	8,5500	15,5500	21,9833	21,9833	27,8000	34,9000	41,6250	41,6250	48,2214	54,7750
15	9000	5	0,308	45000	27,1000	37,7000	45,9500	45,9500	51,8875	57,2200	61,7167	61,7167	66,2357	70,1250
15	9000	10	0,100	45000	15,7500	26,0000	33,0833	33,0833	39,4500	45,6800	51,4417	51,4417	56,9429	62,2130
15	9000	15	0,047	45000	13,3500	21,2500	29,5833	29,5833	36,2375	42,5500	48,2500	48,2500	53,7929	59,6500
15	9000	20	0,027	45000	11,1500	19,9000	26,5167	26,5167	32,8500	39,9100	45,9333	45,9333	51,7714	57,7630
15	9000	30	0,012	45000	9,4000	16,6000	24,5167	24,5167	30,9750	37,7000	43,6833	43,6833	50,0286	56,3810
15	9000	50	0,004	45000	9,1000	14,6000	22,0167	22,0167	29,1500	35,9100	42,6833	42,6833	49,3714	55,6000
15	9000	70	0,002	45000	6,9500	15,3000	22,1667	22,1667	28,6625	35,2900	41,7083	41,7083	47,9643	54,5000
15	9000	90	0,001	45000	8,0500	14,9000	22,6000	22,6000	28,1000	34,4600	41,1500	41,1500	47,5714	53,9750
15	9000	100	0,001	45000	8,2500	14,2250	21,2000	21,2000	28,0750	34,6400	41,3250	41,3250	47,7429	54,4630
15	5000	5	0,706	75000	53,5500	60,1250	65,6667	65,6667	70,0750	73,6200	76,9583	76,9583	79,8286	82,0060
15	5000	10	0,375	75000	30,5500	41,4250	48,9000	48,9000	54,7250	59,6500	64,4750	64,4750	68,6000	72,4750
15	5000	15	0,211	75000	23,5000	34,1500	41,1167	41,1167	47,1375	52,9500	57,7833	57,7833	62,4429	66,9500

...continua...

TABELA 8B, Cont.

15	5000	20	0,130	75000	17,5500	28,1000	35,5500	35,5500	41,6250	47,9100	53,1417	53,1417	58,6286	63,7810
15	5000	30	0,063	75000	13,2000	21,9750	28,9833	28,9833	36,8125	43,3900	49,8583	49,8583	55,3071	60,8810
15	5000	50	0,023	75000	9,6500	18,6500	25,9833	25,9833	32,8625	39,0000	45,0333	45,0333	51,5000	57,6380
15	5000	70	0,012	75000	8,5500	16,0750	23,8500	23,8500	30,5625	37,0700	43,7500	43,7500	50,3143	56,8060
15	5000	90	0,007	75000	9,7000	16,4250	23,6667	23,6667	30,8625	37,4300	43,3417	43,3417	49,5500	55,9190
15	5000	100	0,006	75000	9,2500	15,7250	22,7500	22,7500	29,8875	36,2200	42,6750	42,6750	49,0429	55,5060
15	7000	5	0,632	105000	47,5500	56,5250	61,4667	61,4667	65,7875	70,1700	73,0750	73,0750	76,4143	79,4190
15	7000	10	0,300	105000	27,7000	37,4000	44,7500	44,7500	51,2250	56,7800	61,6583	61,6583	65,6714	69,9250
15	7000	15	0,160	105000	19,4500	29,2500	37,2000	37,2000	44,2750	50,2200	55,4083	55,4083	60,4714	65,3440
15	7000	20	0,097	105000	14,9500	25,1250	33,0833	33,0833	39,8375	46,0000	51,5250	51,5250	56,9571	62,0250
15	7000	30	0,046	105000	11,7500	20,6000	28,5500	28,5500	35,3625	41,5700	47,9750	47,9750	54,1143	59,8130
15	7000	50	0,017	105000	9,9000	17,9250	25,4833	25,4833	32,3500	39,1000	45,4083	45,4083	51,3857	57,2380
15	7000	70	0,009	105000	8,2500	16,1750	23,4500	23,4500	29,8375	36,1800	42,9167	42,9167	49,5714	55,6250
15	7000	90	0,005	105000	8,2000	16,3750	23,9000	23,9000	30,3750	36,3500	43,2583	43,2583	49,5929	55,8000
15	7000	100	0,004	105000	7,8000	15,1000	22,6667	22,6667	29,0375	35,6300	42,2833	42,2833	48,8643	55,2125
15	9000	5	0,571	135000	42,9000	51,0000	58,5167	58,5167	63,6375	67,5800	71,3833	71,3833	74,4786	77,9063
15	9000	10	0,250	135000	25,5500	34,6250	42,1333	42,1333	49,3750	54,5100	59,6583	59,6583	64,3357	68,7563
15	9000	15	0,129	135000	17,1500	27,5750	34,3500	34,3500	40,9625	47,1400	52,5417	52,5417	58,1000	63,3750
15	9000	20	0,077	135000	13,6500	22,7000	31,3500	31,3500	38,4750	44,0500	50,0500	50,0500	55,4071	60,9813
15	9000	30	0,036	135000	12,3000	19,9750	28,0833	28,0833	34,7750	41,0900	46,8500	46,8500	52,6786	58,6188
15	9000	50	0,013	135000	10,2000	17,5500	24,4333	24,4333	30,8000	37,5800	44,2250	44,2250	50,4000	56,2813
15	9000	70	0,007	135000	8,7000	15,7750	22,6500	22,6500	29,3500	36,1700	42,8000	42,8000	49,1786	55,7125
15	9000	90	0,004	135000	8,8000	15,7250	22,3833	22,3833	29,5500	35,9000	42,5333	42,5333	48,7929	55,3625
15	9000	100	0,003	135000	8,8000	15,1500	22,1833	22,1833	28,7625	35,1600	41,8250	41,8250	48,3714	54,9750
15	5000	5	0,849	175000	64,7000	71,3750	75,7167	75,7167	77,8625	80,5100	83,0333	83,0333	84,7643	86,7813
15	5000	10	0,583	175000	43,3000	52,6750	59,8167	59,8167	64,7000	68,8400	72,0250	72,0250	75,2214	78,1875
15	5000	15	0,384	175000	32,1500	42,0750	49,2167	49,2167	55,4625	59,9000	64,4667	64,4667	68,7786	72,5313
15	5000	20	0,259	175000	24,7000	34,6000	42,6333	42,6333	49,6625	55,0200	60,2167	60,2167	64,8143	69,1563
15	5000	30	0,135	175000	17,4500	27,1500	35,0833	35,0833	41,4750	47,9000	53,4000	53,4000	58,8214	64,1125
15	5000	50	0,053	175000	12,8500	22,5750	30,2167	30,2167	36,5250	42,6200	48,8750	48,8750	54,4786	59,9000
15	5000	70	0,028	175000	10,9000	19,5750	26,0833	26,0833	33,1750	39,7300	45,9583	45,9583	52,1571	57,8188
15	5000	90	0,017	175000	10,3500	18,6750	25,8833	25,8833	32,9000	38,8400	44,9917	44,9917	51,1143	56,8125
15	5000	100	0,014	175000	8,9000	17,6750	25,6500	25,6500	32,0875	38,5300	45,1500	45,1500	51,1143	57,0438
15	7000	5	0,800	245000	60,2000	67,2000	71,4333	71,4333	75,0250	77,9900	80,3583	80,3583	82,9571	85,3688
15	7000	10	0,500	245000	36,6000	47,4000	53,6333	53,6333	59,2625	64,5700	68,7417	68,7417	72,3357	75,8313
15	7000	15	0,308	245000	27,2000	38,4250	45,5333	45,5333	51,4250	56,7700	61,6000	61,6000	66,0143	70,2000

...continua...

TABELA 8B, Cont.

15	7000	20	0,200	245000	19,4000	30,4500	39,7833	39,7833	46,1750	52,0000	56,9250	56,9250	61,7571	66,4688
15	7000	30	0,100	245000	14,8500	25,8000	33,2667	33,2667	40,1500	46,1700	51,7250	51,7250	57,4286	62,7500
15	7000	50	0,039	245000	11,4000	20,5250	26,9500	26,9500	33,9000	40,3600	47,1583	47,1583	53,1571	58,8813
15	7000	70	0,020	245000	10,0000	18,1250	25,6833	25,6833	32,4125	38,6200	44,7750	44,7750	51,2786	57,5125
15	7000	90	0,012	245000	8,8000	16,4000	23,7000	23,7000	30,6875	37,9800	43,9583	43,9583	50,4571	56,5938
15	7000	100	0,010	245000	8,1500	16,3000	23,4167	23,4167	29,9250	36,8200	43,3583	43,3583	49,7286	56,1375
15	9000	5	0,757	315000	54,1500	62,8500	68,5167	68,5167	72,1750	75,8100	78,7000	78,7000	81,2857	83,7375
15	9000	10	0,438	315000	35,0000	44,3500	52,1167	52,1167	57,7125	62,1500	66,3417	66,3417	70,5714	74,0125
15	9000	15	0,257	315000	23,2000	35,0750	42,8167	42,8167	49,3250	55,4600	60,4083	60,4083	64,8214	69,2688
15	9000	20	0,163	315000	19,5000	29,4500	37,5167	37,5167	43,7875	49,5900	55,0583	55,0583	60,3214	65,5063
15	9000	30	0,080	315000	15,6000	24,9000	31,9167	31,9167	38,7500	44,9300	51,0000	51,0000	56,4643	61,7750
15	9000	50	0,030	315000	12,2000	19,4250	26,7500	26,7500	33,5625	39,7600	46,0250	46,0250	52,1143	58,1125
15	9000	70	0,016	315000	10,4000	18,3500	26,2167	26,2167	32,4500	38,8800	44,8167	44,8167	50,5857	56,7563
15	9000	90	0,010	315000	8,2500	16,3750	23,5500	23,5500	30,4000	37,2600	42,8833	42,8833	49,4429	55,9750
15	9000	100	0,008	315000	8,3500	16,1000	22,4667	22,4667	29,3125	36,2200	42,7500	42,7500	48,8071	55,3875
20	5000	5	0,444	25000	32,8000	42,6000	48,0167	51,9875	56,2800	60,4000	64,0071	66,8625	70,1111	72,9800
20	5000	10	0,167	25000	16,5000	26,5000	32,9333	37,9625	42,9100	46,8833	50,9375	54,8813	58,8500	62,6000
20	5000	15	0,082	25000	14,1500	20,5000	26,4000	31,9125	36,7200	41,9333	46,5786	50,8938	55,1111	59,5700
20	5000	20	0,048	25000	9,9000	17,0750	23,0500	28,3750	33,6100	38,3583	43,0714	47,7188	52,4167	56,6900
20	5000	30	0,022	25000	9,4000	15,1750	20,1000	25,9875	31,2300	35,8750	41,0286	45,2563	49,7611	54,2750
20	5000	50	0,008	25000	6,8000	12,1000	17,7833	23,0625	28,1700	33,4583	38,0071	42,8125	47,8056	52,5850
20	5000	70	0,004	25000	5,8500	12,1000	17,3000	22,6375	27,8800	32,7000	37,7786	42,1875	46,9278	51,7650
20	5000	90	0,003	25000	5,9000	11,5250	16,5500	22,2625	27,2000	32,1750	37,2786	42,0250	46,5722	51,5500
20	5000	100	0,002	25000	6,4500	11,5750	16,3500	21,5000	26,6800	31,5917	36,6429	41,6313	46,3778	51,1100
20	7000	5	0,364	35000	27,3000	36,8500	43,4333	48,7250	53,4200	57,3333	60,7786	64,4688	67,3611	70,3050
20	7000	10	0,125	35000	14,3000	22,7000	28,6500	33,8000	39,5700	44,7833	49,3429	53,5688	57,3944	61,5350
20	7000	15	0,060	35000	11,6500	18,6500	24,3167	29,5375	35,1000	39,6833	44,5143	48,8813	53,4667	57,7450
20	7000	20	0,035	35000	9,6000	15,6750	22,2333	27,4125	32,7200	37,6667	41,8071	46,3563	50,8556	55,3550
20	7000	30	0,016	35000	7,3500	13,4500	19,4500	24,9625	29,6900	34,4750	39,4000	44,5375	49,4444	54,1750
20	7000	50	0,006	35000	6,3000	12,0500	17,6333	23,1375	28,2800	33,5250	38,2714	42,8813	47,6389	52,1950
20	7000	70	0,003	35000	6,2500	11,4250	17,0333	21,9000	26,8100	31,6333	36,7571	41,8500	46,7944	51,2700
20	7000	90	0,002	35000	5,4000	11,7750	16,9333	22,0125	26,7600	31,9667	36,9429	41,7063	46,5833	51,4350
20	7000	100	0,001	35000	6,0000	11,8250	16,1667	21,6375	26,6500	31,8250	36,5714	41,2313	46,1611	50,9650
20	9000	5	0,308	45000	25,4000	34,2000	39,7333	45,0000	49,4300	53,9500	57,6571	61,2063	64,6444	67,9250
20	9000	10	0,100	45000	14,5000	22,2500	28,3167	33,2875	38,6500	43,1083	47,7786	52,0000	56,0111	60,1150
20	9000	15	0,047	45000	11,1500	18,2000	24,0333	29,8250	34,5300	39,0000	43,7214	48,3625	52,6000	56,7950

...continua...

TABELA 8B, Cont.

20	9000	20	0,027	45000	7,3500	14,8750	21,6667	26,5250	31,9000	37,3833	42,2429	46,6875	51,0278	55,4950
20	9000	30	0,012	45000	7,2500	13,3000	19,4500	24,5375	29,2700	34,7500	39,1000	44,0375	48,6667	53,5600
20	9000	50	0,004	45000	7,2500	12,9500	17,9167	23,0000	28,2700	32,8583	37,5357	42,4875	47,1278	51,9850
20	9000	70	0,002	45000	5,8000	11,1000	16,4667	21,3375	26,9100	32,0250	36,9357	41,9875	46,6278	51,6050
20	9000	90	0,001	45000	6,8000	11,9500	16,8833	21,5625	26,5200	31,2500	36,1000	41,2188	46,1111	50,9500
20	9000	100	0,001	45000	6,0500	11,3250	16,3333	20,8375	26,3200	31,2750	36,1714	41,2125	46,2000	50,7400
20	5000	5	0,706	75000	48,8500	58,0250	63,1167	66,1625	69,5700	72,4667	74,9929	77,1063	78,9278	81,1200
20	5000	10	0,375	75000	27,3000	35,8500	43,0333	48,2000	52,8400	56,9500	60,9643	64,1313	67,2389	70,3700
20	5000	15	0,211	75000	20,1000	28,6750	34,6833	39,7125	44,7800	49,2333	53,4929	57,3000	61,1111	64,6750
20	5000	20	0,130	75000	16,0000	23,3500	30,1667	35,3750	39,8700	44,5000	48,9929	53,4563	57,4944	61,6300
20	5000	30	0,063	75000	11,9500	19,7750	25,0667	29,6625	35,2700	40,1250	44,8643	49,2125	53,7056	57,8400
20	5000	50	0,023	75000	8,7500	14,3750	20,4333	26,0875	31,0300	36,2417	41,1071	45,7313	50,3778	55,0600
20	5000	70	0,012	75000	6,9500	12,6750	18,5167	24,5000	29,9600	34,5833	39,4857	44,4438	49,0111	53,6200
20	5000	90	0,007	75000	6,5500	12,5250	18,6000	23,5625	28,5400	33,5000	38,1143	42,9250	47,7444	52,4000
20	5000	100	0,006	75000	6,5500	11,0750	17,1833	22,8500	27,5300	32,5417	37,3214	42,3813	47,4333	52,5850
20	7000	5	0,632	105000	45,1500	53,3000	57,6000	61,9250	65,0200	67,9167	71,0286	73,4375	76,1556	78,3900
20	7000	10	0,300	105000	23,7000	33,1000	39,8333	44,6875	49,3900	53,5833	57,4857	61,0938	64,4722	67,8850
20	7000	15	0,160	105000	17,0000	26,3750	32,4667	38,0500	42,6700	47,2000	51,7643	55,5750	59,2389	63,1950
20	7000	20	0,097	105000	13,7500	21,2000	27,6000	32,8000	38,0300	42,4083	47,1357	51,3313	55,8889	59,9500
20	7000	30	0,046	105000	10,0000	17,0750	23,3000	28,6375	34,2800	39,1333	43,3714	48,0875	52,5111	56,8900
20	7000	50	0,017	105000	7,2500	13,7000	19,6667	24,5875	30,0000	34,9917	39,9357	44,6500	49,3111	53,8450
20	7000	70	0,009	105000	7,1500	12,9750	18,4000	23,2500	28,3400	33,4000	38,2286	43,4063	48,3000	53,0950
20	7000	90	0,005	105000	6,3500	11,8750	17,6333	23,3125	28,5900	33,5417	38,4571	42,9813	47,8333	52,3650
20	7000	100	0,004	105000	5,5500	11,3250	16,9667	21,8250	26,9700	31,9833	37,0000	41,8000	47,0389	51,6250
20	9000	5	0,571	135000	39,5500	49,0250	54,3667	59,2250	62,6700	66,2167	68,9071	71,6125	74,1556	76,5900
20	9000	10	0,250	135000	21,2000	29,4500	36,1833	42,1375	46,8700	51,4417	55,8429	59,6313	62,8444	66,4300
20	9000	15	0,129	135000	13,8000	23,1250	29,4333	34,9375	40,3900	44,9500	49,1143	52,9688	56,9833	61,1150
20	9000	20	0,077	135000	11,5500	19,7250	26,8167	32,0000	36,8900	41,8750	46,2357	50,7250	54,9222	58,9550
20	9000	30	0,036	135000	9,9500	16,1250	21,9167	27,5250	32,6200	37,7750	42,5071	46,9500	51,5222	55,9600
20	9000	50	0,013	135000	7,4000	13,4250	18,9167	23,7000	29,2100	34,2667	39,5714	44,3813	49,4278	53,9100
20	9000	70	0,007	135000	6,2500	12,4750	18,1000	23,5250	28,5600	33,2167	38,2071	42,5938	47,4167	52,5350
20	9000	90	0,004	135000	6,3500	11,7500	17,3500	22,7000	27,6400	32,3250	37,1214	41,8125	46,7778	51,8650
20	9000	100	0,003	135000	6,5000	11,8500	17,5500	22,7500	27,7000	32,2250	37,2071	42,0688	46,8444	51,8450
20	5000	5	0,849	175000	60,6500	68,1250	72,4500	75,5375	78,2000	80,1167	82,0857	83,6938	85,1444	86,5350
20	5000	10	0,583	175000	42,1000	49,8750	55,9333	60,2875	63,7900	66,8750	69,8071	72,4063	74,9167	77,4150
20	5000	15	0,384	175000	28,0000	38,0750	44,3833	49,4375	53,9400	57,6750	61,1000	64,3063	67,4000	70,3300

...continua...

TABELA 8B, Cont.

20	5000	20	0,259	175000	21,8500	30,0750	37,0167	42,6000	47,3300	51,7750	55,3214	59,3313	62,8222	66,4450
20	5000	30	0,135	175000	15,8500	23,3250	30,0167	35,6375	40,3300	44,9583	49,5500	53,9188	57,8833	61,8550
20	5000	50	0,053	175000	10,2500	17,6000	23,3667	29,5625	34,6200	39,1167	43,9500	48,7063	53,1722	57,3950
20	5000	70	0,028	175000	9,2000	15,2250	20,8000	26,4000	31,6000	36,4667	41,2714	46,4625	50,7833	55,3400
20	5000	90	0,017	175000	7,9500	14,0250	19,1833	25,0750	30,5200	35,4750	40,3786	44,8688	49,6389	54,2800
20	5000	100	0,014	175000	7,1500	13,7500	18,9833	25,1875	29,8100	35,1500	39,8786	44,5688	49,3389	53,8850
20	7000	5	0,800	245000	59,2000	65,2750	69,0500	72,4625	74,6500	77,0167	78,8000	80,7375	82,8444	84,5150
20	7000	10	0,500	245000	34,7500	44,0750	49,9500	55,4250	59,5200	62,9667	66,2357	69,1188	71,9722	74,3100
20	7000	15	0,308	245000	23,1000	32,5500	39,7667	45,0375	49,8100	53,9083	57,9143	61,9250	65,3833	68,5250
20	7000	20	0,200	245000	18,7500	27,1500	34,0167	39,1625	44,1700	48,8083	53,1500	57,2500	61,1333	64,5500
20	7000	30	0,100	245000	11,6500	20,0500	26,6667	32,9125	38,4800	43,2000	47,8929	52,2688	55,9722	60,1000
20	7000	50	0,039	245000	8,9000	16,2250	22,1833	28,0500	32,7000	37,8917	42,6071	47,3250	51,6278	55,9450
20	7000	70	0,020	245000	8,5500	14,5500	20,1500	25,4250	30,4900	35,5250	40,1143	45,3625	49,7722	54,2500
20	7000	90	0,012	245000	7,5000	12,8000	18,2500	23,3250	28,9100	34,2083	39,0500	43,6938	48,4833	53,0900
20	7000	100	0,010	245000	7,7000	13,4750	18,9667	23,7875	28,9300	34,2417	38,9500	43,5750	48,5944	53,3300
20	9000	5	0,757	315000	51,9000	60,6250	64,7667	69,1375	72,5000	75,1417	77,4643	79,8750	81,8056	83,2750
20	9000	10	0,438	315000	32,1000	40,6500	47,0500	52,5625	56,7100	60,5500	63,7929	66,7063	69,5111	72,3000
20	9000	15	0,257	315000	20,7000	30,8000	37,3333	43,1000	48,1000	52,5583	56,3929	60,0750	63,5389	66,7500
20	9000	20	0,163	315000	17,7000	25,7750	32,5833	38,2375	42,7300	47,1667	51,3286	55,5938	59,5111	63,1150
20	9000	30	0,080	315000	10,9000	19,9250	26,4667	31,5375	36,1100	41,1167	45,3857	49,9875	54,5333	58,7650
20	9000	50	0,030	315000	9,9000	16,3500	22,0167	26,4000	31,8400	37,0417	42,0214	46,9313	51,0278	55,5200
20	9000	70	0,016	315000	7,3000	13,5000	19,7500	25,3250	29,7600	35,0667	40,0143	44,7313	49,3611	53,8750
20	9000	90	0,010	315000	6,4000	13,1250	18,3667	23,8000	29,2300	34,2000	39,0000	44,0563	49,0111	53,3800
20	9000	100	0,008	315000	6,8000	12,7500	17,9000	22,8500	27,8900	33,1000	38,3929	42,8938	47,9167	52,6550
25	5000	5	0,444	25000	37,8000	43,6500	48,4875	52,7300	59,2357	61,9313	64,8778	67,3150	71,9750	74,0231
25	5000	10	0,167	25000	22,4250	28,7000	33,7750	37,7900	45,5214	49,2625	52,3500	55,2850	61,6292	64,6731
25	5000	15	0,082	25000	18,2500	23,6167	27,5125	32,0900	40,1286	43,7813	47,2056	50,5500	57,3667	60,7115
25	5000	20	0,048	25000	15,0000	20,7500	25,5250	29,6500	37,2786	40,8063	44,4722	48,0250	55,3000	58,6731
25	5000	30	0,022	25000	12,5750	17,7500	21,9875	26,0800	33,9071	37,8000	41,8722	45,4800	52,9083	56,5654
25	5000	50	0,008	25000	10,8500	15,0500	19,3000	23,3300	31,4714	35,6063	39,2000	43,3400	50,9292	54,5538
25	5000	70	0,004	25000	9,2250	13,9667	18,2750	22,3700	30,7286	34,5438	38,3667	42,5600	50,3292	53,9385
25	5000	90	0,025	25000	9,4750	13,3333	17,9250	22,1100	30,0643	34,1063	38,1167	41,8750	49,5583	53,3500
25	5000	100	0,002	25000	9,1250	13,4667	17,6875	21,6200	29,8786	33,9563	37,8167	41,8150	49,5625	53,5538
25	7000	5	0,364	35000	33,6750	40,2833	44,9500	49,1700	55,7571	58,5188	61,3833	64,2350	69,1458	71,4615
25	7000	10	0,125	35000	20,3250	25,6667	30,7375	35,2500	43,1929	46,4563	49,9278	53,3150	59,6250	62,6500
25	7000	15	0,060	35000	15,3750	20,5000	25,4500	29,8900	38,3000	41,9125	45,4778	49,0300	55,8833	59,4308

...continua...

TABELA 8B, Cont.

25	7000	20	0,035	35000	13,0250	18,1167	22,8500	27,6700	35,6214	39,5250	43,2167	47,0100	54,3458	57,8077
25	7000	30	0,016	35000	11,7250	15,7333	20,5625	24,6700	32,9643	36,6313	40,3000	44,1800	51,8625	55,4115
25	7000	50	0,006	35000	9,7500	14,1500	18,5875	22,8200	30,6143	34,6688	38,7444	42,3350	50,1625	53,9846
25	7000	70	0,003	35000	9,3750	13,5333	17,5500	21,9100	30,1429	34,1188	38,1444	42,1750	49,9583	54,0154
25	7000	90	0,002	35000	8,8250	13,2167	17,3500	21,4700	29,7000	33,4813	37,5889	41,4600	49,2917	53,0462
25	7000	100	0,001	35000	9,3500	13,4500	17,2625	21,5200	29,6357	33,3625	37,4889	41,4800	49,3125	53,2231
25	9000	5	0,308	45000	30,4750	36,7333	41,1125	45,1500	52,7286	55,7313	58,8389	61,7900	67,0458	69,7577
25	9000	10	0,100	45000	18,4000	24,0500	29,1875	33,3400	41,0286	44,5250	47,9889	51,4350	58,2042	61,4731
25	9000	15	0,047	45000	14,3000	19,8167	24,1000	28,4600	36,5000	40,5000	43,9611	47,4350	54,7125	58,2885
25	9000	20	0,027	45000	12,9000	17,7000	22,7000	26,6900	34,5000	38,6625	42,2167	45,8700	53,4792	57,0923
25	9000	30	0,012	45000	10,7500	15,6167	20,0875	24,0600	32,5071	36,4500	40,1056	44,0500	51,6250	55,3192
25	9000	50	0,004	45000	10,1750	14,7500	18,7500	22,6800	30,7500	34,4313	38,5278	42,6100	50,0792	53,9731
25	9000	70	0,002	45000	8,6500	12,8667	16,9250	20,8700	29,3214	33,3625	37,4389	41,5250	49,8667	53,6500
25	9000	90	0,001	45000	8,7500	12,3333	16,4875	20,5100	29,3786	33,2500	37,0167	41,1400	49,0625	53,2346
25	9000	100	0,001	45000	8,4750	13,0333	16,9625	21,0500	29,1214	32,9438	37,0500	41,1950	48,9542	52,9769
25	5000	5	0,706	75000	54,8000	59,9833	63,6125	66,5300	71,0929	73,1563	75,4000	77,0700	80,3333	81,8192
25	5000	10	0,375	75000	34,9500	40,9167	45,9375	49,8600	56,4000	59,1438	61,6667	64,4100	69,1917	71,6846
25	5000	15	0,211	75000	25,7500	31,7500	37,0250	41,0100	47,8214	51,3813	54,5222	57,5050	63,3750	66,3385
25	5000	20	0,130	75000	19,9000	25,8167	30,8125	35,5200	43,6214	46,8500	50,4389	53,7650	60,1042	63,1731
25	5000	30	0,063	75000	15,4500	20,9333	25,4000	29,8200	38,6429	42,1938	45,9500	49,2900	56,2875	59,6000
25	5000	50	0,023	75000	12,9250	17,8833	22,0875	26,2300	33,9143	37,6500	41,8333	45,7200	53,1375	56,5231
25	5000	70	0,012	75000	11,3250	15,6667	19,5375	23,6900	31,9643	36,1188	39,7778	43,5600	50,8917	54,7846
25	5000	90	0,007	75000	10,7500	15,0667	19,5250	23,8300	31,6786	35,5313	39,3444	43,1150	50,6542	54,4923
25	5000	100	0,006	75000	9,8750	14,4333	18,9750	22,9300	31,3000	35,0813	38,9500	42,7500	50,2500	54,0962
25	7000	5	0,632	105000	50,3250	55,5667	59,4000	62,2500	67,6357	69,9313	72,0444	74,1500	77,8042	79,4538
25	7000	10	0,300	105000	29,9500	35,6667	40,4500	44,8700	52,5714	55,4813	58,8222	61,7050	67,1167	69,5577
25	7000	15	0,160	105000	22,8000	28,2167	32,4250	36,8500	44,8929	48,4125	51,5833	54,8150	61,0750	63,9769
25	7000	20	0,097	105000	18,1250	23,9167	28,4625	33,6900	41,5286	44,9188	48,4667	51,9000	58,4625	61,7808
25	7000	30	0,046	105000	13,3250	18,7833	23,9000	28,1800	36,8000	40,6500	44,5667	48,3050	55,3375	58,6923
25	7000	50	0,017	105000	11,8750	16,7333	20,8875	24,9200	32,9929	37,1688	40,9833	44,5750	52,0500	55,5923
25	7000	70	0,009	105000	10,6000	15,1667	19,7500	23,7800	31,5286	35,2500	39,0500	43,2400	50,7375	54,6654
25	7000	90	0,005	105000	9,6000	14,3500	18,7000	22,6900	30,5714	34,4813	38,3722	41,9600	49,7375	53,6808
25	7000	100	0,004	105000	9,4750	14,0667	18,0125	22,0900	30,3286	34,4875	38,4667	42,2600	50,1333	54,0000
25	9000	5	0,571	135000	46,5250	51,2000	55,2500	58,6800	64,2357	66,5688	69,2944	71,7300	75,9500	77,8962
25	9000	10	0,250	135000	28,1500	33,0667	37,6375	42,5000	49,6786	53,4313	56,2444	59,1100	64,6583	67,4462
25	9000	15	0,129	135000	20,2250	25,9500	30,5250	34,9400	43,1357	46,6063	50,3056	53,6800	59,8875	63,0654

...continua...

TABELA 8B, Cont.

25	9000	20	0,077	135000	16,4250	22,2000	27,1375	31,7100	39,5714	43,3063	46,9778	50,7600	57,2208	60,5346
25	9000	30	0,036	135000	12,8500	18,1667	22,7250	26,9200	35,4571	39,1688	43,0389	46,8300	54,2833	57,9308
25	9000	50	0,013	135000	10,8250	15,5667	20,2875	24,3800	32,5286	36,4875	40,2056	44,2100	51,5292	55,2115
25	9000	70	0,007	135000	10,5750	14,9000	19,1125	23,4200	31,4857	35,1813	39,0278	43,0450	50,5083	54,1846
25	9000	90	0,004	135000	9,8500	14,0833	18,0125	22,2500	30,4857	34,5125	38,5000	42,3800	50,2208	53,9808
25	9000	100	0,003	135000	9,7750	14,5667	18,6375	22,8400	30,5714	34,5438	38,1278	42,0900	50,2125	53,9500
25	5000	5	0,849	175000	67,0750	70,9667	74,4125	76,4900	79,3429	80,9188	82,5444	83,6250	85,8083	86,9231
25	5000	10	0,583	175000	46,9250	52,3667	56,5250	59,6500	65,5929	68,2083	70,2500	72,2750	75,9208	77,8231
25	5000	15	0,384	175000	34,1000	41,1500	46,2125	49,6500	56,8429	59,5688	62,2167	64,7200	69,5667	71,7808
25	5000	20	0,259	175000	28,5750	33,9167	38,8875	43,3300	50,8571	54,3313	57,1833	59,9850	65,5167	67,9192
25	5000	30	0,135	175000	20,2500	26,7833	32,1125	36,0600	43,7714	47,1438	50,7500	53,7000	60,3625	63,2577
25	5000	50	0,053	175000	15,5000	20,5167	25,7375	29,6600	37,3143	41,3750	44,8333	48,1850	55,6417	59,3385
25	5000	70	0,028	175000	12,7500	17,3167	22,2375	26,5000	34,3429	38,3000	42,1778	46,1800	53,5708	57,2192
25	5000	90	0,017	175000	11,8250	16,2167	20,9250	25,2500	33,1929	36,9313	41,2333	44,7900	52,2625	55,8231
25	5000	100	0,014	175000	11,8250	16,2500	20,9375	24,6800	32,6429	36,5000	40,2722	44,0200	51,5667	55,4423
25	7000	5	0,800	245000	61,3500	66,4167	69,5625	72,3900	76,7714	78,1500	79,6389	81,1150	83,9000	85,0962
25	7000	10	0,500	245000	40,8000	46,8833	51,9250	55,4500	61,8429	64,3313	66,9444	69,3250	73,5667	75,2923
25	7000	15	0,308	245000	30,9500	37,4167	42,5250	46,6800	53,4786	56,3375	59,5222	62,3550	67,3542	69,7885
25	7000	20	0,200	245000	23,6500	30,0333	35,6000	39,8200	47,1857	50,6938	54,2222	57,1450	63,0792	65,8269
25	7000	30	0,100	245000	18,5500	23,4667	28,0750	33,4300	41,4857	45,1688	48,7111	51,9950	58,7167	61,9423
25	7000	50	0,039	245000	14,3250	18,9833	23,7375	27,7200	36,2286	39,8125	43,7000	47,5800	54,8083	57,9692
25	7000	70	0,020	245000	12,0250	16,6667	21,6500	25,8200	33,8643	37,5375	41,4722	45,1450	52,6458	56,3038
25	7000	90	0,012	245000	11,6250	15,9167	20,5375	24,8600	32,3000	36,0875	39,7278	43,6200	51,1792	55,0962
25	7000	100	0,010	245000	10,7250	15,4667	19,3500	23,9600	32,3643	36,1188	39,9944	43,8050	51,5375	55,3077
25	9000	5	0,757	315000	59,0750	63,4833	66,8875	69,7100	74,4643	76,1625	77,7667	79,3100	82,2333	83,6038
25	9000	10	0,438	315000	39,1500	44,1000	48,7500	52,4100	58,7643	61,4500	64,2778	66,7900	71,6500	73,7885
25	9000	15	0,257	315000	27,8500	33,2333	38,8750	43,1500	51,3500	54,5625	57,4667	60,0200	65,3792	67,8577
25	9000	20	0,163	315000	22,2000	28,7500	33,9250	37,8200	45,3357	48,7375	52,1556	55,4200	61,4417	64,4038
25	9000	30	0,080	315000	15,4250	21,5000	26,8500	31,2600	39,4571	43,2125	46,7611	50,3650	57,0042	60,4346
25	9000	50	0,030	315000	12,4250	18,0500	22,4750	26,8400	35,5143	39,0375	42,8556	46,4400	53,8875	57,2885
25	9000	70	0,016	315000	11,9250	16,8333	21,1750	25,6500	33,1357	37,1063	40,8611	44,6950	51,9500	55,8654
25	9000	90	0,010	315000	10,8250	15,2500	19,2625	23,6900	31,9500	35,7438	39,3889	43,1450	51,0375	54,8577
25	9000	100	0,008	315000	9,6750	14,3833	19,0625	23,3100	31,5714	35,3625	39,6167	43,4250	50,9542	54,8538

TABELA 9B Valores de repetibilidade (r^2) para diferentes coeficientes de variação em três valores da relação c, para a cultura do milho.

CVp	r^2		
	c=5	c=35	c=70
5	0,2857	0,0541	0,0278
10	0,2857	0,0541	0,0278
15	0,2857	0,0541	0,0278
20	0,2857	0,0541	0,0278
25	0,2857	0,0541	0,0278
30	0,2857	0,0541	0,0278
40	0,2857	0,0541	0,0278
50	0,2857	0,0541	0,0278
70	0,2857	0,0541	0,0278
90	0,2857	0,0541	0,0278
100	0,2857	0,0541	0,0278

TABELA 10B Coeficiente de correlação de Spearman (r_s) para três valores médios (5000, 7000, 9000) de produtividade de milho (kg/ha) em populações de 15, 20 e 25 genótipos.

Relação c	r^2	CVp	Correlação de Spearman								
			15 genótipos			20 genótipos			25 genótipos		
			5.000	7.000	9.000	5.000	7.000	9.000	5.000	7.000	9.000
5	0,2857	5	0,4880	0,4848	0,4868	0,4965	0,4875	0,4985	0,4927	0,5031	0,4980
5	0,2857	10	0,4831	0,4924	0,4796	0,4946	0,4883	0,4951	0,4979	0,4963	0,4908
5	0,2857	15	0,4813	0,4828	0,4816	0,4878	0,4892	0,4988	0,5023	0,4970	0,5006
5	0,2857	20	0,4884	0,4944	0,4858	0,4964	0,4920	0,4863	0,4983	0,5027	0,5049
5	0,2857	25	0,4931	0,4848	0,4847	0,4907	0,4894	0,4961	0,5024	0,4989	0,4941
5	0,2857	30	0,4877	0,4833	0,4850	0,4934	0,5007	0,5010	0,4986	0,4967	0,4979
5	0,2857	40	0,4898	0,4807	0,4895	0,4925	0,4889	0,4938	0,4998	0,5014	0,4950
5	0,2857	50	0,4779	0,4866	0,4937	0,4971	0,4890	0,4939	0,4971	0,4953	0,5053
5	0,2857	70	0,4893	0,4847	0,4858	0,4906	0,4902	0,4900	0,4948	0,4985	0,4937
5	0,2857	90	0,4827	0,4923	0,4915	0,4916	0,5005	0,4920	0,4946	0,4943	0,5009
5	0,2857	100	0,4872	0,4868	0,4801	0,4909	0,4941	0,4984	0,4970	0,4955	0,4996
35	0,0541	5	0,2075	0,2138	0,2063	0,2036	0,2108	0,2070	0,1553	0,1492	0,1461
35	0,0541	10	0,2071	0,2096	0,2121	0,2163	0,2174	0,2130	0,1611	0,1455	0,1541
35	0,0541	15	0,2079	0,2076	0,2131	0,2153	0,2134	0,2087	0,1575	0,1542	0,1558
35	0,0541	20	0,2024	0,2051	0,2098	0,2131	0,2173	0,2098	0,1480	0,1561	0,1453
35	0,0541	25	0,2194	0,2123	0,2076	0,2067	0,2129	0,2106	0,1531	0,1512	0,1559
35	0,0541	30	0,2048	0,2050	0,2009	0,2154	0,2132	0,2010	0,1535	0,1429	0,1390
35	0,0541	40	0,2120	0,2037	0,2084	0,2211	0,2168	0,2169	0,1550	0,1483	0,1522
35	0,0541	50	0,2033	0,2138	0,2066	0,2022	0,2195	0,2188	0,1567	0,1486	0,1385
35	0,0541	70	0,2057	0,2075	0,2105	0,2119	0,2126	0,2036	0,1501	0,1475	0,1491
35	0,0541	90	0,2029	0,2128	0,2044	0,2109	0,2105	0,2112	0,1548	0,1482	0,1531
35	0,0541	100	0,2124	0,2052	0,2130	0,2174	0,2158	0,2108	0,1506	0,1509	0,1493
70	0,0278	5	0,1547	0,1517	0,1524	0,2131	0,2138	0,2077	0,1504	0,1461	0,1555

...continua...

TABELA 10B, Cont.

70	0,0278	10	0,1577	0,1463	0,1485	0,2216	0,2037	0,2061	0,1620	0,1486	0,1571
70	0,0278	15	0,1447	0,1525	0,1443	0,2182	0,2146	0,2111	0,1479	0,1571	0,1552
70	0,0278	20	0,1555	0,1540	0,1580	0,2107	0,2151	0,2091	0,1532	0,1553	0,1531
70	0,0278	25	0,1508	0,1535	0,1600	0,2097	0,2125	0,2049	0,1616	0,1607	0,1552
70	0,0278	30	0,1577	0,1424	0,1506	0,2182	0,2105	0,2065	0,1478	0,1538	0,1485
70	0,0278	40	0,1467	0,1462	0,1490	0,2192	0,2143	0,2097	0,1441	0,1613	0,1507
70	0,0278	50	0,1514	0,1450	0,1540	0,2166	0,2221	0,2137	0,1621	0,1529	0,1468
70	0,0278	70	0,1487	0,1502	0,1563	0,2183	0,2195	0,2108	0,1526	0,1522	0,1507
70	0,0278	90	0,1489	0,1501	0,1518	0,2191	0,2098	0,2124	0,1530	0,1568	0,1612
70	0,0278	100	0,1534	0,1509	0,1503	0,2143	0,2129	0,2150	0,1574	0,1611	0,1523

TABELA 1C Médias para o modelo epistasia recessiva na geração F₂ em atração e repulsão, com e sem intercruzamento, e sua alteração percentual.

fr	ATRAÇÃO			REPULSÃO		
	Sem intercruzamento	Com intercruzamento	Alteração	Sem intercruzamento	Com intercruzamento	Alteração
0,50	57,50	57,50	0,00	57,50	57,50	0,00
0,45	58,03	57,78	-0,43	57,03	57,23	0,35
0,40	58,60	58,14	-0,79	56,60	56,94	0,60
0,35	59,23	58,57	-1,13	56,23	56,62	0,69
0,30	59,90	59,10	-1,35	55,90	56,30	0,72
0,25	60,63	59,73	-1,51	55,63	55,98	0,63
0,20	61,40	60,48	-1,52	55,40	55,68	0,51
0,15	62,23	61,36	-1,42	55,23	55,41	0,33
0,10	63,10	62,40	-1,12	55,10	55,20	0,18
0,05	64,03	63,60	-0,68	55,03	55,05	0,04

TABELA 2C Médias para o modelo epistasia dominante na geração F₂ em atração e repulsão, com e sem intercruzamento, e sua alteração percentual.

fr	ATRAÇÃO			REPULSÃO		
	Sem intercruzamento	Com intercruzamento	Alteração	Sem intercruzamento	Com intercruzamento	Alteração
0,50	52,50	52,50	0,00	52,50	52,50	0,00
0,45	51,98	52,22	0,46	52,98	52,77	-0,40
0,40	51,40	51,86	0,89	53,40	53,06	-0,64
0,35	50,78	51,43	1,28	53,78	53,38	-0,75
0,30	50,10	50,90	1,60	54,10	53,70	-0,74
0,25	49,38	50,27	1,80	54,38	54,02	-0,67
0,20	48,60	49,52	1,89	54,60	54,32	-0,52
0,15	47,78	48,64	1,80	54,78	54,59	-0,35
0,10	46,90	47,60	1,49	54,90	54,80	-0,18
0,05	45,98	46,40	0,91	54,98	54,95	-0,05

TABELA 3C Médias para o modelo genes duplicados na geração F₂ em atração e repulsão, com e sem intercruzamento, e sua alteração percentual.

fr	ATRAÇÃO			REPULSÃO		
	Sem intercruzamento	Com intercruzamento	Alteração	Sem intercruzamento	Com intercruzamento	Alteração
0,50	47,50	47,50	0,00	47,50	47,50	0,00
0,45	46,98	47,22	0,51	47,98	47,77	-0,44
0,40	46,40	46,86	0,99	48,40	48,06	-0,71
0,35	45,78	46,43	1,42	48,78	48,38	-0,83
0,30	45,10	45,90	1,77	49,10	48,70	-0,82
0,25	44,38	45,27	2,01	49,38	49,02	-0,73
0,20	43,60	44,52	2,11	49,60	49,32	-0,57
0,15	42,78	43,64	2,01	49,78	49,59	-0,38
0,10	41,90	42,60	1,67	49,90	49,80	-0,20
0,05	40,98	41,40	1,02	49,98	49,95	-0,06

TABELA 4C Médias para o modelo genes complementares na geração F₂ em atração e repulsão, com e sem intercruzamento, e sua alteração percentual.

fr	ATRAÇÃO			REPULSÃO		
	Sem intercruzamento	Com intercruzamento	Alteração	Sem intercruzamento	Com intercruzamento	Alteração
0,50	52,50	52,50	0,00	52,50	52,50	0,00
0,45	53,03	52,78	-0,47	52,03	52,23	0,38
0,40	53,60	53,14	-0,87	51,60	51,94	0,66
0,35	54,23	53,57	-1,23	51,23	51,62	0,76
0,30	54,90	54,10	-1,48	50,90	51,30	0,79
0,25	55,63	54,73	-1,64	50,63	50,98	0,69
0,20	56,40	55,48	-1,66	50,40	50,68	0,56
0,15	57,23	56,36	-1,54	50,23	50,41	0,36
0,10	58,10	57,40	-1,22	50,10	50,20	0,20
0,05	59,03	58,60	-0,73	50,03	50,05	0,04

TABELA 5C Médias para o modelo epistasia recessiva na geração F_{∞} em atração e repulsão, com e sem intercruzamento, e sua alteração percentual.

fr	ATRAÇÃO			REPULSÃO		
	Sem intercruzamento	Com intercruzamento	Alteração	Sem intercruzamento	Com intercruzamento	Alteração
0,50	40,00	40,00	0,00	40,00	40,00	0,00
0,45	40,53	40,29	-0,60	39,47	39,71	0,61
0,40	41,11	40,67	-1,08	38,89	39,33	1,13
0,35	41,76	41,15	-1,48	38,24	38,85	1,60
0,30	42,50	41,75	-1,80	37,50	38,25	2,00
0,25	43,33	42,50	-1,95	36,67	37,50	2,26
0,20	44,29	43,43	-1,98	35,71	36,57	2,41
0,15	45,38	44,58	-1,79	34,62	35,42	2,31
0,10	46,67	46,00	-1,46	33,33	34,00	2,01
0,05	48,18	47,77	-0,86	31,82	32,23	1,29

TABELA 6C Médias para o modelo epistasia dominante na geração F_{∞} em atração e repulsão, com e sem intercruzamento, e sua alteração percentual.

fr	ATRAÇÃO			REPULSÃO		
	Sem intercruzamento	Com intercruzamento	Alteração	Sem intercruzamento	Com intercruzamento	Alteração
0,50	40,00	40,00	0,00	40,00	40,00	0,00
0,45	39,47	39,71	0,61	40,53	40,29	-0,60
0,40	38,89	39,33	1,13	41,11	40,67	-1,08
0,35	38,24	38,85	1,60	41,76	41,15	-1,48
0,30	37,50	38,25	2,00	42,50	41,75	-1,80
0,25	36,67	37,50	2,26	43,33	42,50	-1,95
0,20	35,71	36,57	2,41	44,29	43,43	-1,98
0,15	34,62	35,42	2,31	45,38	44,58	-1,79
0,10	33,33	34,00	2,01	46,67	46,00	-1,46
0,05	31,82	32,23	1,29	48,18	47,77	-0,86

TABELA 7C Médias para o modelo genes duplicados na geração F_{∞} em atração e repulsão, com e sem intercruzamento, e sua alteração percentual.

fr	ATRAÇÃO			REPULSÃO		
	Sem intercruzamento	Com intercruzamento	Alteração	Sem intercruzamento	Com intercruzamento	Alteração
0,50	40,00	40,00	0,00	40,00	40,00	0,00
0,45	39,47	39,71	0,61	40,53	40,29	-0,60
0,40	38,89	39,33	1,13	41,11	40,67	-1,08
0,35	38,24	38,85	1,60	41,76	41,15	-1,48
0,30	37,50	38,25	2,00	42,50	41,75	-1,80
0,25	36,67	37,50	2,26	43,33	42,50	-1,95
0,20	35,71	36,57	2,41	44,29	43,43	-1,98
0,15	34,62	35,42	2,31	45,38	44,58	-1,79
0,10	33,33	34,00	2,01	46,67	46,00	-1,46
0,05	31,82	32,23	1,29	48,18	47,77	-0,86

TABELA 8C Médias para o modelo genes complementares na geração F_{∞} em atração e repulsão, com e sem intercruzamento, e sua alteração percentual.

fr	ATRAÇÃO			REPULSÃO		
	Sem intercruzamento	Com intercruzamento	Alteração	Sem intercruzamento	Com intercruzamento	Alteração
0,50	40,00	40,00	0,00	40,00	40,00	0,00
0,45	40,53	40,29	-0,60	39,47	39,71	0,61
0,40	41,11	40,67	-1,08	38,89	39,33	1,13
0,35	41,76	41,15	-1,48	38,24	38,85	1,60
0,30	42,50	41,75	-1,80	37,50	38,25	2,00
0,25	43,33	42,50	-1,95	36,67	37,50	2,26
0,20	44,29	43,43	-1,98	35,71	36,57	2,41
0,15	45,38	44,58	-1,79	34,62	35,42	2,31
0,10	46,67	46,00	-1,46	33,33	34,00	2,01
0,05	48,18	47,77	-0,86	31,82	32,23	1,29

TABELA 9C Variâncias para o modelo sem epistasia na geração F₂ em atração e repulsão, com e sem intercruzamento, e sua alteração percentual.

fr	ATRAÇÃO			REPULSÃO		
	Sem intercruzamento	Com intercruzamento	Alteração	Sem intercruzamento	Com intercruzamento	Alteração
0,50	150,00	150,00	0,00	150,00	150,00	0,00
0,45	160,50	155,65	-3,12	140,50	144,65	2,95
0,40	172,00	162,72	-5,70	132,00	138,72	5,09
0,35	184,50	171,40	-7,64	124,50	132,40	6,35
0,30	198,00	181,92	-8,84	118,00	125,92	6,71
0,25	212,50	194,53	-9,24	112,50	119,53	6,25
0,20	228,00	209,52	-8,82	108,00	113,52	5,11
0,15	244,50	227,20	-7,61	104,50	108,20	3,54
0,10	262,00	247,92	-5,68	102,00	103,92	1,88
0,05	280,50	272,05	-3,11	100,50	101,50	1,00

TABELA 10C Variâncias para o modelo epistasia recessiva na geração F₂ em atração e repulsão, com e sem intercruzamento, e sua alteração percentual.

fr	ATRAÇÃO			REPULSÃO		
	Sem intercruzamento	Com intercruzamento	Alteração	Sem intercruzamento	Com intercruzamento	Alteração
0,50	693,75	693,75	0,00	693,75	693,75	0,00
0,45	696,10	695,08	-0,15	691,15	692,34	0,17
0,40	698,04	696,53	-0,22	688,44	690,61	0,32
0,35	699,40	697,96	-0,21	685,75	688,58	0,41
0,30	699,99	699,18	-0,12	683,19	686,28	0,45
0,25	699,61	699,93	0,05	680,86	683,81	0,43
0,20	698,04	699,77	0,25	678,84	681,30	0,36
0,15	695,05	698,15	0,45	677,20	678,93	0,26
0,10	690,39	694,26	0,56	675,99	676,92	0,14
0,05	683,80	687,02	0,47	675,25	675,52	0,04

TABELA 11C Variâncias para o modelo epistasia dominante na geração F₂ em atração e repulsão, com e sem inter cruzamento, e sua alteração percentual.

fr	ATRAÇÃO			REPULSÃO		
	Sem inter cruzamento	Com inter cruzamento	Alteração	Sem inter cruzamento	Com inter cruzamento	Alteração
0,50	243,75	243,75	0,00	243,75	243,75	0,00
0,45	277,60	262,04	-5,94	212,65	226,30	6,42
0,40	314,04	284,69	-10,31	184,44	206,77	12,11
0,35	352,90	312,16	-13,05	159,25	185,78	16,66
0,30	393,99	344,94	-14,22	137,19	164,04	19,57
0,25	437,11	383,52	-13,97	118,36	142,41	20,32
0,20	482,04	428,33	-12,54	102,84	121,86	18,49
0,15	528,55	479,75	-10,17	90,70	103,54	14,16
0,10	576,39	538,02	-7,13	81,99	88,68	8,16
0,05	625,30	603,18	-3,67	76,75	78,68	2,51

TABELA 12C Variâncias para o modelo genes duplicados na geração F₂ em atração e repulsão, com e sem inter cruzamento, e sua alteração percentual.

fr	ATRAÇÃO			REPULSÃO		
	Sem inter cruzamento	Com inter cruzamento	Alteração	Sem inter cruzamento	Com inter cruzamento	Alteração
0,50	93,75	93,75	0,00	93,75	93,75	0,00
0,45	111,85	103,56	-8,01	76,90	84,32	9,65
0,40	131,04	115,61	-13,35	61,44	73,69	19,94
0,35	151,15	130,06	-16,22	47,50	62,18	30,91
0,30	171,99	147,06	-16,95	35,19	50,16	42,54
0,25	193,36	166,72	-15,98	24,61	38,11	54,86
0,20	215,04	189,05	-13,75	15,84	26,58	67,80
0,15	236,80	213,95	-10,68	8,95	16,23	81,34
0,10	258,39	241,14	-7,15	3,99	7,80	95,49
0,05	279,55	270,10	-3,50	1,00	2,10	110,00

TABELA 13C Variâncias para o modelo genes complementares na geração F₂ em atração e repulsão, com e sem inter cruzamento, e sua alteração percentual.

fr	ATRAÇÃO			REPULSÃO		
	Sem inter cruzamento	Com inter cruzamento	Alteração	Sem inter cruzamento	Com inter cruzamento	Alteração
0,50	393,75	393,75	0,00	393,75	393,75	0,00
0,45	390,85	392,26	0,36	395,90	395,02	-0,22
0,40	387,04	390,17	0,81	397,44	396,25	-0,30
0,35	382,15	387,25	1,33	398,50	397,38	-0,28
0,30	375,99	383,22	1,92	399,19	398,32	-0,22
0,25	368,36	377,66	2,52	399,61	399,05	-0,14
0,20	359,04	370,01	3,06	399,84	399,54	-0,08
0,15	347,80	359,55	3,38	399,95	399,83	-0,03
0,10	334,39	345,30	3,26	399,99	399,96	-0,01
0,05	318,55	326,00	2,34	400,00	400,00	0,00

TABELA 14C Variâncias para o modelo sem epistasia na geração F_∞ em atração e repulsão, com e sem inter cruzamento, e sua alteração percentual.

fr	ATRAÇÃO			REPULSÃO		
	Sem inter cruzamento	Com inter cruzamento	Alteração	Sem inter cruzamento	Com inter cruzamento	Alteração
0,50	200,00	200,00	0,00	200,00	200,00	0,00
0,45	210,53	205,79	-2,30	189,47	194,21	2,50
0,40	222,22	213,33	-4,17	177,78	186,67	5,00
0,35	235,29	222,94	-5,54	164,71	177,06	7,50
0,30	250,00	235,00	-6,38	150,00	165,00	10,00
0,25	266,67	250,00	-6,67	133,33	150,00	12,50
0,20	285,71	268,57	-6,38	114,29	131,43	15,00
0,15	307,69	291,54	-5,54	92,31	108,46	17,50
0,10	333,33	320,00	-4,17	66,67	80,00	19,99
0,05	363,64	355,45	-2,30	36,36	44,55	22,52

TABELA 15C Variâncias para o modelo epistasia recessiva na geração F_{∞} em atração e repulsão, com e sem inter cruzamento, e sua alteração percentual.

fr	ATRAÇÃO			REPULSÃO		
	Sem inter cruzamento	Com inter cruzamento	Alteração	Sem inter cruzamento	Com inter cruzamento	Alteração
0,50	600,00	600,00	0,00	600,00	600,00	0,00
0,45	620,78	611,50	-1,52	578,67	588,34	1,67
0,40	643,21	626,22	-2,71	554,32	572,89	3,35
0,35	667,47	644,57	-3,55	526,30	552,80	5,04
0,30	693,75	666,94	-4,02	493,75	526,94	6,72
0,25	722,22	693,75	-4,10	455,56	493,75	8,38
0,20	753,06	725,39	-3,81	410,20	451,10	9,97
0,15	786,39	762,13	-3,18	355,62	395,97	11,35
0,10	822,22	804,00	-2,27	288,89	324,00	12,15
0,05	860,33	850,49	-1,16	205,79	228,68	11,12

TABELA 16C Variâncias para o modelo epistasia dominante na geração F_{∞} em atração e repulsão, com e sem inter cruzamento, e sua alteração percentual.

fr	ATRAÇÃO			REPULSÃO		
	Sem inter cruzamento	Com inter cruzamento	Alteração	Sem inter cruzamento	Com inter cruzamento	Alteração
0,50	600,00	600,00	0,00	600,00	600,00	0,00
0,45	620,78	611,50	-1,52	578,67	588,34	1,67
0,40	643,21	626,22	-2,71	554,32	572,89	3,35
0,35	667,47	644,57	-3,55	526,30	552,80	5,04
0,30	693,75	666,94	-4,02	493,75	526,94	6,72
0,25	722,22	693,75	-4,10	455,56	493,75	8,38
0,20	753,06	725,39	-3,81	410,20	451,10	9,97
0,15	786,39	762,13	-3,18	355,62	395,97	11,35
0,10	822,22	804,00	-2,27	288,89	324,00	12,15
0,05	860,33	850,49	-1,16	205,79	228,68	11,12

TABELA 17C Variâncias para o modelo genes duplicados na geração F_{∞} em atração e repulsão, com e sem intercruzamento, e sua alteração percentual.

fr	ATRAÇÃO			REPULSÃO		
	Sem intercruzamento	Com intercruzamento	Alteração	Sem intercruzamento	Com intercruzamento	Alteração
0,50	300,00	300,00	0,00	300,00	300,00	0,00
0,45	310,25	305,71	-1,49	289,20	294,13	1,70
0,40	320,99	312,89	-2,59	276,54	286,22	3,50
0,35	332,18	321,63	-3,28	261,59	275,74	5,41
0,30	343,75	331,94	-3,56	243,75	261,94	7,46
0,25	355,56	343,75	-3,44	222,22	243,75	9,69
0,20	367,35	356,82	-2,95	195,92	219,67	12,12
0,15	378,70	370,59	-2,19	163,31	187,51	14,82
0,10	388,89	384,00	-1,27	122,22	144,00	17,82
0,05	396,69	395,04	-0,42	69,42	84,13	21,19

TABELA 18C Variâncias para o modelo genes complementares na geração F_{∞} em atração e repulsão, com e sem intercruzamento, e sua alteração percentual.

fr	ATRAÇÃO			REPULSÃO		
	Sem intercruzamento	Com intercruzamento	Alteração	Sem intercruzamento	Com intercruzamento	Alteração
0,50	300,00	300,00	0,00	300,00	300,00	0,00
0,45	310,25	305,71	-1,49	289,20	294,13	1,70
0,40	320,99	312,89	-2,59	276,54	286,22	3,50
0,35	332,18	321,63	-3,28	261,59	275,74	5,41
0,30	343,75	331,94	-3,56	243,75	261,94	7,46
0,25	355,56	343,75	-3,44	222,22	243,75	9,69
0,20	367,35	356,82	-2,95	195,92	219,67	12,12
0,15	378,70	370,59	-2,19	163,31	187,51	14,82
0,10	388,89	384,00	-1,27	122,22	144,00	17,82
0,05	396,69	395,04	0,00	69,42	84,13	21,19

TABELA 19C Frequências relativas do genótipo AABB na geração F₂ em atração e repulsão, com e sem inter cruzamento, e sua alteração percentual.

fr	Atração			Repulsão		
	S/ Interc	C/ Interc	Alteração	S/ Interc	C/ Interc	Alteração
0,50	0,06	0,06	0,00	0,06	0,06	0,00
0,45	0,08	0,07	-8,01	0,05	0,06	9,30
0,40	0,09	0,08	-12,89	0,04	0,05	17,36
0,35	0,11	0,09	-15,50	0,03	0,04	24,39
0,30	0,12	0,10	-16,41	0,02	0,03	30,56
0,25	0,14	0,12	-15,97	0,02	0,02	36,00
0,20	0,16	0,14	-14,44	0,01	0,02	40,83
0,15	0,18	0,16	-11,97	0,01	0,01	45,13
0,10	0,20	0,18	-8,69	0,00	0,00	48,98
0,05	0,23	0,22	-4,68	0,00	0,00	52,44

TABELA 20C Frequências relativas do genótipo AABB na geração F_∞ em atração e repulsão, com e sem inter cruzamento, e sua alteração percentual.

fr	Atração			Repulsão		
	S/ Interc	C/ Interc	Alteração	S/ Interc	C/ Interc	Alteração
0,50	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00
0,45	0,26	0,26	-2,25	0,24	0,24	2,44
0,40	0,28	0,27	-4,00	0,22	0,23	4,76
0,35	0,29	0,28	-5,25	0,21	0,22	6,98
0,30	0,31	0,29	-6,00	0,19	0,21	9,09
0,25	0,33	0,31	-6,25	0,17	0,19	11,11
0,20	0,36	0,34	-6,00	0,14	0,16	13,04
0,15	0,38	0,36	-5,25	0,12	0,14	14,89
0,10	0,42	0,40	-4,00	0,08	0,10	16,67
0,05	0,45	0,44	-2,25	0,05	0,06	18,37