

7741

MARIA IMACULADA PATTO SANÁBIO FERNANDES

EFEITO DA VARIAÇÃO DE ESTANDE NOS EXPERIMENTOS
COM A CULTURA DO FEIJOEIRO

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fito-tecnia, para obtenção do grau de MESTRE.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS
1987

MFN: 18985

ACVLS

7635 652

Fur
JH

1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025

ANEXO II - ESTADOS ANTERIORES

EFEITO DA VARIAÇÃO DE ESTADO DE ESTADE NOS EXPERIMENTOS COM A CULTURA DO FEJOLEIRO

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, pelo candidato ao título de Mestre em Agronomia, Paulo Roberto de Souza, nascido em Lavras, Minas Gerais, em 1963.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS

1983

[REDACTED]

EFEITO DA VARIAÇÃO DE ESTANDE NOS EXPERIMENTOS
COM A CULTURA DO FEIJOEIRO

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:



PAULO CÉSAR LIMA



MAGNO ANTÔNIO PATTO RAMALHO



ANTÔNIO CARLOS DE OLIVEIRA

Ao meu esposo, Ronaldo

Aos meus pais, Nilson e Cleusa

À minha irmã, Renata

Ao meu primo, Marcelinho

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela fé e perseverança concedidas;

À Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), pela oportunidade da realização do curso;

Ao Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS) - EMBRAPA e ao pessoal de apoio pelas facilidades concedidas e auxílio na condução dos trabalhos experimentais;

Ao Prof. Paulo César Lima, pela participação e ajuda nas análises estatísticas;

Ao Prof. Dr. Magno Antônio Patto Ramalho, pela sugestão do assunto, segura orientação, amizade e sobretudo pelo seu exemplo de entusiasmo constante e dedicação ao trabalho;

Ao pesquisador Dr. Antônio Carlos de Oliveira, pela participação, críticas e valiosas sugestões apresentadas;

À pesquisadora e colega Ângela de Fátima Barbosa Abreu, pela amizade e fornecimento dos dados utilizados;

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo;

À Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE), pela ajuda financeira na publicação do trabalho;

A todos os professores do curso, pelos ensinamentos e amizade;

Ao colega e primo Cleso Antônio Patto Pacheco, pela paciência, dedicação, equilíbrio e companheirismo que foram sempre suporte e estímulo a esta dissertação e contribuíram para selar entre nós uma inestimável amizade;

Aos demais colegas de pós-graduação, pelo convívio e amizade;

Aos funcionários do setor de processamento de dados do CNPMS e da ESAL, pela ajuda nos serviços de computação;

À bibliotecária Maria Helena e demais funcionários da biblioteca - ESAL, pela revisão das citações bibliográficas e solicitude no atendimento;

À Darci e Selma pelos serviços datilográficos;

Aos funcionários do Departamento de Biologia da ESAL, em especial Débora, D^ª Zélia e Sônia e;

A todos que, de algum modo, contribuíram para que o objetivo deste trabalho fosse alcançado com êxito.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	3
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1. Experimentação de campo	13
3.1.1. Cultivares	13
3.1.2. Delineamento experimental e tratamentos ..	14
3.1.3. Detalhes da condução dos experimentos	14
3.1.4. Características	15
3.1.5. Análises estatísticas	15
3.1.5.1. Análise de variância	15
3.1.5.2. Análise de regressão	16
3.1.5.3. Correlações entre caracteres	16
3.1.6. Comparação entre métodos de correção de es <u>t</u>	
tande	17
3.1.6.1. Utilização de uma expressão tendo	
o coeficiente de regressão linear	
como fator de correção	17
3.1.6.2. Utilização da expressão de ZUBER.	18
3.1.6.3. Utilização da análise de covariân <u>ç</u>	
cia	21

3.2. Coleta de dados de ensaios de competição de variedades	22
3.3. Efeito de repetições	23
4. RESULTADOS	24
4.1. Análise de variância e regressão	24
4.2. Correlações entre caracteres	29
4.3. Comparação entre métodos de correção de estande..	34
4.3.1. Correção pela expressão que utiliza o coeficiente de regressão linear (b) do caráter em função da percentagem de perda de plantas nas parcelas	34
4.3.2. Correção pela expressão de ZUBER	36
4.3.3. Correção pela análise de covariância	36
4.4. Efeitos da correção dos dados de produção de grãos com base no estande, referentes aos ensaios de competição de variedades de feijão, fornecidos por alguns pesquisadores	40
4.5. Efeito de repetições	44
5. DISCUSSÃO	46
6. CONCLUSÕES	57
7. RESUMO	59

8. SUMMARY	61
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

LISTA DE TABELAS

TABELA	Página
1 Resumo das análises de variância e regressão para as características número de plantas por parcela (A), número de vagens por planta (X), número de sementes por vagem (Y), peso de 100 sementes (Z), produção de grãos por planta (W) em gramas e produção de grãos (B) em quilogramas por hectare, em função da percentagem de perda de plantas nas parcelas, para a cultivar CNF005. Sete Lagoas, MG, ano agrícola de 1983	25
2 Resumo das análises de variância e regressão para as características número de plantas por parcela (A), número de vagens por planta (X), número de sementes por vagem (Y), peso de 100 sementes (Z), produção de grãos por planta (W) em gramas e produção de grãos (B) em quilogramas por hectare, em função da percentagem de perda de plantas nas parcelas, para a cultivar PINTADO. Sete Lagoas, MG, ano agrícola de 1983	26

TABELA

3	Resultados médios do número de plantas por parcela (A), número de vagens por planta (X), número de sementes por vagem (Y), peso de 100 sementes (Z), produção de grãos por planta (W) em gramas, produção de grãos (B) em quilogramas por hectare, para as cultivares CNF005 e PINTADO. Sete Lagoas, MG, ano agrícola de 1983	28
4	Coeficientes de correlação entre número de vagens por planta (X), número de sementes por vagem (Y), peso de 100 sementes (Z), produção de grãos por planta (W) em gramas e produção de grãos (B) em quilogramas por hectare, para as cultivares CNF 005 e PINTADO. Sete Lagoas, MG, ano agrícola de 1983	30
5	Coeficientes de correlação entre número de vagens por planta (X), número de sementes por vagem (Y), peso de 100 sementes (Z), produção de grãos por planta (W) em gramas e produção de grãos (B) em quilogramas por hectare, considerando os tratamentos A, C e F separadamente, para as cultivares CNF 005 e PINTADO. Sete Lagoas, MG, ano agrícola de 1983	32

6	Resumo das análises de variância do número de vagens por planta (X) e produção de grãos (B) em quilogramas por hectare, corrigidos para o estande pelo método 1, para as cultivares CNF005 e PINTADO. Sete Lagoas, MG, ano agrícola de 1983	35
7	Produção média de grãos por planta, produção média de grãos por parcela e fatores de correção(K) a serem utilizados na expressão de ZUBER, para as cultivares CNF005 e PINTADO. Sete lagoas, MG, ano agrícola de 1983	37
8	Resumo das análises de variância da produção de grãos em quilogramas por hectare, corrigida para o estande pelo método 2, para as cultivares CNF005 e PINTADO. Sete Lagoas, MG, ano agrícola de 1983	38
9	Resumo das análises de covariância (método 3) para número de vagens por planta (X) e produção de grãos (B) em quilogramas por hectare, ajustados para o estande, para as cultivares CNF005 e PINTADO. Sete Lagoas, MG, ano agrícola de 1983	39
10	Resultados médios não ajustados e ajustados, do número de vagens por planta (X) e produção de grãos (B) em quilogramas por hectare, e coeficientes de	

TABELA

Página

	variação (CV%), para as cultivares CNF005 e PINTA <u>D</u> O. Sete Lagoas, MG, ano agrícola de 1983	41
11	Resumo dos resultados obtidos nas análises de va <u>r</u> iação da produção de grãos em quilogramas por hectare, de vinte e um ensaios de avaliação de cul <u>t</u> ivares, utilizando os dados não corrigidos e cor <u>r</u> rigidos em função do estande pelo coeficiente de regressão linear ($b = -2,4927$)	43
12	Coeficientes de variação (em %) dos experimentos envolvendo as cultivares CNF005 e PINTADO, quando se variou o número de repetições de 3 a 7. Sete Lagoas, MG, ano agrícola de 1983	45

1. INTRODUÇÃO

Com a crescente demanda da produção de alimentos, há necessidade que as culturas cultivadas tornem-se cada vez mais eficientes. Considerando que ganhos adicionais, em termos de incremento na produtividade, irá exigir melhoria nas condições experimentais, há necessidade de se procurar alternativas visando reduzir os fatores que contribuem para a diminuição da precisão experimental.

No caso específico do feijoeiro, uma das principais dificuldades da experimentação de campo, que está diretamente relacionada com a precisão experimental, é a de se obter o mesmo número de plantas (estande) em todas as parcelas experimentais. Para evitar o problema, normalmente é semeado um maior número de sementes, sendo realizado o desbaste após a germinação. Isto contudo, apesar de atenuar as diferenças em termos de estande, dificilmente é suficiente para resolver tal problema, haja visto que muitas perdas podem ocorrer após o desbaste.

Embora os trabalhos relatados na literatura, na sua maioria, não apresentam dados de estande, sabe-se que este varia muito de experimento para experimento. Observou-se por exemplo, num

levantamento bibliográfico feito, uma redução no estande do feijoeiro variando de 12,2 a 73,6% (5, 15, 49).

De um modo geral, apesar desta ampla variação no estande e da importância da pesquisa com o feijoeiro no Brasil, os pesquisadores que trabalham com a cultura não tem usado nenhum processo para atenuar estas diferenças de estande e nem foram encontradas informações sobre processos que possam ser utilizados. Contudo, é fácil visualizar que a não correção de estande pode contribuir para a diminuição da precisão experimental e, em consequência, prejudicar a validade das inferências dos dados experimentais.

Diante da falta de informações sobre o efeito da variação de estande nos experimentos com a cultura do feijoeiro, o presente trabalho foi conduzido com os objetivos de quantificar o efeito destas diferenças no número de plantas por parcela na eficiência dos experimentos com a cultura e, ao mesmo tempo, discutir alternativas para se atenuar os efeitos destas diferenças.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Como já comentado, um dos fatores que mais preocupa os pesquisadores que se dedicam à experimentação de campo é a obtenção de um estande semelhante para os diferentes tratamentos.

Em experimentos de campo com o feijoeiro, o procedimento frequentemente utilizado para manter constante o número de plantas nas parcelas, é promover a semeadura do dobro da quantidade de sementes necessária e realizar o desbaste posteriormente. Apesar desta ser uma prática que onera sobremaneira o custo dos experimentos, nem sempre ela proporciona um estande uniforme.

Em vista deste fato, tem se procurado não só no feijoeiro, como em algumas culturas, procedimentos que possam ser utilizados para atenuar os efeitos do estande, como por exemplo em arroz, GOMEZ & De DATTA (30); batata, Stewart, 1919, citado por GOMEZ & De DATTA (30); tomate, STOFELLA & SONODA (58) e milho (13, 34, 43).

Dois métodos são frequentemente usados para ajustar produções de parcelas com plantas perdidas. Um, assume que a produção da planta perdida é exatamente igual a média de produção das plantas restantes na parcela. O outro, ignora a presença de plan-

tas perdidas e determina a produção da parcela somente com base na área colhida. O primeiro considera que a presença de uma ou mais plantas perdidas não afeta a performance das plantas adjacentes e o segundo, que a produção da planta perdida é totalmente compensada pelo aumento de produção das plantas adjacentes.

A ocorrência de perda de plantas nas parcelas deve promover uma menor competição em água, luz e nutrientes; portanto, é lógico esperar um aumento em produção de grãos das plantas adjacentes às folhas. Mas, não é conhecido se este aumento compensa totalmente a perda em produção devido às falhas.

No caso específico do feijoeiro, são escassas as informações a este respeito. Um dos estudos foi realizado por SULLIVAN & BLISS (59), no qual testaram procedimentos para compensar a perda de plantas. Um dos procedimentos, foi o de promover o transplântio, nos espaços vagos, utilizando-se plantas excedentes no campo ou plantas provenientes de potes de plástico sobre luz fluorescente. O outro, foi o de deixar duas plantas adjacentes à planta perdida no momento do desbaste. Ambos os transplântios utilizados produziram uma redução de quase 23% na produção de grãos por planta quando comparados com as médias das parcelas controle, ou seja, não transplantadas. Contudo, a redução de produção, para o segundo procedimento testado, nunca foi superior a 7% da produção da testemunha. Os autores concluíram então, que este último procedimento foi o mais viável e proporcionou uma certa compensação da produção pelas plantas adjacentes às falhas, uma vez que o maior

espaçamento dentro da linha promoveu um aumento da produção de grãos por planta em média de 34,5% para os dois anos testados.

A existência de compensação da produção, que foi observada no caso dos experimentos conduzidos por SULLIVAN & BLISS(59), tem sido comprovada através de resultados de avaliações de ensaios de densidades de plantio. Em um levantamento de 41 ensaios de avaliação, com densidades de plantio variando de 40 mil a 2 milhões de plantas por hectare, foi constatado que em apenas 24,3% houve efeito de densidade e assim mesmo quando se comparou as densidades extremas (3, 4, 6, 9, 10, 11, 12, 19, 20, 21, 26, 27, 28, 32, 36, 37, 40, 41, 47, 50, 51, 52, 53, 55, 61, 63). Estes resultados reforçam o ponto de vista de que há compensação.

Para avaliar a que nível ocorre esta compensação, é necessário verificar quais são os caracteres mais correlacionados com a produtividade de grãos e, que são também suficientemente plásticos para manter a produção de grãos mesmo quando se variou a população de plantas.

Muitas características em plantas podem ser representadas por dois ou mais componentes básicos. Para o feijão, a produção de grãos pode ser tomada como produto de três componentes principais; número de vagens por planta, número de sementes por vagem e peso médio das sementes. Uma alteração na produção de grãos, deve corresponder a alterações em um ou mais desses componentes, GRAFIUS (31).

Na literatura são apresentados muitos trabalhos com o

feijoeiro, relacionados com o estudo de correlações genotípicas e fenotípicas entre a produção de grãos por planta e seus componentes primários, bem como entre estes componentes. Porém, estes trabalhos envolvem diferentes métodos, populações, locais e anos, o que concorre para uma ampla variação entre os resultados apresentados, SANTOS (54).

O número de vagens por planta parece ser o componente com maior participação na produção do feijoeiro, considerando que as correlações genéticas e fenotípicas entre a produção de grãos e o número de vagens por planta foram na sua maioria, positivas e elevadas (17, 23, 25, 44, 46, 48, 62). No entanto, correlações positivas e relativamente baixas foram encontradas por AGGARWAL & SINGH (2) e, praticamente nulas por CAMACHO et alii (14) e SANTOS (54).

No caso das correlações entre produção de grãos e o número de sementes por vagem, constataram-se valores positivos em todos os casos, porém com uma ampla variação de magnitude (2, 14, 22, 23, 25, 44, 46, 48, 54).

Considerando a produção de grãos com o peso das sementes, observaram-se também estimativas do coeficiente de correlação positivas e com ampla variação de magnitude (2, 25, 44, 46, 48, 54).

As correlações obtidas para os componentes primários da produção entre si, são também muito discrepantes (1, 2, 14, 17, 23, 24, 44, 46, 48, 54). Contudo, é comum o relato de correlações negativas entre estes componentes.

Estas correlações negativas ocorrem para a maioria das culturas, particularmente sob condições de stress ambiental, as quais podem ou não permitir a expressão genética máxima de cada componente, ADAMS (1). Em seu trabalho, o autor conclui que estas correlações são explicadas pelo desenvolvimento destes componentes em determinadas situações de competição entre plantas, em vez das associações genéticas clássicas, visto que na ausência de competição estas correlações geralmente tenderam a zero, indicando que os componentes de produção em feijão são governados por sistemas de genes independentes. Estas mesmas relações foram encontradas por GRAFIUS (31) em muitas culturas como cevada, aveia, feijão e milho.

O autor ainda comenta que, a competição entre as plantas torna-se suficientemente intensa devido principalmente às limitações ambientais avaliáveis para plantas individuais e, em consequência, uma competição dentro da planta ocorre por nutrientes e metabólitos necessários à iniciação e elaboração de estruturas reprodutivas, a qual conduz finalmente a uma variação compensatória entre os componentes, cujo produto determina o nível de produção final de grãos.

É provável que o efeito compensatório que se observa nas plantas mais espaçadas, seja devido à diminuição da competição dentro da planta entre os componentes, o que contribui para o incremento na produção de grãos destas plantas.

Apesar do grande número de trabalhos existentes na liter

ratura relacionados com o estudo das correlações entre caracteres do feijoeiro, poucos tem avaliado como estas correlações são afetadas pela densidade de plantio.

A densidade de plantio constitui um tipo especial de stress ambiental e seus maiores efeitos são produzidos na época de máxima área foliar, a qual coincide com a fase reprodutiva para o feijoeiro, BENNETT et alii (8).

WESTERMANN & CROTHERS (62), objetivando avaliar os efeitos de diferentes populações de plantas nos componentes da produção de grãos de cultivares de hábitos de crescimento determinado e indeterminado, verificaram que o número de vagens e a produção por planta aumentaram linearmente com o aumento da área por planta para todas cultivares estudadas. O número de sementes por vagem e peso das sementes também aumentaram com a redução da densidade, nas cultivares de hábito de crescimento indeterminado e permaneceram relativamente constante para as cultivares determinadas. Como resultado, o rendimento foi relativamente constante sobre uma grande amplitude de densidade para as cultivares indeterminadas, mas decresceu em menores densidades para as determinadas. De posse destes resultados, os autores concluíram que as cultivares determinadas estão sujeitas a uma menor competição em altas populações de plantas, do que as indeterminadas.

As cultivares de hábito de crescimento indeterminado, tipo III e II estiveram nesta ordem, entre as mais produtivas independente do local e densidade de plantio, em um trabalho realiza-

do por NIENHUIS & SINGH (42).

Como a ocorrência de diferenças de estande nem sempre é compensada pela maior produtividade das plantas restantes, processos tem sido propostos em algumas culturas para atenuar estas diferenças.

Uma alternativa proposta no caso do milho, foi sugerida por Kiesselbach em 1918, citado por Le CLERG (35), e basicamente consiste em colher, em cada parcela, o mesmo número de plantas totalmente competitivas para aumentar a precisão das comparações.

A análise de covariância tem sido utilizada também, para ajustar a produção de grãos em função das diferenças no estande. Ela utiliza os dados provenientes do experimento existente, ao passo que os outros métodos de correção de estande usam resultados médios de experimentos prévios, MAHONEY & BATEN (38).

Uma discussão completa da natureza e usos principais da análise de covariância foi descrita por COCHRAN (16), e a teoria, interpretada e o relacionamento da análise de covariância com regressão foram apresentados por SMITH (56).

Porém, a aplicação de covariância, para corrigir produções de parcelas com estandes irregulares, é inapropriada se estas diferenças de estande representam características das variedades ou são provenientes dos tratamentos aplicados, o que pode ser verificado através de uma análise de variância do estande, PIMENTEL GOMES (45). Isto também é válido para os outros métodos de correção de estande.

Para a cultura do milho, ZUBER (64) propôs a utilização da seguinte expressão:

$$PCC = PC \frac{H - 0,3 M}{H - M} \quad \text{onde,}$$

PCC : peso de campo corrigido;

PC : peso de campo;

H : número de plantas da parcela após o desbaste (estande inicial);

M : número de plantas perdidas (falhas).

O ajuste por meio dessa expressão adiciona, à produção da parcela, 70% da produção média por planta para cada ocorrência de falha, e considera que a 30% restantes são recuperados pelo aumento da produtividade das plantas vizinhas às falhas.

Embora essa expressão seja de uso bastante generalizado para correção de produção de milho devido às falhas, não se sabe como o autor obteve o coeficiente de 0,3 utilizado, IGUE (33). Com base em 50 experimentos, CRUZ (18) encontrou que em apenas 14% deles, os valores do coeficiente foi semelhante a 0,3.

Porém, GLAT & CAPELARO (29) comentam que o fator fixo de 0,3 admite uma capacidade de compensação de produtividade das cultivares de milho abaixo da real e por essa razão, as produtividades corrigidas por essa fórmula ficam exageradamente altas. Ainda mostram que o uso de um fator de correção de 0,6 na expressão

citada anteriormente, corrige a produtividade em função do estande muito mais realisticamente.

Um outro método, comumente utilizado pelos melhoristas de milho, foi apresentado por Le CLERG (35). Este método consiste na utilização de um fator de correção desenvolvido a partir de da dos experimentais e utiliza a seguinte expressão:

$$W_a = W_f \left(1 + \frac{\text{n}^\circ \text{ de plantas perdidas}}{\text{n}^\circ \text{ de plantas por parcela}} \cdot 0,6 \right) \quad \text{onde,}$$

W_a : peso de espigas ajustado;

W_f : peso de espigas por parcela.

Este método assume que a produção das plantas adjacentes a uma falha será incrementada em 40% da produção que seria obtida pela planta perdida.

Como, para várias culturas, são apresentados na literatura alguns métodos de correção de produções de parcelas em função do estande, pesquisadores tem desenvolvido trabalhos com o objetivo de comparar estes métodos.

Para a cultura do milho, CRUZ (18) chegou a conclusão que o uso da análise de covariância múltipla foi o melhor método para corrigir produções de parcelas com número variável de plantas. MARTINS (39), também utilizou-se da análise de covariância para ajustar dados de produção de milho em função das variações de estande.

IGUE (33) objetivando estudar a influência do estande final (X) sobre os dados de produção das parcelas (Y) de experimentos envolvendo várias culturas, encontrou para o feijoeiro que a equação de regressão linear $Y = a + bX$ foi a mais eficiente e consistente na redução do erro experimental dos 61 experimentos avaliados.

AVILA, V. & MARQUÉZ SÁNCHEZ (7) compararam 4 métodos de correção de estande para sorgo granífero e, chegaram a conclusão que o uso da covariância e da expressão de ZUBER (64), com um fator de correção estimado para cada experimento, foram os mais eficientes.

Como foi observado, mesmo para o milho que é uma cultura amplamente pesquisada, são escassos os trabalhos existentes com relação a correção de produções de parcelas em função do estande. Para o feijão, não se tem utilizado de nenhuma técnica estatística para correção de produções de parcelas com estande variável e, nem foram encontradas muitas informações sobre possíveis métodos de correção.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste estudo duas etapas foram desenvolvidas: uma, que consistiu na experimentação de campo onde foram conduzidos dois experimentos durante o ano agrícola de 1983, no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS-EMBRAPA), em Sete Lagoas (MG); e a outra, que fundamentou na coleta de dados de ensaios de competição de variedades de feijão, fornecidos por alguns pesquisadores, com diferentes níveis de perda de plantas nas parcelas.

3.1. Experimentação de campo

3.1.1. Cultivares

Para um dos experimentos foi utilizada a cultivar de feijão CNF005, de hábito de crescimento tipo II e, para o outro, a cultivar Pintado, de hábito de crescimento tipo III.

3.1.2. Delineamento experimental e tratamentos

Para ambos os experimentos, o delineamento experimental foi o de blocos casualizados com sete repetições, onde foram avaliados seis tratamentos correspondentes à intensidades de falhas variando de 50% de perdas nas parcelas até perdas inferiores a 10%, obtidas por simulação através do arranquio aleatório das plantas no início de seu desenvolvimento. Como é difícil manter um mesmo número de plantas nas parcelas, estabeleceu-se um limite de variação nas percentagens de perda de plantas nas parcelas, que constituíram os tratamentos: A(0 a 10%), B(10 a 20%), C(20 a 30%), D(30 a 40%), E(40 a 50%) e F(50 a 60%).

3.1.3. Detalhes da condução dos experimentos .

Cada parcela foi constituída de três fileiras de 10 metros de comprimento, sendo que apenas a fileira central foi utilizada como área útil. O espaçamento foi de 0,50m entre fileiras e as sementes foram semeadas duas a duas, espaçadas de 0,10m e, debastadas posteriormente para 1 planta.

No início de desenvolvimento da planta (mais ou menos 15 dias após plantio), realizou-se a simulação de falhas nas diferentes intensidades, correspondentes aos seis tratamentos avaliados.

A adubação foi efetuada usando-se o equivalente a 180kg/ha de superfosfato triplo no plantio e mais 150 kg/ha de sulfato de amônio em cobertura aos 20 dias do plantio. Foram feitas irrigações complementares e realizados os demais tratos culturais normais para a cultura.

3.1.4. Características

Para a coleta dos dados foram tomadas todas as plantas da área útil das parcelas e, as seguintes características foram avaliadas:

- a) Estande final (número de plantas/parcela)
- b) Componentes da produção de grãos do feijoeiro:
 - Número de vagens por planta
 - Número médio de sementes por vagem
 - Peso médio de 100 sementes (g)
- c) Produção média de grãos por planta (g/planta)
- d) Produção de grãos (kg/hectare) - obtida pela transformação de peso de sementes em g/parcela para kg/ha.

3.1.5. Análises estatísticas

3.1.5.1. Análise de variância

Para cada experimento, os dados de todas as característi-

cas avaliadas foram submetidos à análise de variância, para avaliar-se as diferenças de produção em função das falhas.

3.1.5.2. Análise de regressão

Foi aplicada uma análise de regressão aos dados, considerando cada característica em função da percentagem de perda de plantas nas parcelas e, verificou-se qual equação de regressão (considerando até o 5º grau) melhor se ajustou aos dados. A partir dos resultados obtidos, estimou-se a capacidade de auto-compensação das produções por parcela, ou seja, até que proporção de falhas houve uma compensação pelas plantas restantes nas parcelas.

3.1.5.3. Correlações entre caracteres

Para verificar quais são os caracteres mais correlacionados com a produtividade de grãos e que são suficientemente plásticos para manter a produção de grãos mesmo em baixo estande, foram estimados os coeficientes de correlação entre as características estudadas, considerando-as duas a duas, através da expressão:

$$r = \frac{SPXY}{\sqrt{SQX \cdot SQY}} \quad \text{onde,}$$

SPXY : soma de produtos das variáveis X e Y;

SQX : soma de quadrados da variável X;

SQY : soma de quadrados da variável Y.

3.1.6. Comparação entre métodos de correção de estande

Apesar do trabalho apresentado por SULLIVAN & BLISS em 1981, onde mostraram procedimentos que podem ser utilizados para compensar a perda de plantas em experimentos com a cultura do feijoeiro, não existem disponíveis na literatura métodos propriamente, para correção de estande em feijão. A partir desta constatação, foram sugeridos e comparados neste trabalho, alguns métodos para correção de produções de parcelas com número variável de plantas.

3.1.6.1. Utilização de uma expressão tendo o coeficiente de regressão linear como fator de correção

Baseado na análise de regressão feita anteriormente, foi determinado o coeficiente de regressão linear de cada caráter em função da percentagem de perda de plantas nas parcelas e, este coeficiente foi usado como fator de correção de produção de parcelas com número variável de plantas, através da seguinte expressão:

$$Y_c = Y - b.F$$

onde,

- Y_c : valor da parcela corrigido para estande ideal de plantas;
 Y : valor da parcela original (sem correção);
 b : coeficiente de regressão linear do caráter em função da percentagem de perda de plantas nas parcelas e
 F : número de plantas em falta na parcela.

O ajuste por meio desta expressão foi feito a cada parcela, para as características de número de vagens por planta e produção de grãos em kg/ha, considerando cada experimento separado. Após correção, os dados transformados foram novamente submetidos à análise de variância.

3.1.6.2. Utilização da expressão de ZUBER

Inicialmente, para cada experimento, foi estimado o fator de correção (K) a ser utilizado na expressão, baseado na compensação de produção que se deu pelas plantas restantes na parcela, por dedução de uma equação que originou a expressão de ZUBER (64). Segundo OLIVEIRA*, a produção da parcela corrigida é dada por:

$$N\bar{Y}_c = (N - F)\bar{Y} + \alpha F\bar{Y} \quad \text{onde,}$$

* OLIVEIRA, A.C. Dados não publicados, 1987. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS) - EMBRAPA, Sete Lagoas, MG.

- N : estande ideal;
- \bar{Y}_C : produção média de grãos por planta em parcelas sem falhas, sendo $N\bar{Y}_C = Y_C$ que corresponde à produção de grãos por parcela sem falhas;
- F : número de falhas, sendo $N - F = S$ que corresponde ao estande observado;
- \bar{Y} : produção média de grãos por planta em parcelas com falhas, $S\bar{Y} = Y$ que corresponde à produção de grãos por parcela com falhas e
- α : fator de compensação, sendo $1 - \alpha = K$ que corresponde ao fator de correção a ser utilizado na expressão de ZUBER.

Desta forma, tem-se que:

Se $\alpha = 1 \Rightarrow N\bar{Y}_C = N\bar{Y} \Rightarrow \bar{Y}_C = \bar{Y}$ (não há compensação)

Se $\alpha = 0 \Rightarrow N\bar{Y}_C = (N-F)\bar{Y} = S\bar{Y}$ (há total compensação)

Desenvolvendo a expressão apresentada, pode-se obter a expressão que permite estimar o K , ou seja:

$$N\bar{Y}_C = (N-F)\bar{Y} + \alpha F\bar{Y}$$

$$Y_C = S\bar{Y} + \alpha F\bar{Y}$$

$$Y_C = Y + \alpha F\bar{Y}$$

$$\alpha = \frac{Y_C - Y}{F\bar{Y}} ; \text{ como } 1 - \alpha = K$$

$$K = 1 - \frac{Y_C - Y}{F\bar{Y}}$$

Da mesma forma, pode-se obter a expressão de ZUBER (64) relatada na literatura, isto é:

$$N\bar{Y}_C = (N-F)\bar{Y} + \alpha F\bar{Y}$$

$$N\bar{Y}_C = N\bar{Y} - F\bar{Y} + \alpha F\bar{Y}$$

$$N\bar{Y}_C = N\bar{Y} - (1-\alpha)F\bar{Y}$$

$$Y_C = N\bar{Y} - KF\bar{Y}$$

$$Y_C = (N-KF)\bar{Y}$$

$$Y_C = \frac{Y(N-KF)}{N-F} \quad \text{onde,}$$

Y_C : valor da parcela corrigido para estande ideal de plantas;

Y : valor da parcela original (sem correção);

N : número ideal de plantas na parcela;

F : número de plantas em falta na parcela e

K : fator de correção. Este ajuste adiciona, à produção da parcela, $1-K$ da produção média por planta para cada ocorrência de falha, e considera que os K restantes são recuperados pelo aumento da produtividade das plantas vizinhas às falhas.

Neste trabalho, uma vez estimados os fatores de correção, o ajuste da produção total de grãos (kg/ha), através da expressão de ZUBER, foi feito por parcela e considerando cada experimento separadamente. Os dados ajustados foram novamente submetidos à análise de variância.

3.1.6.3. Utilização da análise de covariância

Para a análise de covariância foi adotado o seguinte modelo, adaptado de STEEL & TORRIE (57):

$$Y_{ij} = m + t_i = r_j + b(X_{ij} - N) + e_{ij} \quad \text{onde,}$$

Y_{ij} : valor total do caráter Y no tratamento i da repetição j;

m : média geral;

t_i : efeito fixo do tratamento i;

r_j : efeito do bloco j;

b : coeficiente de regressão do caráter Y em função do número de plantas da parcela ij;

X_{ij} : número de plantas do tratamento i, na repetição j;

N : número ideal de plantas por parcela do ensaio e

e_{ij} : desvio aleatório associado à observação Y_{ij} , $e_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$.

Para cada experimento, foram consideradas como variáveis dependentes, o número de vagens por planta e a produção de grãos em kg/ha e, como variável independente, o número de plantas por parcela. As médias de tratamentos foram ajustadas pela expressão:

$$\bar{y}_c = \bar{y}_i - b(\bar{x}_i - \bar{x}) \quad \text{onde,}$$

- \bar{Y}_c : média do tratamento corrigida, para o caráter em questão;
- \bar{Y}_i : média do tratamento Y original (sem correção), para o caráter em questão;
- $\hat{\beta}$: estimativa do coeficiente de regressão do caráter em função do número de plantas. Este coeficiente de regressão está relacionado com o ajuste a ser feito, no erro experimental, em função da correlação entre os erros das variáveis dependentes com a independente;
- \bar{X}_i : média do tratamento em questão para número de plantas por parcela e
- \bar{X} : média geral do número de plantas por parcela.

3.2. Coleta de dados de ensaios de competição de variedades

Para aplicação dos resultados apresentados nesse trabalho, foram tomados dados de produção de grãos em kg/ha de 21 ensaios de competição de variedades de feijão para diversas localidades, envolvendo vários níveis de perda de plantas nas parcelas. Os dados foram corrigidos com base no estande pela expressão que utiliza o coeficiente de regressão linear como fator de correção. Para estes ensaios, foi usado o coeficiente de regressão médio encontrado para os dois experimentos no presente trabalho. Foram realizadas análises de variância antes e após correção, avaliando o efeito na precisão dos experimentos. Foram estimados também, os coeficientes de correlação de Spearman entre as médias de tratamentos ajustadas e não ajustadas, conforme metodologia apresenta-

da por STEEL & TORRIE (57), bem como determinada a eficiência da correção (%) pela expressão:

$$100 - \left[\frac{\text{CV\% corrigido}}{\text{CV\% original}} \right] \cdot 100$$

3.3. Efeito de repetições

Para ambos experimentos do presente trabalho, foram realizadas análises de variância, considerando cada característica estudada, com número de repetições variando de 3 a 6. Com base nestas análises, foram avaliados os efeitos das diferenças de estande, com número variável de repetições, na precisão dos experimentos.

4. RESULTADOS

4.1. Análises de variância e regressão

Os resumos das análises de variância e regressão para as características do feijoeiro avaliadas, considerando as cultivares CNF005 e PINTADO, estão apresentados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. Os resultados obtidos mostram que o comportamento dos tratamentos foi semelhante para ambas as cultivares. Observa-se que houve significância para efeitos de tratamentos, considerando as características: número de plantas por parcela, número de vagens por planta, número de sementes por vagem e produção de grãos por planta. Os coeficientes de variação obtidos indicam uma boa precisão experimental, apresentando uma variação de 3,61 a 12,36 para a cultivar CNF005 e de 3,62 a 13,12% para a cultivar PINTADO, encontrados para as características de número de plantas por parcela e produção de grãos por planta, respectivamente. Pode-se observar que, mesmo com baixos coeficientes de variação, não foram encontradas diferenças significativas para tratamentos quando se considerou a produção de grãos em kg/ha. Isto mostra que, nas parcelas com até 50% de falhas, houve uma certa compensação de produção pelas plantas restantes.

TABELA 1 - Resumo das análises de variância e regressão para as características número de plantas por parcela (A), número de vagens por planta (X), número de sementes por vagem (Y), peso de 100 sementes (Z), produção de grãos por planta (W) em gramas e produção de grãos (B) em quilo-gramas por hectare, em função da percentagem de perda de plantas nas parcelas, para a culti- var CNF005. Sete Lagoas, MG, ano agrícola de 1983.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		A	X	Y	Z	W	B
Blocos	6	3,2625	3,0352	0,0116	0,5377	1,7227	17891,2410
Tratamentos	(5)	2210,3800**	37,1308**	0,5101*	0,5701	52,5711**	36561,6190
Regressão linear	1	176,2051**	0,6432**	1,9726	247,9968**	12777,8322	
Regressão quadrática	1	8,6002*	0,0334	0,0094	14,0558*	12324,9649	
Regressão cúbica	1	0,6142	0,0602	0,6181	0,2967	21350,8447	
Regressão 4º grau	1	0,0872	0,0122	0,0544	0,0853	2771,5712	
Regressão 5º grau	1	0,1473	0,0028	0,1958	0,4211	18582,8820	
Resíduo	30	7,5475	1,5361	0,0426	0,7157	2,4009	39665,5360
Coeficiente de regressão							
Linear (b)		0,1199	0,0073	0,0127	0,1423	-3,2297	
C.V.(%)		3,61	9,57	4,21	4,32	12,36	10,92

* e ** Significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

TABELA 2 - Resumo das análises de variância e regressão para as características número de plantas por parcela (A), número de vagens por planta (X), número de sementes por vagem (Y), peso de 100 sementes (Z), produção de grãos por planta (W) em gramas e produção de grãos (B) em quilogramas por hectare, em função da percentagem de perda de plantas nas parcelas, para a cultivar PINTADO. Sete Lagoas, MG, ano agrícola de 1983.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		A	X	Y	Z	W	B
Blocos	6	6,3575	2,1564	0,0467	6,5203*	12,2950**	221653,2630**
Tratamentos	(5)	2271,0525**	20,1306**	0,1205**	0,8898	63,3439**	64601,7570
Regressão linear	1		98,8394**	0,5094**	3,4096	307,7628**	37762,2540
Regressão quadrática	1		0,5002	0,0046	0,2000	2,2224	87166,4256
Regressão cúbica	1		0,0067	0,0004	0,4372	0,0296	2173,8819
Regressão 4º grau	1		0,3039	0,0232	0,4021	1,8527	30677,5225
Regressão 5º grau	1		1,0028	0,0648	0,0000	4,8519	165228,7010
Resíduo	30	7,7200	0,6942	0,0220	2,6642	3,0738	58663,1540
Coefficiente de regressão							
linear (b)			0,0898	0,0064	0,0167	0,1585	-1,7557
C.V.(%)		3,62	9,08	3,84	4,38	13,12	12,36

* e ** Significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Os valores médios para as características avaliadas são apresentados na Tabela 3, para as cultivares CNF005 e PINTADO. Com relação ao número de vagens por planta, número de sementes por vagem e produção de grãos por planta, os maiores valores médios foram obtidos para os tratamentos com maior número de falhas, o que evidencia o efeito marcante das falhas sobre os componentes primários da produção de grãos, especialmente número de vagens. Como será realçado posteriormente, é esta plasticidade nestas características que contribui para a estabilidade na produção de grãos por área.

A grande influência do número de plantas por parcela sobre o número de vagens por planta, número de sementes por vagem e produção de grãos por planta, foi atestada pela alta significância dos efeitos lineares, os quais contribuíram com no mínimo 84,5% da variação explicada pela regressão. O efeito quadrático obtido no caso da cultivar CNF005, para número de vagens e produção de grãos por planta, ainda que significativo, contribuiu apenas com 4,6% e 5,3% da variação explicada pela regressão, respectivamente.

Para ambas cultivares, com relação ao peso de 100 sementes e produção de grãos em kg/ha, não foram observadas significâncias para as regressões que relacionam esses caracteres com a percentagem de perda de plantas nas parcelas, como era esperado, uma vez que também não foram encontrados valores de F significativos para tratamentos considerando tais características, mostrando que de fato há compensação.

TABELA 3 - Resultados médios do número de plantas por parcela (A), número de vagens por planta (X), número de sementes por vagem (Y), peso de 100 sementes (Z), produção de grãos por planta (W) em gramas, produção de grãos (B) em quilogramas por hectare, para as cultivares CNFO05 e PINTADO. Sete lagoas, MG, ano agrícola de 1983.

Cultivar	Percentagem de perda de plantas por parcela (%)	A	X	Y	Z	W	B
CNFO05	0-10	99,15	10,69	4,80	19,17	9,84	1948,57
	10-20	91,00	10,86	4,71	19,67	10,16	1843,83
	20-30	80,70	11,74	4,84	19,47	11,03	1780,27
	30-40	71,85	13,29	4,94	19,63	12,89	1845,82
	40-50	61,30	14,68	5,04	19,63	14,49	1772,12
	50-60	52,30	16,48	5,10	20,04	16,83	1752,41
Média Geral		76,05	12,96	4,90	19,60	12,54	1823,84
PINTADO	0-10	100,00	7,12	3,74	36,90	9,89	1971,11
	10-20	92,00	7,58	3,70	36,77	10,34	1902,73
	20-30	81,85	8,93	3,90	37,28	13,03	2133,37
	30-40	70,85	9,34	3,85	37,59	13,60	1932,75
	40-50	62,70	10,48	3,96	37,53	15,69	1965,23
	50-60	52,55	11,59	4,04	37,55	17,66	1850,83
Média Geral		76,70	9,17	3,87	37,27	13,37	1959,34

Os coeficientes de regressão linear encontrados foram positivos e em geral concordantes para ambas as cultivares, exceto para produção de grãos (kg/ha) que mostraram-se negativos embora não tenham diferido de zero estatisticamente (Tabelas 1 e 2).

Deve ser salientado que, o efeito do estande foi maior na características número de vagens por planta, e mesmo assim, a estimativa do coeficiente de regressão linear ($\hat{\beta}$), neste caso, não atingiu a 1% da média geral desta característica.

4.2. Correlações entre caracteres

Uma vez que as plantas do feijoeiro tem uma certa capacidade de compensar a produção devido às falhas, o estudo da correlação entre os caracteres torna-se importante para verificar quais desses caracteres estão mais correlacionados com a produtividade de grãos e que são suficientemente plásticos para manter a produção de grãos mesmo em baixo estande.

Conforme pode ser observado na Tabela 4, para ambas as cultivares, foram encontrados coeficientes de correlação elevados, positivos e altamente significativos entre os componentes número de vagens por planta e número de sementes por vagem com a produção de grãos por planta. Valores elevados e positivos também foram encontrados entre peso de 100 sementes e produção de grãos/planta, porém apenas significativo para a cultivar PINTADO.

No entanto, com relação as correlações entre a produção de grãos em kg/ha e os componentes primários da produção, encontraram-se valores negativos e relativamente altos para a cultivar CNF005 e, negativos e baixos para a cultivar PINTADO, porém nenhum valor significativo foi encontrado.

TABELA 4 - Coeficientes de correlação entre número de vagens por planta (X), número de sementes por vagem (Y), peso de 100 sementes (Z), produção de grãos por planta (W) em gramas e produção de grãos (B) em quilogramas por hectare, para as cultivares CNF005 e PINTADO. Sete Lagoas, MG, ano agrícola de 1983.

Pares de caracteres	Cultivares	
	CNF005	PINTADO
X, W	0,9995**	0,9991**
Y, W	0,9599**	0,9701**
Z, W	0,8098	0,8723*
X, B	-0,7272	-0,2887
Y, B	-0,6379	-0,0654
Z, B	-0,7699	-0,0682
X, Y	0,9672**	0,9604**
X, Z	0,7958	0,8677*
Y, Z	0,6201	0,8573*

* e ** Significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

Entre os componentes primários da produção, os coeficientes de correlação encontrados foram de um modo geral elevados e positivos, para ambas as cultivares. Valores altamente significativos foram encontrados entre número de vagens por planta e número de sementes por vagem, não sendo significativos apenas entre número de vagens por planta e número de sementes por vagem com peso de 100 sementes, para a cultivar CNF005.

Para a estimativa dos coeficientes de correlação apresentados anteriormente, foram consideradas correlações entre médias de tratamentos envolvendo as diferentes percentagens de perda de plantas nas parcelas. Para verificar se as diferenças de estande não influenciaram tais valores, foram estimados os coeficientes de correlação entre os caracteres, considerando separadamente os tratamentos A, C e F que correspondem às percentagens de perda de plantas nas parcelas variando de 0 a 10%, 20 a 40% e 50 a 60%, respectivamente. Os resultados encontram-se na Tabela 5 e observa-se que, as correlações existentes entre os caracteres do feijoeiro são marcadamente influenciadas pelo estande uma vez que quando se fixou a população de plantas por parcela os valores, na sua maioria, discordaram dos encontrados anteriormente, mostrando ser estas correlações principalmente ambientais.

Para ambas as cultivares, as associações entre produção de grãos por planta e número de vagens foram elevadas e positivas, sendo significativas na maioria dos casos, mostrando que o número de vagens por planta é o componente com maior participação

TABELA 5 - Coeficientes de correlação entre número de vagens por planta (X), número de sementes por vagem (Y), peso de 100 sementes (Z), produção de grãos por planta (W) em gramas e produção de grãos (B) em quilogramas por hectare, considerando os tratamentos A, C e F separadamente, para as cultivares CNF005 e PINTADO. Sete Lagoas, MG, ano agrícola de 1983.

Pares de Caracteres	Tratamentos ¹					
	A		C		F	
	CNF005	PINTADO	CNF005	PINTADO	CNF005	PINTADO
X, W	0,7129	0,9433**	0,8169*	0,9237**	0,9112**	0,9720**
Y, W	0,1627	0,7030	-0,0669	0,5478	0,3609	0,4849
Z, W	0,6622	0,8609*	0,3163	0,8942**	0,1685	0,5275
X, B	0,6013	0,8946**	0,7008	0,8772**	0,8255*	0,9575**
Y, B	0,0237	0,7662*	0,0065	0,6014	0,1735	0,4162
Z, B	0,8344*	0,8756**	0,4186	0,8233*	0,4041	0,4757
X, Y	-0,2986	0,4571	-0,4226	0,2279	0,1105	0,5020
X, Z	0,1807	0,6510	-0,1054	0,9152**	-0,0623	0,3664
Y, Z	-0,1391	0,8587*	-0,1617	0,1624	-0,3006	-0,3221

* e ** Significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

¹ Tratamento A : 0 a 10% de perda de plantas/parcela

Tratamento C : 20 a 30% de perda de plantas/parcela

Tratamento F : 50 a 60% de perda de plantas/parcela

na produção de grãos do feijoeiro, independente do estande (Tabela 5).

Considerando as correlações entre número de sementes por vagem e peso das sementes com a produção de grãos por planta, foram encontrados na sua maioria valores positivos, porém com uma ampla variação de magnitude.

Com relação à associação entre número de vagens por planta e a produção de grãos em kg/ha, foram observados valores positivos e mais elevados nas menores populações, para ambas as cultivares, o que evidencia ser este caráter suficientemente plástico para manter a produção de grãos por área mesmo em baixo estande. Valores discordantes foram encontrados entre as cultivares quando se considerou as associações entre número de sementes por vagem e produção de grãos em kg/ha, onde correlações praticamente nulas foram encontradas para a cultivar CNF005 independente do estande, enquanto que valores positivos e altos foram encontrados para a cultivar PINTADO nas maiores populações de plantas. Entre peso das sementes e produção de grãos em kg/ha, foram encontradas correlações positivas em todos os casos e mais elevadas nas maiores populações de plantas.

No entanto, para ambas as cultivares, as associações entre os componentes primários da produção apresentaram-se bem variáveis independente da população de plantas nas parcelas, sendo encontrados valores positivos e negativos com ampla variação de magnitude.

4.3. Comparação entre métodos de correção de estande

Mesmo não tendo ocorrido diferença para a produtividade de grãos em kg/ha, o que normalmente é a principal característica a ser avaliada, procurou-se verificar o efeito de possíveis métodos de correção de estande nesta característica. Foi também verificado o efeito desta correção em outras características.

4.3.1. Correção pela expressão que utiliza o coeficiente de regressão linear (b) do caráter em função da percentagem de perda de plantas nas parcelas

Os valores dos coeficientes de regressão linear usados na expressão de ajuste foram de 0,1199 e -3,2297 para a cultivar CNF005 e de 0,0898 e -1,7557 para a cultivar PINTADO, quando se considerou o número de vagens por planta e a produção de grãos em kg/ha, respectivamente (Tabelas 1 e 2).

Os resumos das análises de variância após a correção dos dados por este método, referentes as características número de vagens por planta e produção de grãos em kg/ha, para ambas as cultivares, estão apresentadas na Tabela 6. Observa-se a eficiência do método dada pela não significância, pelo teste F, dos quadrados médios de tratamentos quando se considerou ambas as características e cultivares. Os coeficientes de variação encontrados, após correção, praticamente não foram afetados (Tabela 10).

TABELA 6 - Resumo das análises de variância do número de vagens por planta (X) e produção de grãos (B) em quilogramas por hectare, corrigidos para o estande pelo método 1¹, para as cultivares CNF005 e PINTADO. Sete Lagoas, MG, ano agrícola de 1983.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		CNF005		PINTADO	
		X	B	X	B
Blocos	6	2,4100	19072,4300	2,0809*	221469,0710**
Tratamentos	5	1,7199	11413,2230	0,4119	56681,1900
Resíduo	30	1,1268	40699,4660	0,6832	58511,5420
C.V.(%)		10,53	10,61	11,71	12,09

*, ** Significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

¹ Método 1: Correção pela expressão que utiliza o coeficiente de regressão linear (b) do caráter em função da percentagem de perda de plantas nas parcelas.

4.3.2. Correção pela expressão de ZUBER

Os fatores de correção estimados (K), a serem utilizados na expressão, são apresentados na Tabela 7. Os valores obtidos variaram com a percentagem de perda de plantas nas parcelas, sendo de 0,368 a 0,876 para a cultivar CNF005 e de 0,594 a 1,340 para a cultivar PINTADO. Embora não seja esperado, foram encontrados também fatores de correção superiores a 1,00. Devido à esta ampla variação, utilizou-se na expressão de ajuste o fator de correção médio encontrado, sendo de 0,70 para a cultivar CNF005 e de 0,96 para a cultivar PINTADO.

Na Tabela 8, são apresentados os resumos das análises de variância da produção de grãos por área, após correção dos dados em função do estande. Como evidentemente foi realizado um ensaio em branco, variando apenas o estande, a não significância dos quadrados médios para tratamentos observada após a correção, mostra que este método foi eficiente. Contudo, deve ser salientado que a correção do estande praticamente não alterou a precisão experimental. Estes resultados foram concordantes para ambas as cultivares.

4.3.3. Correção pela análise de covariância

A análise de covariância, além de outros usos, pode ser utilizada para ajustar dados de produção em função do estande. Muitos autores tem mostrado que a covariância é um dos métodos mais

TABELA 7 - Produção média de grãos por planta, produção média de grãos por parcela e fatores de correção (K) a serem utilizados na expressão de ZUBER, para as cultivares CNF005 e PINTADO. Sete Lagoas, MG, ano agrícola de 1983.

Cultivar	Nº médio de plantas/parcela	Produção grãos/planta	Nº médio de falhas	K ¹	Produção de grãos/parcela
	99,15	9,84	-	-	974,28
	91,00	10,16	8,15	0,368	921,91
CNF005	80,70	11,03	18,45	0,586	890,13
	71,85	12,89	27,30	0,854	922,91
	61,30	14,49	37,85	0,839	886,06
	52,30	16,83	46,85	0,876	876,20
Média				0,70	
	100,00	9,89	-	-	985,55
	92,00	10,34	8,15	0,594	951,36
PINTADO	81,85	13,03	18,30	1,340	1066,68
	70,85	13,60	29,30	0,951	966,37
	62,70	15,69	37,45	0,994	982,61
	52,55	17,66	47,60	0,928	925,41
Média				0,96	

¹ Calculado com base no número médio de falhas e um estande ideal médio de 99,15 e 100,00 plantas/parcela para as cultivares CNF005 e PINTADO, respectivamente.

eficientes para correção de estande em várias culturas (7, 18, 35).

TABELA 8 - Resumo das análises de variância da produção de grãos em quilogramas por hectare, corrigida para o estande pelo método 2¹, para as cultivares CNF005 e PINTADO. Sete Lagoas, MG, ano agrícola de 1983.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios	
		CNF005	PINTADO
Blocos	6	28312,0585	230205,2640**
Tratamentos	5	122324,7192	55234,5148
Resíduo	30	51355,8097	60182,7296
C.V.(%)		11,17	12,34

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F.

¹ Método 2 : Correção pela expressão de ZUBER.

Os resumos das análises de covariância para número de vagens por planta e produção de grãos em kg/ha corrigidos para o estande, para as cultivares CNF005 e PINTADO, estão apresentados na Tabela 9. Observa-se a não significância, pelo teste F, dos quadrados médios para tratamentos ajustados, com exceção para número de vagens por planta quando se considerou a cultivar CNF005. Em geral, após a correção dos dados verificou-se também uma redução dos quadrados médios do resíduo, resultando em baixos coeficientes de variação que variaram de 7,56 a 12,57%, considerando as

TABELA 9 - Resumo das análises de covariância (método 3) para número de vagens por planta (X) e produção de grãos (B) em quilogramas por hectare, ajustados para o estande, para as cultivares CNF005 e PINTADO. Sete Lagoas, MG, ano agrícola de 1983.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		CNF005		PINTADO	
		X	B	X	B
Tratamentos (N ajust.)	(5)	(37,1308)**	(36561,6190)	(20,1306)**	(64601,7570)
Tratamentos (ajust.)	5	2,7624*	35054,2300	0,4272	57496,3200
Resíduo (ajust.)	29	0,9585	37974,7000	0,6844	60652,7100
C.V. (%)		7,56	10,69	9,02	12,57
Ef. da covariância (%)		14,88	9,70	9,39	8,95

*, ** Significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

duas cultivares.

Apesar da eficiência do método, dada em termos dos resultados da análise de variância, pode-se observar alterações substanciais nas estimativas das médias de tratamentos após correção. Por exemplo, considerando a produção de grãos para a cultivar CNF 005, observou-se uma variação de magnitude de 1123 kg/ha entre médias de tratamentos ajustadas, embora não apresentando significância (Tabela 10).

Além disto, foi estimada a eficiência da covariância para corrigir dados em função do estande, STEEL & TORRIE (57). Os valores obtidos foram sempre muito baixos (Tabela 9), ou melhor, não mostraram nenhuma eficiência, uma vez que para isto eles teriam de ser superiores a 100%.

A baixa eficiência do ajuste pela covariância provavelmente foi devida à influência dos tratamentos sobre o estande, conforme comentado por PIMENTEL GOMES (45), uma vez que neste estudo as diferenças de estande constituíram os próprios tratamentos, para os quais foram encontrados valores de F altamente significativos (Tabelas 1 e 2).

4.4. Efeitos da correção dos dados de produção de grãos com base no estande, referentes aos ensaios de competição de variedades de feijão, fornecidos por alguns pesquisadores

Para a aplicação dos resultados encontrados neste trabalho, foram utilizados dados de produção de grãos e de estande

TABELA 10 - Resultados médios não ajustados e ajustados, do número de vagens por planta(X) e produção de grãos (B) em quilogramas por hectare e coeficientes de variação (C.V.%), para as cultivares CNF005 e PINTADO. Sete Lagoas, MG, ano agrícola de 1983.

Cultivar	Percentagem de perda de plantas por parcela (%)	X			B			
		Ñ ajust.	Métodos ajuste ¹		Ñ ajust.	Métodos ajuste ¹		
			1	3		1	2	3
CNF005	0-10	10,69	10,55	17,25	1948,57	1952,26	1955,85	2405,48
	10-20	10,86	9,78	15,11	1843,83	1872,90	1900,08	2139,65
	20-30	11,74	9,42	13,06	1780,27	1842,55	1908,24	1872,59
	30-40	13,29	9,92	12,10	1845,82	1936,71	2065,40	1762,91
	40-50	14,68	10,04	10,49	1772,12	1897,15	2109,61	1480,07
	50-60	16,48	10,76	9,73	1752,41	1906,51	2236,36	1282,31
Média Geral		12,96	10,08	12,96	1823,84	1901,35	2029,26	1823,84
C.V.(%)		9,57	10,53	7,56	10,92	10,61	11,17	10,69
PINTADO	0-10	7,12	7,02	8,65	1971,11	1973,12	1972,22	2015,97
	10-20	7,58	6,85	8,57	1902,73	1916,78	1909,35	1932,02
	20-30	8,93	7,30	9,27	2133,37	2165,22	2152,26	2143,25
	30-40	9,34	6,72	8,96	1932,75	1983,92	1964,28	1921,60
	40-50	10,48	7,13	9,57	1965,23	2030,69	2012,13	1938,49
	50-60	11,59	7,33	10,02	1850,83	1934,10	1918,06	1804,69
Média Geral		9,17	7,06	9,17	1959,34	2000,64	1988,05	1959,34
C.V.(%)		9,08	11,71	9,02	12,36	12,09	12,34	12,57

¹ Método 1 : correção pela expressão que utiliza o coeficiente de regressão linear (b) do caráter em função da percentagem de perda de plantas nas parcelas.

Método 2 : correção pela expressão de ZUBER.

Método 3 : correção pela análise de covariância.

final, referentes aos 21 ensaios de competição de variedades de feijão que envolvem diversas localidades. Estes dados foram submetidos a uma análise de variância antes e após correção para o estande, com o objetivo de verificar seus possíveis efeitos na precisão dos experimentos, bem como avaliar a eficiência do método de correção utilizado. Como pode ser observado pela Tabela 11, estes ensaios mostraram uma variação de 6,71 a 55,67% na percentagem de perda de plantas nas parcelas, o que mostra que o estande pode variar muito de um experimento para o outro. Para correção dos dados de produção de grãos destes ensaios, utilizou-se a expressão que usa o coeficiente de regressão linear.

Como fator de correção, foi usado o coeficiente de regressão linear médio encontrado no presente trabalho ($b = -2,4927$), considerando as cultivares CNF005 e PINTADO. Observa-se, pela Tabela 11, que resultados concordantes com relação à significância dos valores de F para tratamentos foram obtidos antes e após correção dos dados para o estande, com exceção para a localidade de Guapé/1983 que só mostrou significância para tratamentos após a correção. Os coeficientes de variação após a correção foram sempre menores, o que evidencia um ganho em precisão experimental após correção dos dados para o estande. O aumento em precisão é também atestado pelos valores da eficiência da correção que variaram de 1,54 a 28,25%, quando a percentagem de perda de plantas nas parcelas variou de 6,71 a 55,67%, respectivamente. Os altos coeficientes de correlação de Spearman obtidos entre as médias de tratamentos ajustadas e não ajustadas mostram também a vantagem de

TABELA 11 - Resumo dos resultados obtidos nas análises de variância da produção de grãos em quilogramas por hectare, de vinte e um ensaios de avaliação de cultivares, utilizando os dados não corrigidos e corrigidos em função do estande pelo coeficiente de regressão linear (b= -2,4927).

Local do ensaio/ano	Nº de Trat.	% de perda de plantas	Original		Com correção		Efic. da correção ¹ (%)	r _s ²
			F _{trat.}	C.V.(%)	F _{trat.}	C.V.(%)		
1. Lavras/1982	18	19,69	8,52**	24,70	9,12**	20,20	18,22	0,98
2. Alfenas/1982	18	14,69	5,02**	33,70	4,13**	32,80	2,67	0,87
3. Caldas/1982	18	13,85	12,10**	31,20	12,18**	28,90	7,37	0,99
4. Guapé/1982	15	55,67	5,87**	17,70	5,30**	12,70	28,25	0,98
5. Caldas/1983	18	12,08	5,85**	18,80	5,87**	18,00	4,26	0,99
6. Machado/1983	18	6,71	3,32**	19,50	3,27**	19,20	1,54	0,99
7. Machado/1983	18	14,43	3,68**	25,50	3,47**	23,50	7,84	0,97
8. Caldas/1983	18	18,03	5,79**	20,80	6,40**	17,80	14,42	0,96
9. Rib. Verm./1986	25	22,23	2,20*	25,40	2,11*	23,70	6,69	0,98
10. São Gotardo/1986	25	33,07	1,69	15,30	1,61	13,40	12,42	0,97
11. Unaí/1986	25	22,81	2,33*	14,40	2,31**	13,60	5,56	0,99
12. Caldas/1986	20	31,42	3,92**	19,90	4,09**	17,70	11,06	0,99
13. Jussara/1986	25	12,20	3,14**	15,10	3,39**	14,22	5,83	0,99
14. Guapé/1983	15	18,19	1,72	20,70	1,97*	18,30	11,59	0,98
15. Caldas/1984	20	24,00	13,01**	27,00	13,12**	23,50	12,96	0,99
16. Itumirim/1985	15	19,46	1,40	25,30	1,29	20,20	20,16	0,81
17. Lavras/1984	20	20,16	13,52**	22,90	12,67**	21,30	6,99	0,99
18. Machado/1984	20	29,03	3,59**	35,20	2,96**	26,40	25,00	0,93
19. Careaçú/1982	18	14,29	16,36**	19,50	16,72**	18,40	5,64	0,99
20. Caldas/1986	20	31,42	3,92**	19,90	4,09**	17,70	11,06	0,99
21. Careaçú/1983	18	51,89	3,15**	43,90	3,09**	38,50	12,30	0,99

*, ** Significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

$$^1 \text{ Eficiência da correção} = 100 - \left[\frac{\text{CV}_{\text{corrigido}}}{\text{CV}_{\text{original}}} \cdot 100 \right]$$

² Coeficiente de correlação de Spearman.



se processar, por este método proposto, a correção dos dados com base no estande.

4.5. Efeito de repetições

Para verificar se os baixos coeficientes de variação encontrados para as cultivares CNF005 e PINTADO, mesmo considerando uma ampla variação no estande, não estavam associados ao número de repetições usado, foram realizadas análises de variância com número de repetições variando de 3 a 6. Observa-se, pela Tabela 12, que não houve efeito do número de repetições na precisão dos experimentos, uma vez que mesmo com números menores de repetições encontrou-se boa precisão.

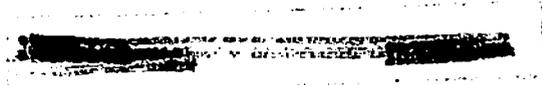


TABELA 12 - Coeficientes de variação (em %) dos experimentos envolvendo as cultivares CNF005 e PINTADO, quando se variou o número de repetições de 3 a 7. Sete Lagoas, MG, ano agrícola de 1983.

Cultivar	Características	Repetições				
		7	6	5	4	3
CNF005	Nº de plantas/m ²	3,61	3,20	3,00	3,40	2,80
	Nº de vagens/planta	9,57	9,80	9,80	7,90	8,30
	Nº de sementes/vagem	4,21	3,80	4,10	4,00	4,30
	Peso de 100 sementes (g)	4,32	4,20	4,20	5,90	4,40
	Produção (kg/ha)	10,92	10,00	9,50	12,30	8,80
	Produção/planta (g/pl)	12,36	10,10	10,60	11,70	11,10
PINTADO	Nº de plantas/m ²	3,62	3,20	3,90	3,60	4,80
	Nº de vagens/planta	9,08	10,10	9,10	8,80	11,30
	Nº de sementes/vagem	3,84	4,60	3,40	3,20	5,50
	Peso de 100 sementes (g)	4,38	5,20	5,00	5,50	3,70
	Produção (kg/ha)	12,36	15,30	10,20	14,10	16,40
	Produção/planta (g/pl)	13,12	16,70	13,30	13,50	16,80

5. DISCUSSÃO

A finalidade básica da experimentação é a obtenção de estimativas mais precisas possível com os recursos disponíveis. Isto porque, só assim haverá confiabilidade nos resultados da pesquisa e nas extrapolações realizadas. Deste modo, há necessidade de utilizar técnicas experimentais eficientes visando diminuir os fatores que contribuem para a redução na precisão experimental.

Existem dois aspectos da técnica experimental que estão intimamente relacionados com a precisão das estimativas e isto pode ser facilmente visualizado pela expressão que fornece o erro padrão da média, STEEL & TORRIE (57). O erro padrão da média é obtido por σ/\sqrt{r} , sendo σ o desvio padrão residual a nível de parcelas e r o número de repetições. Desta forma, estimativas mais precisas das médias são obtidas quando se tem um menor desvio padrão do erro ou se utiliza um número elevado de repetições. Contudo, um número grande de repetições nem sempre é possível ser usado, haja visto que em algumas situações o número de sementes é um fator limitante como é observado, por exemplo, em ensaios de avaliação de progênies, especialmente nas gerações segregantes iniciais em que a quantidade de sementes é normalmente pequena. Além

disto, o manejo de experimentos grandes é difícil e de custo elevado.

Como o número de repetições é uma variável que pode variar dentro de certos limites, sobra então a redução no desvio padrão do erro. Para isso, algumas técnicas experimentais e estatísticas tem sido utilizadas visando diminuir os fatores que contribuem para aumentar o erro experimental como: a escolha do delineamento estatístico apropriado, local de instalação (condições do solo por exemplo) e a condução do experimento.

No que se refere a condução do experimento, existe uma série de fatores que devem ser observados. Estes fatores normalmente dependem dos objetivos do experimento e da espécie envolvida. Porém, em qualquer caso, a uniformidade no número de plantas por parcela é um fator que deve ser sempre observado.

Para promover uma maior uniformidade no número de plantas por parcela é normalmente recomendável colocar um maior número de sementes no plantio, promovendo o desbaste posteriormente. Isto contudo, não é suficiente para resolver o problema de estande uma vez que muitas falhas podem ocorrer após o desbaste.

No caso específico do feijoeiro, apesar de todos os cuidados, o estande varia muito de um experimento para o outro e dentro do próprio experimento. Na literatura foi encontrada uma redução no estande variando de 12,2 a 73,6% (5, 15, 49). Também os dados apresentados na Tabela 11, de 21 trabalhos de competição de variedades de feijão, realizados nos últimos anos, mostraram uma

variação de 6,71 a 55,67% na percentagem de perda de plantas nas parcelas.

Existe uma grande diversidade entre as cultivares de feijão quanto ao hábito de crescimento, VIEIRA (60). Considerando que o efeito da não uniformidade do estande pode variar de acordo com o hábito de crescimento, foram escolhidas duas cultivares que são representativas da maioria dos tipos de cultivares disponíveis no Brasil, para que os resultados pudessem ser generalizados. Uma das cultivares utilizadas foi a CNF005, que é um feijão roxo, de folhas pequenas e hábito de crescimento indeterminado tipo II, e a outra foi a PINTADO, de hábito de crescimento tipo III que apesar de ser também do tipo indeterminado, apresenta-se semi-trepadora e é uma planta muito vigorosa. Os experimentos conduzidos foram irrigados e os demais tratamentos culturais foram os normais para a cultura, também para que os resultados pudessem ser extrapolados para outras situações.

Foi evidenciado, quando se comparou a produção de grãos em kg/ha, que as plantas do feijoeiro tem a capacidade de compensar as falhas. Esta compensação ocorreu porque nos menores estandes foi maior a produção de grãos por planta, o que pode ser verificado através da análise de regressão, que mostrou efeito linear altamente significativo para a percentagem de perda de plantas nas parcelas sobre a produção de grãos por planta (Tabelas 1 e 2).

A planta do feijoeiro responde muito a presença de competição e isto foi constatado nestes experimentos e é bem realça-

do também através dos resultados obtidos com ensaios de avaliação de densidades de plantio. Assim é que, de 41 trabalhos levantados na literatura envolvendo densidades variando de 40 mil a 2 milhões de plantas/ha, apenas 24,3% dos casos mostraram efeito de densidade e assim mesmo quando se comparou as densidades extremas (3, 4, 6, 9, 10, 11, 12, 19, 20, 21, 26, 27, 28, 32, 36, 37, 40, 41, 47, 50, 51, 52, 53, 55, 61, 63).

Estes resultados mostram que a planta do feijoeiro tem capacidade de atenuar o efeito das falhas através de uma maior produtividade das plantas situadas nas suas proximidades. Este fato foi também relatado por SULLIVAN & BLISS (59), na mesma cultura. Também para outras culturas tal como arroz, COMEZ & De DATTA (30) encontraram uma certa compensação de produção pelas plantas adjacentes às falhas.

Desde que a compensação de produção de fato ocorre, torna-se importante saber quais caracteres estão mais correlacionados com a produtividade de grãos e que tem uma certa plasticidade para manter a produção de grãos em kg/ha, mesmo em baixos estandes. Por esta razão, foram tomados dados dos componentes primários da produção do feijoeiro.

O número de vagens por planta mostrou ser o componente com maior participação na produtividade e o principal responsável pelo aumento da produção de grãos das plantas adjacentes às falhas. Isto foi evidenciado pela obtenção de valores positivos e elevados dos coeficientes de correlação entre o número de vagens

e produção de grãos por planta em todos os casos (Tabelas 4 e 5), além também do efeito linear altamente significativo entre o estande e o número de vagens por planta (Tabelas 1 e 2).

As correlações entre os diversos componentes primários da produção com a produtividade de grãos em kg/ha (Tabelas 4 e 5) não tem muito significado, haja visto que não foram encontradas variações na produção média de grãos por área (Tabela 3), consequentemente sem variação em um dos caracteres a correlação entre eles deve tender para zero.

Um grande número de trabalhos encontrados na literatura, mostraram associações entre a produção de grãos por planta e seus componentes primários que não concordam plenamente com os resultados apresentados neste trabalho (Tabela 4). Por exemplo, entre a produção de grãos/planta e o número de vagens, na maioria dos casos, foram registradas correlações positivas e altas, mas valores relativamente baixos foram encontrados por AGGARWAL & SINGH (2) e praticamente nulos por CAMACHO et alii (14) e SANTOS (54); entre a produção de grãos e número de sementes por vagem foram apresentadas correlações positivas mas relativamente baixas por AGGARWAL & SINGH (2) e, praticamente nulas por PINCHINAT & ADAMS (46) e SANTOS (54); e entre a produção de grãos e peso das sementes foram observadas, na maioria dos casos, correlações positivas mas relativamente baixas (2, 25, 44, 46, 48, 54).

Com relação às correlações entre os componentes primários da produção, os valores encontrados neste trabalho (Tabela 4) nem sempre foram concordantes com os resultados apresentados na

literatura, que na sua maioria mostraram valores negativos (1, 2, 14, 17, 23, 46, 54).

É importante salientar que as estimativas dos coeficientes de correlação entre caracteres dependem da variação em cada caráter e do grau de associação entre eles e que, as correlações tem efeitos genético e ambiental. Sendo assim, os valores inconsistentes das correlações entre caracteres são compreensíveis, principalmente porque a variabilidade genética e a influência ambiental são particulares em cada estudo.

Neste trabalho, pode ser constatada a grande influência do estande na correlação entre caracteres do feijoeiro uma vez que, quando se fixou a população de plantas por parcela, os valores dos coeficientes de correlação, na sua maioria, diferiram dos obtidos anteriormente (Tabela 5). Como as associações entre caracteres foram determinadas para cada cultivar separadamente, e dada à influência do estande nas suas estimativas, pode também ser evidenciado que as correlações obtidas foram principalmente ambientais.

WESTERMANN & CROTHERS (62) salientaram que as maiores competições entre plantas podem induzir maiores competições dentro da planta para os assimilados, que conduz a uma variação compensatória entre os componentes da produção do feijoeiro cujo produto determina o nível de produção, e ainda regulam a correlação entre os caracteres. Segundo ADAMS (1), as correlações negativas entre os componentes primários da produção são explicadas pelo de

envolvimento destes componentes que ocorre em sequência na planta e depende dos recursos metabólicos disponíveis, em vez das associações genéticas clássicas.

Baseado no argumento de ADAMS (1), era esperado que a compensação da produção de grãos por planta, que se observou nas parcelas com menor estande, fosse evidenciada pela diminuição das associações negativas entre os componentes da produção, contribuindo para um aumento na produção de grãos destas plantas. Isto contudo, não pode ser comprovado na sua plenitude neste trabalho, onde os valores obtidos foram inconsistentes (Tabela 5).

Um dos objetivos deste trabalho, foi o de testar possíveis métodos de correção de estande na cultura do feijão, haja visto que o estande é muito variável de um experimento para outro e que na literatura são fornecidas poucas informações a este respeito.

Para ambas cultivares, como foi constatada a compensação quando se considerou a produção total de grãos em kg/ha, e sendo esta a principal característica a ser avaliada em experimentos com a cultura, nenhum método de correção de estande seria tão necessário nestas condições. Porém, foram avaliados os efeitos de possíveis métodos de correção de estande para as características de produtividade de grãos e número de vagens por planta, desde que esta última foi a característica que se mostrou com maior plasticidade nos menores estandes.

Foram testadas três expressões para correção de estande; uma que utiliza o coeficiente de regressão linear (b) do caráter em função das falhas, a outra proposta por ZUBER (64) para o milho e também o ajuste feito através da análise de covariância.

A correção do estande pela expressão $Y_c = Y - b.F$ é justificada porque a estimativa do coeficiente de regressão linear b fornece a alteração na variável dependente (Y) a qualquer variação de uma unidade na variável independente (X). Isto é, a ausência de planta acarreta uma alteração no valor de Y correspondente ao valor de b . Sendo assim, o valor corrigido irá depender do número de falhas (F) e da estimativa de b . A eficiência do uso desta expressão, para correção dos dados com base no estande, foi constatada pela não alteração das comparações entre tratamentos quando se considerou a produção total de grãos em kg/ha, e pela não diferença estatística entre tratamentos para número de vagens por planta, após correção. A princípio pode-se pensar que esta eficiência se deveu ao fator de correção usado, que foi estimado nos próprios experimentos. No entanto, foi utilizado o coeficiente de regressão linear médio encontrado neste trabalho para ajustar dados de produção de grãos para o estande, de 21 ensaios de competição de variedades, e a eficiência desta correção foi dada pela obtenção de menores coeficientes de variação (CV%) em todos os casos, após correção (Tabela 11). A eficiência do coeficiente de regressão linear, para corrigir dados do feijoeiro com base no estande, foi também constatada por IGUE (33), uma vez que em 61 experimentos avaliados ele mostrou-se eficiente e consistente na

redução do erro experimental.

A expressão de ZUBER (64), mostrou-se também eficiente para corrigir dados de produção de grãos do feijoeiro com base no estande, pela não alteração das comparações entre tratamentos (Tabelas 8 e 10). A utilização desta expressão em outras situações, no entanto, vai estar condicionada à estimativa do fator de correção (K), que como foi mostrado varia amplamente.

É importante comentar também, que esta expressão não se presta para corrigir dados dos componentes primários da produção do feijoeiro, o que a torna de aplicação mais restrita.

Segundo PIMENTEL GOMES (45), a eficiência da análise de covariância, para corrigir dados em função do estande, está relacionada com algumas exigências a serem atendidas como por exemplo, que a ocorrência de falha deve ser aleatória ou seja, os tratamentos aplicados não podem exercer influência sobre as diferenças de estande.

Em geral, após correção dos dados de número de vagens e da produção de grãos por área pela covariância, observou-se uma redução nos quadrados médios do resíduo e também diferenças não significativas entre tratamentos. No entanto, esta correção promoveu alterações substanciais nas estimativas das médias de tratamentos e nenhum valor da eficiência da covariância foi superior a 100% (Tabelas 9 e 10). Esta não eficiência, provavelmente foi devida aos fatores já comentados anteriormente, uma vez que as diferenças de estande constituíram os próprios tratamentos e mostra-

ram valores de F altamente significativos (Tabelas 1 e 2). Estes resultados foram concordantes para ambas as cultivares.

Um comentário adicional a ser feito, é que uma das vantagens da correção do estande está na melhoria da precisão experimental, que poderia ser constatada por obtenção de menores valores dos coeficientes de variação dos experimentos. Isto contudo, não pode ser avaliado neste trabalho desde que, para ambas as cultivares e características, foram encontrados baixos coeficientes de variação, mesmo antes dos dados serem submetidos a qualquer processo de correção. É conveniente salientar também que, estes baixos valores obtidos não foram devidos ao número de repetições (7) que foi usado em relação ao normal (3 a 4) que é utilizado em experimentos com a cultura, pois foram realizadas análises de variância para cada característica, considerando o número de repetições variando de 3 a 6, e os coeficientes de variação obtidos também mostraram baixos valores em qualquer caso (Tabela 12).

Avaliando os resultados apresentados, quando se considera a produção de grãos em kg/ha, que é a principal característica a ser avaliada em experimentos com a cultura do feijoeiro, o estande não é um fator tão preocupante.

Por outro lado, em muitos trabalhos, envolvendo por exemplo a avaliação de progênies segregantes, nos quais normalmente são tomados dados por planta para se estimar a variação dentro ou se proceder a seleção de plantas individuais, as diferenças no

estande podem mascarar os resultados. Nesta situação, o cuidado com o estande deve ser muito maior. Esta mesma preocupação, deve-se ter nos casos em que são tomados dados dos componentes primários da produção do feijoeiro, haja visto que estes componentes são muito influenciados pelo estande, especialmente número de vagens. Uma alternativa para atenuar estes efeitos, seria a de considerar apenas os dados das plantas totalmente competitivas, isto é, sem falhas na sua vizinhança.

6. CONCLUSÕES

- a) As plantas do feijoeiro mostraram capacidade de compensação para a produção de grãos por área, com até 50% de perda de plantas nas parcelas. E, como a produtividade de grãos é a principal característica a ser avaliada em experimentos com a cultura, as diferenças de estande deixa de ser um fator tão preocupante.
- b) Esta compensação observada, ocorreu pela maior produtividade das plantas nas parcelas com maior número de falhas. A maior produtividade foi devida principalmente ao aumento do número de vagens nos menores estandes. Desta forma, quando se faz avaliações por planta ou se considera os componentes primários da produção do feijoeiro, a atenção com relação ao estande deve ser redobrada.
- c) A expressão $Y_c = Y - b.F$ mostrou-se eficiente para corrigir dados da produção de grãos e de seus componentes em função das variações no estande. A expressão de ZUBER foi igualmente eficiente à anterior, considerando apenas a produção de grãos. Porém, o problema desta última expressão é que a sua eficiência está condicionada à utilização de um fator de correção apro-

priado, que provavelmente deve variar de experimento para experimento e na maioria das vezes não pode ser determinado.

7. RESUMO

EFEITO DA VARIAÇÃO DE ESTANDE NOS EXPERIMENTOS COM A CULTURA DO FEIJOEIRO

Autora: Maria Imaculada Patto Sanábio Fernandes

Orientador: Prof. Paulo César Lima

Com a finalidade de verificar o efeito da perda de plantas na eficiência dos experimentos com a cultura do feijoeiro, bem como discutir alternativas visando atenuar o efeito destas falhas, experimentos com simulações de diferentes proporções de falhas foram conduzidos em Sete Lagoas, MG, durante o ano agrícola de 1983. Foram utilizadas duas cultivares, a CNF005 e PINTADO, sendo que para cada cultivar foi realizado um experimento distinto, em blocos casualizados com sete repetições e seis tratamentos, os quais corresponderam às diferentes proporções de falhas que variaram de zero a 50% de perda de plantas. Cada parcela foi constituída por três fileiras de 10 metros de comprimento, sendo que apenas a fileira central foi considerada como área útil. Foram avaliados, para cada cultivar, os caracteres estande final, número

de vagens por planta, número de sementes por vagem, peso de 100 sementes, produção de grãos por planta e produção de grãos em kg/ha. Constatou-se, para ambas as cultivares, que as plantas do feijoeiro tem a capacidade de compensar as falhas, uma vez que não ocorreu diferença entre os diversos estandes para a produção de grãos em kg/ha. Esta estabilidade na produção de grãos por área foi explicada pelos componentes primários da produção, especialmente número de vagens/planta, que foram suficientemente plásticos para manter a produção de grãos mesmo em baixos estandes. O número de vagens mostrou ser também o componente com maior participação na produtividade de grãos, evidenciado pelas correlações altas e positivas que foram obtidas entre eles, independente do estande. Com relação aos possíveis métodos de correção de estande a serem utilizados, a expressão que usa o coeficiente de regressão linear (b) mostrou-se eficiente para corrigir dados da produção de grãos e de seus componentes e, a expressão de ZUBER foi igualmente eficiente à anterior, considerando apenas a produção de grãos. Porém, o problema desta última expressão é que a sua eficiência está condicionada à utilização de um fator de correção apropriado, e que provavelmente deve variar de experimento para experimento.

8. SUMMARY

EFFECTS OF THE VARIATION IN STAND IN EXPERIMENTS WITH BEAN CROPS

Authoress: Maria Imaculada Patto Sanábio Fernandes

Adviser: Prof. Paulo César Lima

With the intention of verifying the effect of the loss of plants on the efficiency of experiments with common bean crops, as well as discussing alternatives with a view to reducing the effect of these gaps, experiments with simulations of different proportions of gaps were carried out in Sete Lagoas, MG, during the agricultural year 1983. Two cultivars, CNF005 and PINTADO were used, a separate experiment being set up for each cultivar. A randomized complete block design with seven replicates was used for the six treatments, which corresponded to the different proportions of gaps that varied from 0 to 50% loss of plants. Each plot consisted of three 10m rows although only the centre row was considered in the assessments. For each cultivar the final stand, number of pods per plant, number of seeds per pod, weight of 100 se-

eds, grain yield per plant and grain yield in kg/ha were assessed. It was verified for both cultivars, that the bean plants have the capacity to compensate for the gaps since no difference occurred between the different stands for the grain yield in kg/ha. This stability in the grain yield per area was explained by the primary yield components, especially the number of pods per plant which were sufficiently plastic to maintain the grain yield even with low stands. The number of pods per plant also proved to be the component with greater participation in grain yield, since high, positive correlations were obtained between them, independent of stand. Regarding the possible methods of correction of stand to be used, the expression that uses the coefficient of linear regression (b) was shown to be efficient in correcting data of grain yield and its components. The formula of ZUBER for correcting gaps in the maize crop was equally efficient considering only grain yield. However, the problem with the latter expression is that its efficiency is conditioned to the utilization of an appropriate corrections factor and that it must probably vary from experiment to experiment.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADAMS, M.W. Basis of yield component compensation in crop plants with special reference to the field bean, *Phaseolus vulgaris* L. *Crop Science*, Madison, 7(5):505-10, Sept./oct. 1967.
2. AGGARWAL, V.D. & SINGH, T.P. Genetic variability and interrelation in agronomic traits in kidney-bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *The Indian Journal of Agricultural Sciences*, New Delhi, 43(9):845-8, Sept. 1973.
3. AIDAR, H. & VIEIRA, C. Cultura associada de feijão e milho. III - Efeitos de populações de plantas sobre o feijão da seca. *Revista Ceres*, Viçosa, 26(147):465-73, set./out. 1979.
4. _____; _____; OLIVEIRA, L.M. de & VIEIRA, M. Cultura associada de feijão e milho. II - Efeitos de populações de plantas no sistema de plantio simultâneo de ambas as culturas. *Revista Leres*, Viçosa, 26(143):102-11, jan./fev. 1979.
5. ANDRADE, I.B. de. **Competição entre variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em diferentes níveis de adubação.** Viçosa, UFV, 1976. 70p. (Tese MS).

6. ANDRADE, M.J.B. de; OLIVEIRA, L.A.A. de; SOUZA FILHO, B.F.de; PEREIRA, R.P. & PARENTE, F.C. **Efeitos de diferentes populações de plantas na consorciação milho x feijão.** Rio de Janeiro, PESAGRO, 1980. 4p. (Comunicado Técnico, 49).
7. AVILA, V., A. & MÁRQUEZ SÁNCHEZ, F. Comparacion de metodos de ajuste para correccion por fallas em sorgos para grano. **Agrociência**, Chapingo, (31):45-64, 1978.
8. BENNETT, J.P.; ADAMS, M.W. & BURGA, C. Pod yield component variation and intercorrelation in **Phaseolus vulgaris** L. as affected by planting density. **Crop Science**, Madison, 17 (1):73-5, Jan./Feb. 1977.
9. BERGAMASCHI, H. & WESTPHALEN, S.L. Efeitos de regimes de umidade do solo em diferentes estádios de desenvolvimento e populações no rendimento do feijoeiro (**Phaseolus vulgaris** L.). In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO FEIJÃO, 13, 1976. **Ata...** Porto Alegre, IPA, 1976. p.35-50.
10. _____; _____ & MATZENAUER, R. Efeitos de regimes de umidade do solo em diferentes estádios de desenvolvimento e populações no rendimento do feijoeiro (**Phaseolus vulgaris** L.). In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO FEIJÃO, 14, 1977. **Ata...** Porto Alegre, IPA, 1977. p.21-34.
11. BRANDES, D. **Análise de crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), efeito da densidade e da época de plantio.** Viçosa, UFV, 1971. 109p. (Tese MS).

12. BRANDES, D.; VIEIRA, C.; MAESTRI, M. & GOMES, F.R. Efeitos da população de plantas e da época de plantio no crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). I - Mudanças morfológicas e produção de matéria seca. *Experientiae*, Viçosa, 14(1):1-49, jul. 1972.
13. BREWBAKER, H.E. & IMMER, F.R. Variations in stand as sources of experimental error in yield tests with corn. *Journal of the American Society of Agronomy*, Geneva, 23(6):469-80, June 1931.
14. CAMACHO, L.H.; CARDONA, C. & OROZCO, S.H. Genotypic and phenotypic correlation of components of yield in kidney beans. *Annual Report; Bean Improvement Cooperative*, New York, 7:8-9, 1964.
15. CARDOSO, A.A. *Comportamento de misturas de variedades de feijão (Phaseolus vulgaris L.)*. Viçosa, UFV, 1970. 25p. (Tese MS).
16. COCHRAN, W.G. Analysis of covariance: its nature and uses. *Biometrics*, Washington, 13(3):261-81, Sept. 1957.
17. COYNE, D.P. Correlation, heritability and selection of yield components in field beans, *Phaseolus vulgaris* L. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, Madison, 93(5):388-96, Sept./Oct. 1968.

18. CRUZ, V.F. da. Estudo sobre a correção de produções de parcelas em ensaios com milho. Piracicaba, ESALQ, 1971. 143p. (Tese Doutorado).
19. CUNHA, J.M. da & OLIVEIRA, A.F.F. de. Estudo sobre fertilidade e densidade de semeio de feijão. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Projeto feijão**; relatório 73/75. Belo Horizonte, 1978. p.18-20.
20. _____ & SILVA, C.C. da. Estudo sobre fertilidade e densidade de semeio de feijão. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Projeto feijão**; relatório 75/76. Belo Horizonte, 1978. p.16-9.
21. DARIVA, T.; JOBIM, J.D.C. & SILVA, M.I. da. Efeito do espaçamento e da densidade de plantio sobre o rendimento de grãos na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, 5(4):259-64, dez. 1975.
22. DAVIS, J.H.C. & EVANS, A.M. Selection indices using plant type characteristics in navy beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, 89(2): 341-8, Aug./Dec. 1977.
23. DENIS, J.C. Estimación de la heredabilidad del rendimiento y sus componentes primarios en el fríjol común (*Phaseolus vulgaris* L.); correlaciones fenotípicas y genotípicas entre estos caracteres. Turrialba, IICA, 1967. 46p. (Tese

MS). In: CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. **Resúmenes analíticos sobre fríjol**. Cali, CIAT, 1977. v.1, p.522-3. (Resumo 1128-3826).

24. DICKSON, M.H. Diallel analysis of seven economic characters in snap beans. **Crop Science**, Madison, 7(2):121-4, Mar./Apr. 1967.
25. DUARTE, R.A. & ADAMS, M.W. A path coefficient analysis of some yield component interrelations in field beans (*Phaseolus vulgaris*, L.). **Crop Science**, Madison, 12(5):579-82, Sept./Oct. 1972.
26. DUTRA, L.G.; PEREIRA, J.; RÉGO, A.S.; VIEIRA, I.F. & MORAIS, E.A. Espaçamento e densidade de plantio de feijão da seca em área de campo-cerrado. **Seiva**, Viçosa, 39(88):1-9, abr./jun. 1979.
27. _____; RIBEIRO, M.G. del P.; MORAES, E.A.; BRAGA, J.M.; T. FILHO, A.R.; COSTA, C.L; BARBOSA, S. & SILVA, E.C. da. Resposta diferencial de duas variedades de feijão a interações entre níveis de fósforo, espaçamento entre fileiras e densidades nas fileiras sobre a produção de grãos e outras características agronômicas da cultura. In: EMPRESA GOIANA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Relatório técnico UEPAE-1**; resumo de pesquisas 1974 a 1976 programação de pesquisas. Goiânia, 1977. p.44-5.

28. GARRIDO, M.A.T.; RAMALHO, M.A.P.; SOUZA, V.W. de & SILVEIRA, J.M. Comportamento de variedades de feijão irrigado em diferentes populações de plantas. In: EMPRESA DE PESQUISA A GROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Projeto feijão**; relatório 75/76. Belo Horizonte, 1978. p.25-8.
29. GLAT, D. & CAPELARO, A.L. Adequação da fórmula de correção da produtividade em função do número de plantas na parcela. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 16, Belo Horizonte, 1986. **Resumos...** Sete Lagoas, EMBRAPA-CNPMS, 1986. p. 73-4.
30. GOMEZ, K.A. & De DATTA, S.K. Missing hills in rice experimental plots. **Agronomy Journal**, Madison, **64**(2):163-4, Mar./Apr. 1972.
31. GRAFIUS, J.E. A geometry of plant breeding. **Crop Science**, Madison, **4**(3):241-6, May/June 1964.
32. GUAZZELLI, R.J. & MIYASAKA, S. Práticas agrícolas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FEIJÃO, 1, Campinas, 1971. **Anais ...** Viçosa, UFV, 1972. p.245-72.
33. IGUE, T. **Influência do "stand" final das parcelas sobre a análise estatística dos experimentos.** Piracicaba, ESALQ, 1972. 113p. (Tese Doutorado).
34. KIESSELBACH, T.A. & WEIHING, R.M. Effect of stand irregularities upon the acre yield and plant variability of corn.

Journal of Agricultural Research, Washington, **47(6):399-416**, Sept. 1933.

35. Le CLERG, E.L. Significance of experimental design in plant breeding. In: FREY, K.J., ed. **Plant breeding**. Ames, Iowa State University, 1967. p.243-313.
36. MAFRA, R.C. **Absorção e distribuição de nutrientes minerais no feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.): efeitos da densidade e da época de plantio**. Viçosa, UFV, 1972. 86p. (Tese MS).
37. _____; VIEIRA, C.; BRAGA, J.M.; SIQUEIRA, C. & BRANDES, D. Efeitos da população de plantas e da época de plantio no crescimento do feijoeiro (**Phaseolus vulgaris L.**). IV - Absorção de nutrientes. **Experientiae**, Viçosa, **17(9):217-39**, maio 1974.
38. MAHONEY, C.H. & BATEN, W.D. The use of the analysis of covariance and its limitation in the adjustment of yields based upon stand irregularities. **Journal of Agricultural Research**, Washington, **58(5):317-28**, Mar. 1939.
39. MARTINS, C. da S. **Potencial genético de linhagens e híbridos de duas populações de milho (Zea mays L.) braquítico**. Piracicaba, ESALQ, 1986. 135p. (Tese MS).
40. MOURA, R.L. de; COSTA, M.S.S.; POSENATTO, R.E.; GOEPFERT, C. F.; SALIN, O. & SOUZA, T.S. Efeitos da adubação nitrogena

da, do espaçamento e densidade de semeadura sobre o rendimento do feijão. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO FEIJÃO, 12, 1975. Ata... Porto Alegre, IPA, 1975. p.101-6.

41. MOURA, R.L. de; COSTA, M.S.S.; ROMILDO, E.P. & MENDES, C.V. E feitos da adubação nitrogenada, do espaçamento e densidade de semeadura sobre o rendimento do feijão. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO FEIJÃO, 14, 1977. Ata... Porto Alegre, IPA, 1977. p.79-86.
42. NIENHUIS, J. & SINGH, S.P. Effects of location and plant density on yield and architectural traits in dry beans. **Crop Science**, Madison, 25(4):579-84, July/Aug. 1985.
43. OLSON, P.J. Relation of stand to yield in corn. **Journal of the American Society of Agronomy**, Geneva, 20(1):1235-7, Nov. 1928.
44. PANIAGUA, C.V. & PINCHINAT, A.M. Criterios de selección para mejorar el rendimiento de grano en frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.). **Turrialba**, Turrialba, 26(2):126-31, abr./jun. 1976.
45. PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 11. ed. São Paulo, Nobel, 1985. 466p.
46. PINCHINAT, A.M. & ADAMS, M.W. Yield components in beans, as affected by intercrossing and neutron irradiation. **Turrialba**, Turrialba, 16(3):247-52, jul./set. 1966.

47. PRADO, E. de C. **Comportamento de variedades trepadoras de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) quando cultivadas com tuto-ramento.** Viçosa, UFV, 1976. 38p. (Tese MS).
48. RAMALHO, M.A.P.; ANDRADE, L.A.B. & TEIXEIRA, N.C.S. **Correlações genéticas e fenotípicas entre caracteres do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.).** *Ciência e Prática*, Lavras, 3(1): 63-70, jan./jun. 1979.
49. RAMOS, I.M.A. **Tabela de vida, em duas épocas de plantio, para o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), em monocultivo e em consórcio com o milho (*Zea mays* L.), na região de Viçosa, Minas Gerais.** Viçosa, UFV, 1982. 59p. (Tese MS).
50. REIS, M.S.; VIEIRA, C. & BOLSANELLO, J. **Efeito do plantio de fileiras duplas de feijoeiros (*Phaseolus vulgaris* L.) sobre o rendimento e seus componentes.** *Revista Ceres*, Viçosa, 26(145):310-5, maio/jun. 1979.
51. _____; _____ & _____. **Efeitos de populações de plantas sobre cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) de crescimento determinado.** *Revista Ceres*, Viçosa, 26(147): 474-80, set./out. 1979.
52. SANTA CECÍLIA, F.C.; RAMALHO, M.A.P. & GOMIDE, M.B. **Efeito do desfolhamento sobre a produção de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.).** *Ciência e Prática*, Lavras, 4(1):66-72, jan./jun. 1980.

53. SANTA CECÍLIA, F.C.; RAMALHO, M.A.P. & SOUZA, A.F. de. Efeitos do espaçamento de plantio na cultura do feijão. **Agros**, Lavras, 4(1):11-21, 1974.
54. SANTOS, J.B. dos. **Controle genético de caracteres agronômicos e potencialidades de cultivares de feijão (Phaseolus vulgaris L.) para o melhoramento genético.** Piracicaba, ESALQ, 1984. 223p. (Tese Doutorado).
55. SILVA, A.V. da. **Efeito da época de semeadura, da adubação nitrogenada e da população de plantas sobre o rendimento de grãos de feijão (Phaseolus vulgaris L.).** Porto Alegre, UFRGS, 1975. 113p. (Tese MS).
56. SMITH, H.F. Missing plot estimates. **Biometrics**, Raleigh, 13(1):115-8, Mar. 1957.
57. STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics.** 2.ed. New York, McGraw-Hill, 1980. 633p.
58. STOFFELLA, P.J. & SONODA, R.M. Influence of number and arrangement of missing plants on tomato yields. **Tropical Agriculture**, Trinidad, 61(4):317-9, Oct. 1984.
59. SULLIVAN, J.G. & BLISS, F.A. Compensation for missing plants in field experiments with the common bean. **HortScience**, Madison, 16(2):185-6, Apr. 1981.
60. VIEIRA, C. **Cultura do feijão.** Viçosa, Imprensa Universitária, 1978. 146p.

61. VIEIRA, C. Efeitos da densidade de plantio sobre a cultura do feijoeiro. *Revista Ceres*, Viçosa, 15(83):45-53, maio/jun. 1968.
62. WESTERMANN, D.T. & CROTHERS, S.E. Plant population effects on the seed yield components of beans. *Crop Science*, Madison, 17(4):493-6, July/Aug. 1977.
63. WESTPHALEN, S.L. & BERGAMASCHI, H. Efeitos de regimes de umidade do solo em diferentes estádios de desenvolvimento e populações no rendimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO FEIJÃO, 12, 1975. Ata... Porto Alegre, IPA, 1975. p.24-51.
64. ZUBER, M.S. Relative efficiency of incomplete block designs using corn uniformity trial data. *The Journal of the American Society of Agronomy*, Madison, 34:30-47, 1942.