S-3

HUMBERTO PIMENTA SOARES FILHO

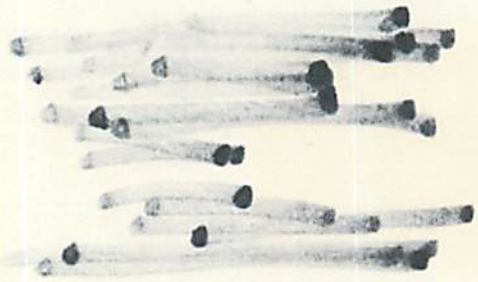
ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE FENOTÍPICA DE CULTIVARES DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) E DE SUAS MISTURAS EM AMBIENTES SIMULADOS

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do grau de "Magister Scientiae".

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS -:- MINAS GERAIS

1 9 8 3



ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE FENOTÍPICA DE CULTIVARES DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) E DE SUAS MISTURAS EM AMBIENTES SIMULADOS

APROVADA :

PROF. LUIZ CARLOS DE SOUSA BUENO
Orientador

PROF. PÉRICLES PEREIRA

PROF. JOÃO BOSCO DOS SANTOS

PROF. ARNOLDO JUNQUEIRA NETTO

Aos meus pais Humberto e Jane

À minha esposa Eliana

À Jovita

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura de Lavras, pela oportunidade de realização do curso.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Luiz Carlos de Sousa Bueno, pela orientação durante o curso.

Ao professor João Bosco dos Santos, pelas valiosas sugestões e ensinamentos em todas as fases desse trabalho.

Ao professor Paulo César Lima, pela colaboração nas análises estatísticas.

Aos professores do Departamento de Agricultura da Escola Superior de Agricultura de Lavras, pelo apoio e estímulo.

Aos colegas do curso de pós-graduação, pela sincera amizade no decorrer do curso.

À minha esposa Eliana, pelo seu dedicado companheirismo.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuí - ram para a realização do presente trabalho, especialmente ao Moacir, Manguinho , João e Aguinaldo, pelo auxílio na instalação e condução do trabalho de campo.

BIOGRAFIA DO AUTOR

HUMBERTO PIMENTA SOARES FILHO, filho de Humberto Pimenta Soares e Jane Matilde Zeymer Soares, nasceu em Belo Horizonte, Minas Gerais, no dia 4 de outubro de 1955.

Concluiu seus estudos iniciais em 1974, sendo aprovado no concurso vestibular para Engenharia Agronômica da Universidade Federal de Viçosa, em janeiro de 1975.

Diplomou-se Engenheiro Agrônomo, em julho de 1979, pela Universidade Federal de Viçosa.

Iniciou sua atividade profissional na FEBEM-MG, em setembro de 1979.

Em 1982, iniciou o Curso de Mestrado em Agronomia na Escola Superior de Agricultura de Lavras.

SUMÁRIO

Página

LISTA DE QUADROS

LISTA DE FIGURAS

FIGURA Página

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil situa-se como o terceiro País maior produtor de feijão do mundo, superado pela China e Índia. A produtividade brasileira do feijoeiro nos últimos anos, em torno de 500 kg/ha, é inferior ao rendimento médio mundial e ocupa o quarto lugar em relação aos demais países produtores, onde os Estados Unidos, China e México apresentam os maiores rendimentos, MOURA (50).

Entre as causas do baixo rendimento da cultura do feijoeiro no Brasil, pode citar-se a enorme sensibilidade da planta às variações das condições ambientais, além da tecnologia rudimentar empregada pelo pequeno agricultor, que é o responsável pela maior produção brasileira.

O feijão constitui a fonte tradicional de proteína vegetal da população brasileira de baixa renda e a sua produção é insuficiente para atender a demanda do consumo interno. Entretanto, o incremento da sua produção pode ser obtido,dentre outras

formas, pelo aumento da produtividade da cultura. Por outro lado, o aumento da produtividade depende da melhoria do potencial genético das cultivares utilizadas, do uso de tecnologias adequadas e da obtenção de cultivares mais tolerantes às condições adversas do meio ambiente.

O rendimento de uma planta é o resultado das interações do seu genótipo com os fatores ambientais a que está submetida. Dentre esses fatores, POMPEU e IGUE (57) chamam a atenção para a capacidade das plantas em adaptarem-se a ambientes naturais representados pelo clima e solo e às possíveis alterações artificiais do solo, através da utilização de fertilizantes. Desde que existem grandes problemas de deficiência nutricional e de toxidez nos solos brasileiros e considerando o alto custo dos fertilizantes, a avaliação e identificação de cultivares adaptadas a diferentes níveis de fertilidade no solo e eficientes na absorção de nutrientes, podem ser a solução ideal para aumentar a produção de alimentos e reduzir custos.

Devido a enorme diversidade de preferência dos consumidores quanto ao tamanho, brilho e principalmente cor dos grãos, existe um grande número de cultivares de feijão no Brasil, que variam de acordo com as exigências do mercado local. Essas cultivares regionais são geralmente constituídas por misturas de genótipos da mesma cor, podendo diferir quanto ao tamanho e brilho, conforme afirma VIEIRA (73).

"Frequentemente o agricultor utiliza para plantio, sementes de produção própria, geralmente não melhoradas. Na maioria das

vezes estas sementes compõem uma mistura de genótipos de feijão, VIEIRA (76) e WALDER et alii (79).

A grande maioria dos experimentos de competição de cultivares e ensaios de adubação que vêm sendo conduzidos por longo período em várias regiões do País, não levam em consideração a existência ou ausência de interação entre a variabilidade genética das cultivares e as variações ambientais, uma vez que nos experimentos de competição de cultivares normalmente se utiliza apenas um nível de fertilidade e nos ensaios de adubação uma única cultivar. Torna-se assim, necessário um estudo mais detalhado para verificar a presença ou não de interação de cultivares em relação aos ambientes simulados pela aplicação de diferentes níveis de adubação, bem como o conhecimento da adaptabilidade e da estabilidade das cultivares, a fim de que se possam fazer recomendações de adubação mais seguras para essas cultivares.

Existem algumas evidências de que as cultivares de feijão apresentam comportamentos diferentes nos diversos níveis de fertilidade, indicando a necessidade de serem avaliadas quanto a sua eficiência nutricional, visando identificar aquelas mais estáveis e que poderão ser recomendadas para uma ampla faixa de fertilidade do solo.

O objetivo das pesquisas mais recentes sobre o melhoramento genético do feijoeiro não tem sido apenas a obtenção de cultivares mais produtivas, mas também a identificação daquelas com maior estabilidade de produção, contribuindo para reduzir a flutuação da produção que ocorre esporadicamente.

Segundo MARIOTTI et alii (43) o termo "adaptabilidade" se refere à capacidade dos genótipos de responderem favoravelmente à melhoria do ambiente, enquanto a "estabilidade" deve ser entendida como a capacidade dos genótipos de mostrar um comportamento altamente previsível, em relação ao estímulo ambiental.

O presente trabalho tem por objetivo obter respostas para as seguintes questões :

1. O nível de fósforo do solo influencia o comportamento das cultivares e misturas de cultivares de feijão ?

2. As misturas de cultivares apresentam maiores produções de grãos do que a média dos seus componentes em cultivo exclusivo ?

3. Apresentam as misturas maior adaptação e estabilidade fenotípica para produção de grãos em relação às cultivares?

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Interação de genótipos por ambientes

Quando vários genótipos são submetidos a diferentes condições ambientais, podem apresentar comportamentos não coincidentes nos diversos ambientes. Nesse caso, ocorre uma interação de genótipos por ambientes, indicando a existência de genótipos específicos para determinados tipos de ambientes, bem como outros menos sensíveis às variações ambientais.

A obtenção de genótipos específicos para ambientes particulares é solução dispendiosa para os programas de melhoramento, havendo maior interesse na identificação daqueles que apresentem comportamento mais estável e ampla adaptação em relação a uma gama de ambientes diferentes.

A presença da interação de genótipos por ambientes é indesejável para o melhorista, por comprometer as recomendações de materiais. COMSTOCK e MOLL (20) e ALLARD (3) discutiram detalha-

damente o envolvimento desse fenômeno no melhoramento de plantas.

Alguns procedimentos podem ser utilizados para reduzir o efeito dessa interação. TAI (68) propôs a subdivisão de uma área heterogênea em sub-regiões com condições mais homogêneas, de modo que dentro de uma sub-região o material não apresente interação. HORNER e FREY (31) e LIANG et alii (41) utilizaram esta alternativa. Uma outra possibilidade proposta pelo mesmo autor e utilizada por vários pesquisadores se refere à utilização de genótipos que apresentem alta estabilidade fenotípica. Salienta, ainda, que a primeira alternativa é eficiente apenas para reduzir a interação de genótipos por locais, enquanto a interação de genótipos por anos não pode ser reduzida pela subdivisão da área. Entretanto, a utilização de genótipos estáveis é eficiente para minimizar qualquer tipo de interação.

Outro procedimento indicado é o aumento da variabilidade genética, que pode ser obtido através do plantio de multilinhas e misturas varietais que não interajam com os ambientes ou que mostrem baixa interação, quando comparadas com as linhas puras, conforme demonstram vários trabalhos realizados com misturas de genótipos em diversas culturas autógamas (2, 5, 23, 32, 33, 44, 58).

A existência de interação de genótipos por ambientes tem sido freqüentemente observada na cultura do feijão (11, 52, 60, 61, 71). PESSANHA (52) verificou interação significativa de cultivares e de suas misturas por níveis de adubação, para dados referentes ao "stand"final e produção de grãos. Considerando que os

níveis tecnológicos e os métodos culturais utilizados na condução da cultura do feijoeiro variam de região para região, torna-se necessária a obtenção de cultivares mais eficientes quanto ao uso de diferentes ambientes, resultando em produções maiores e mais estáveis.

2.2. Tipos de ambientes

ALLARD e BRADSHAW (4) classificaram os aspectos ambientais que são diretamente influenciados pelo homem tais como doses e formas de adubação, época de semeadura e outras práticas agronômicas, como variacões ambientais previsíveis. As imprevisíveis correspondem às variações dos fatores climáticos, como precipitação, temperatura e outros.

LUTHRA e SING (42) consideraram ambientes diferentes os fatores incontroláveis e os controláveis pelo homem, como doses de fertilizantes, espaçamento, época de plantio e anos.

Diversas modalidades de ambientes têm sido considerados nos estudos da interação de genótipos por ambientes. No entanto, o mais comum é a utilização de locais e/ou anos como ambientes diferentes (5, 7, 11, 22, 24, 35, 36, 60, 71). Outros tipos de ambientes foram também empregados. JOWETT (34) empregou várias épocas de semeadura e locais, em um mesmo ano, em sorgo; EASTON e CLEMENT (21) empregaram vários níveis de nitrogênio no solo para estudar a interação de genótipos por ambientes em cultivares de trigo; MONTEIRO (47) considerou diferentes épocas de plantio e co

lheita como ambientes para avaliar a estabilidade fenotípica em beringela; PIRES (55) utilizou épocas de cortes realizados em vários locais e anos em cana-de-açúcar.

Na cultura do feijão foram realizados alguns estudos para analisar o comportamento de algumas cultivares em ambientes simulados pela aplicação de diferentes níveis de adubacão. Em Viçosa, M.G., PESSANHA et alii (53) e MONTERO et alii (49) utilizaram níveis de adubação e épocas de plantio para avaliar a estabilidade fenotípica em cultivares de feijão, e compararam os resultados obtidos com o comportamento das mesmas cultivares em diversos locais da Zona da Mata de Minas Gerais. De maneira geral, a concordância entre os resultados foi relativamente baixa. Segundo os autores, se a concordância fosse alta, futuros trabalhos dessa natureza poderiam ser conduzidos apenas em Viçosa,com considerável economia de recursos. FRANCA-DANTAS (25), estudando 10 cultivares de feijão de diferentes origens, verificou diferenças entre elas quanto à estabilidade fenotípica, em relação aos ambientes modificados artificialmente pela aplicação de níveis diferentes de adubação NPK.

KNIGHT (37) comentou sobre o uso de um fator específico do ambiente que possa ser controlado pelo pesquisador, ou a avaliação do ambiente como um todo, considerando todos os fatores ambientais envolvidos. Salientou que, no primeiro caso, a mudança de comportamento dos genótipos nas condições ambientais mais extremas normalmente não é detectada pela regressão linear e seu desvio, principalmente se houver uma ampla variação nos valores médios dos ambientes. Por outro lado, os genótipos mudam

de comportamento em baixos valores médios dos ambientes que envolvem vários fatores, influenciando a regressão linear e seu desvio, mesmo para uma maior amplitude de médias ambientais.

2.3. Misturas de cultivares

Diversos estudos têm sido realizados com misturas de cultivares de plantas autógamas, com o intuito de comparar-lhes o comportamento com o das cultivares. Alguns desses trabalhos foram feitos em feijão (2, 13, 14, 15, 27, 28, 29, 45, 46, 53, 70).

Algumas vantagens são atribuídas às misturas de cultivares, entre as quais podem citar-se: maior produção, pelo uso mais eficiente do ambiente; maior adaptação e estabilidade de produção em diferentes ambientes, pela redução da interação de genótipos por ambientes e menor susceptibilidade a doenças.

No que se refere à produção de grãos, as misturas de cultivares de feijão podem apresentar produção maior do que a média dos seus componentes em cultivo exclusivo, conforme concluíram CARDOSO e VIEIRA (14), GUAZZELLI (27) e PESSANHA (52), muito embora essa superioridade tenha se traduzido apenas em termos de tendência, na maioria dos resultados obtidos.

Várias evidências têm mostrado que as misturas de cultivares de feijão apresentam menores interações com o ambiente e, conseqüentemente, maior estabilidade da produção de grãos, quando comparadas com as cultivares, como demonstraram ALLARD (2), em *Phaseolus lunatus* e GUAZZELLI (27) em 15 cultivares de feijão

preto, de procedência nacional e estrangeira. Por outro lado , PESSANHA et alii (53) não verificaram essa vantagem atribuída às misturas.

A mistura de genótipos cria uma certa diversidade genética que deve oferecer maior grau de resistência às enfermidades . Entretanto, a uniformidade genética (plantio de apenas uma cultivar) facilita o ataque epidêmico de patógenos que apresentam diversas raças fisiológicas (1, 9, 19, 67, 72, 75, 78). Segundo VIEIRA (76), a multiplicidade de genótipos poderia ser a solução. Ela pode ser obtida pelo plantio simultâneo de diferentes cultivares ou pela rotação de culturas, como também mediante a utilização de misturas de cultivares.

Na composição de misturas genotípicas o problema consiste em identificar as cultivares que apresentem a mesma produtividade e capacidade de competição, havendo equilíbrio entre os componentes, não ocorrendo dominância de uns sobre outros,em plantios sucessivos. GUAZZELLI (27) constatou diferenças da capacidade de competição entre determinadas combinações de cultivares de feijão em misturas. CARDOSO e VIEIRA (13, 14, 15) misturaram cultivares de feijão de tamanho e cor das sementes diferentes , para facilitar a determinação da proporção relativa dos componentes, na colheita. Observaram que o componente mais produtivo dominava os demais em apenas três a quatro gerações consecutivas . Nesse estádio, o material se constituía praticamente na cultivar dominante.

Em misturas de cultivares, aquelas de sementes pequenas

tendem a levar vantagem sobre as de sementes grandes na competição intergenotípica, por deixarem maior número de descendentes para a geração seguinte (28, 39, 52, 63). PESSANHA et alii (53) fizeram misturas de cultivares de mesmo tamanho das sementes , porém, de cores diferentes. Após dois plantios sucessivos , verificaram uma tendência de alguns componentes para maior capacidade competitiva intergenotípica na mistura.

Os resultados sugerem que para a obtenção de uma mistura que mantenha uma forma de equilíbrio entre seus componentes,deve levar-se em consideração, além do tamanho das sementes,todas as demais características agronômicas e morfológicas pertencentes às cultivares a serem misturadas. Outra alternativa é a tentativa de se manter uma proporção mais ou menos constante dos componentes através de renovação periódica da mistura. Evidentemente, do ponto de vista comercial, somente devem ser misturados feijões de tipo semelhante, ou seja, de cor e brilho aproximadamente iguais.

A utilização de misturas de cultivares em nossos feijoais é prática muito comum no meio rural. WALDER et alii (79) e SILVA (64) constataram que 83% das amostras de sementes coletadas em vários municípios da Zona da Mata, Minas Gerais, eram constituídas de dois ou mais genótipos de feijão. Isso parece contrariar os resultados obtidos por CARDOSO e VIEIRA (13, 14, 15), os quais verificaram que as misturas, em virtude da competição intergenotípica, têm vida efêmera. Entretanto, estes autores(13, 14,15) utilizaram a densidade de 250.000 plantas/ha em condições de monocultivo, nas duas épocas de plantio, enquanto os agricul-

tores da Zona da Mata, segundo levantamento realizado por VIEIRA et alii (77), semeiam o feijão quase sempre em consórcio com o milho, empregando baixíssimas populações nas "águas" (12 a 75 mil plantas/ha) e populações bastante variáveis no período da "seca" (120 a 400 mil plantas/ha).

PESSANHA (52) verificou que a população de plantas e a época de plantio influenciam a competição intergenotípica nas misturas de cultivares de feijão, o que poderia explicar a existência bastante comum de tais misturas no meio rural. A referida competição é freqüentemente modificada pelas diferentes densidades utilizadas pelos agricultores e pelas semeaduras sucessivas, nas duas épocas de plantio.

2.4. Métodos para avaliar a estabilidade fenotípica

Existem diversos métodos para avaliar a estabilidade fenotípica, baseados ou não na técnica da regressão e fundamentados na interação genótipos x ambientes (6, 10, 22, 24, 56, 68, 80). A comparação da eficiência desses métodos tem sido feita por vários autores (21, 34, 42, 51). No Brasil, OLIVEIRA (51) comparou os principais métodos utilizando dados de produção de milho. Concluiu que os métodos de FINLAY e WILKINSON (24) e EBERHART e RUSSELL (22) foram os mais eficazes por fornecerem maiores informações. Esses dois métodos vêm sendo muito utilizados na avaliação da estabilidade fenotípica em cultivares de feijão por um grande número de pesquisadores (11, 12, 25, 35, 38, 48, 49, 52, 53,

60, 61, 71).

O método de FINLAY e WILKINSON (24) baseia-se na análise de regressão linear simples, onde o índice ambiental, dado pela diferença entre a produção média de cada ambiente com a produção média de todos os ambientes, é considerado a variável independente, enquanto a produção de cada cultivar (ou mistura) em cada ambiente (ou ensaio) é a variável dependente da regressão. A produtividade de cada ambiente é descrita pela média da produção de todas as cultivares e misturas. A estabilidade de cada cultivar é determinada em função do seu coeficiente de regressão (b), além da sua produção média. Quando b é menor que 1 significa que a cultivar responde pouco à melhoria do ambiente e possui alta estabilidade. Uma cultivar com esse comportamento não sofre prejuízos sérios em condições desfavoráveis sendo, portanto, adaptada a ambientes de baixa produtividade. Entretanto, quando b é maior do que 1 a cultivar responde acentuadamente à melhoria do ambiente e tem uma estabilidade baixa. Em ambientes desfavoráveis, esse comportamento pode tornar-se bastante prejudicado. Trata-se, pois, de material adaptado a ambientes de alta produtividade. Se o coeficiente de regressão linear de uma cultivar é aproximadamente igual à unidade (b=1), a estabilidade é média. Associada a baixa produtividade média, indica que ela se adapta pobremente a todos os ambientes; associada a alta produtividade média, indica que a cultivar se adapta bem a todos os ambientes. De acordo com FINLAY e WILKINSON (24), uma cultivar absolutamente estável seria aquela que apresentasse b=0.

EBERHART e RUSSELL (22) adaptaram o método proposto por FINLAY e WILKINSON (24), incluindo o desvio da regressão (s^2d) como um parâmetro adicional para estimar a estabilidade fenotípica. No entanto, o conceito de estabilidade difere entre os dois métodos. EBERHART e RUSSELL (22) definiram uma cultivar estável como sendo aquela que apresenta $b=1$ e $s^2d=0$. Esse conceito significa que uma cultivar estável apresenta respostas positivas e previsíveis à melhoria das condições ambientais, e foi proposto pelo fato de que na agricultura atual utiliza-se uma tecnologia avançada no sentido de aumentar a produtividade. Segundo os autores (22) o desvio da regressão constitui-se num parâmetro extremamente importante para avaliação da estabilidade fenotípica das cultivares. Quando a variância dos desvios da regressão é baixa , significa que uma cultivar em ambientes semelhantes deve apresentar comportamentos semelhantes. Por outro lado, se a variância dos desvios da regressão for alta, a cultivar dificilmente repetirá o seu desempenho, quando cultivada em ambientes similares . Com base nessas considerações, torna-se fácil perceber que uma cultivar pode ser considerada estável com qualquer valor de b , desde que apresente baixa variância dos desvios da linearidade . É interessante frisar que, para a obtenção de cultivares estáveis, deve levar-se em consideração não somente os seus desvios da linearidade, mas também os seus coeficientes de regressão, ambos associados a altas produções médias das referidas cultivares.

Nesses dois métodos o ambiente é avaliado pela produção média de todas as cultivares ensaiadas. Assim, uma produção mé-

dia baixa em um ensaio, indica ambiente de baixa produção, en - quanto um ensaio com alta média de produção de todas as cultivares evidencia ambiente de alta capacidade de produção.LAING (38) e MONTERO (48) descreveram o ambiente pela média das três cultivares mais produtivas, na análise da estabilidade de comportamento de cultivares de feijão. Conforme sugerido por LAING (38) esse procedimento fornece a produtividade potencial do ambiente , uma vez que as enfermidades não devem ser consideradas como um fator do ambiente que incide de maneira uniforme sobre todas as cultivares, como ocorre com os fatores edafoclimáticos. Sabe- se que existem diferenças entre as cultivares quanto ao grau de resistência às enfermidades, em função das raças fisiológicas do patógeno que porventura vierem a ocorrer naquele ambiente.

De maneira geral, os vários métodos disponíveis para avaliar a estabilidade da produção frente às diversas condições ambientais que ocorrem na cultura do feijão, como também em ou - tras culturas, podem contribuir efetivamente no sentido de melhorar a eficiência dos programas de melhoramento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Generalidades

O experimento foi instalado no período das "águas" do ano agrícola 1982/83, no campus da Escola Superior de Agricultura de Lavras, MG, em Latossolo Vermelho Escuro Distrófico textura argilosa relevo ondulado.

Lavras está situada na Região Sul de Minas Gerais, a uma altitude média de 800 m, 21°14'30" de latitude sul e 45°00'10" de longitude oeste. Climaticamente, caracteriza-se por uma temperatura média anual de 19°C e precipitação anual de 1010 mm, concentrada no período de outubro a março.

Foi previamente retirada uma amostra de solo do local onde foram instalados os ensaios e analisada em laboratório. Os resultados da análise química do solo utilizado encontram-se no Quadro 1.

QUADRO 1 - Análise química do solo, antes da instalação dos ensaios.

Al^{+++} (mE/100 cm^3)	0,2 B
Ca^{++} + Mg^{++} (mE/100 cm^3)	1,7 B
K^+ (ppm)	47,0 M
P (ppm)	8,0 B
pH em água (1:2,5)	5,5 M
m (%)	9,9 B

As letras B e M indicam níveis baixo e médio, respectivamente (18).

3.2. Cultivares e misturas utilizadas e ambientes simulados

A descrição das sete cultivares que foram utilizadas com algumas de suas características morfológicas e agronômicas é fornecida no Quadro 2. Foram compostas ainda, três misturas constituídas pelas seguintes cultivares : Mistura 1 - Rico 23 + Cuva 168N + Moruna; Mistura 2 - Ricobaio 1014 + Mulatinho Vagem Roxa; Mistura 3 - Ricopardo 896 + Aroana. Observa-se pelo Quadro 2 que as misturas envolvem apenas cultivares pertencentes ao mesmo grupo comercial e, portanto, de cor e brilho das sementes semelhantes. Na formação das misturas, procurou selecionarem-se cultivares de , aproximadamente, mesmo tamanho das sementes, considerando ainda, outras características importantes (Quadro 2) para a obtenção de misturas equilibradas. As três mesclas de culti

QUADRO 2 - Características das cultivares de feijão utilizadas no estudo.

Cultivares	Grupo Comercial*	Cor-Brilho da semente*	Tipo da Planta* 1/	Ciclo vegetativo (dias)*	Nº de vagens por planta**	Nº de grãos por vagem**	Peso de 100 sementes (g)**
Rico 23	Preto	Preta-opaco	II	90-95	8,2	4,6	17,4
Cuva 168-N	Preto	Preta-Inter.	II	90-95	8,3	4,9	16,2
Moruna	Preto	Preta-opaco	II	90-95	8,5	5,1	17,6
Ricopardo 896	Pardo	Marron-opaco	III	95-100	8,5	4,7	20,2
Aroana	Pardo	Marron-opaco	II	90-95	7,4	4,9	16,0
Ricobaio 1014	Mulatinho	Bege-Interm.	II	95-100	8,7	4,6	18,1
Mulatinho Vagem Roxa	Mulatinho	Bege-Opaco	II	90-95	9,1	4,4	16,2

* FONTE : SILVA (65)

** Dados obtidos no estudo.

1/ : Os algarismos romanos identificam os hábitos de crescimento das cultivares, conforme critério de classificação utilizado pelo CIAT (16): II- crescimento indeterminado com hastes curtas; III- crescimento indeterminado com hastes longas.

vares foram formadas pelo mesmo número de sementes de cada componente e depois de bem misturadas, semeadas sem qualquer sistemática quanto à seqüência dos componentes.

Foram utilizados cinco níveis de adubação fosfatada: 0 ; 66,6; 200; 600 e 1800 kg de P_2O_5/ha, aplicados a lanço por ocasião do plantio, utilizando-se como fonte superfosfato simples . Dessa forma foram obtidos cinco ambientes simulados, cada qual constituindo um ensaio.

3.3. Delineamento experimental e detalhes da parcela

Para cada ambiente ou ensaio foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados, com 10 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos foram constituídos pelas sete cultivares descritas no Quadro 2 e pelas três misturas mencionadas.

Cada parcela foi formada por duas fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,50 m, ocupando uma área de 5,0 m^2.Na colheita eliminou-se 0,50 m de cada extremidade das fileiras, obtendo-se uma área útil de 4,0 m^2. Uma bordadura formada de duas linhas de qualquer uma das cultivares foi empregada para contornar cada ensaio, que teve a área total de 150 m^2.

3.4. Métodos culturais e características avaliadas

Como a percentagem de saturação de alumínio foi inferior a 20% (Quadro 1) , não houve necessidade de se proceder à correção do solo (18). O fertilizante fosfatado foi espalhado manual-

mente, a lanço, procurando-se cobrir de maneira uniforme toda a área das parcelas e, em seguida, incorporado ao solo a aproximadamente 20 cm de profundidade com o auxílio de enxada, antes da semeadura das cultivares e misturas.

Foram colocadas três sementes a cada 0,20 m de fileira. Aos 20 dias após a emergência das plântulas, realizou-se o desbaste deixando 12 plantas por metro de sulco, o que resultou numa população de aproximadamente 240.000 plantas por hectare.

Durante a semeadura, realizada em 25/10/82, efetuou-se uma adubação básica no sulco de plantio, comum a todos os ensaios, constituída de 20 kg de N, 90 kg de P_2O_5 e 40 kg de K_2O por hectare, de acordo com a análise química do solo. Realizou-se também uma adubação nitrogenada em cobertura, na época do desbaste, utilizando-se 30 kg de N por hectare. Como fontes dos elementos nitrogênio, fósforo e potássio empregaram-se, respectivamente, nitrocálcio, superfosfato simples e cloreto de potássio.

O preparo do solo e as demais práticas culturais empregadas em todos os ensaios foram as normais para a cultura do feijão.

Foi avaliada a produção de grãos por meio de pesagem dos grãos obtidos na área útil da parcela (4,0 m^2), após a correção do teor de umidade dos grãos para 13%. Em seguida, foi determinada a produção média de grãos em kg/ha.

Considerou-se, ainda, a incidência de moléstias em cada parcela, quando as vagens estavam bem formadas, utilizando-se

para tanto, o seguinte critério de notas : 1- ausência de doença; 2- ataque leve; 3-ataque médio; 4-ataque severo; 5-ataque muito severo.

3.5. Procedimentos das análises estatísticas

Inicialmente procedeu-se às análises individuais de variância para cada um dos cinco ensaios, de acordo com o delineamento em blocos casualizados. A seguir, realizou-se a análise de variância conjunta dos cinco ensaios, a partir dos totais das cultivares em cada ambiente. O esquema dessa análise encontra-se indicado no Quadro 3, onde as esperanças matemáticas dos quadrados médios foram obtidas pelo método de HICKS (30), considerando os efeitos de blocos e resíduos como aleatórios e os efeitos de cultivares e ambientes como fixos. Essa análise permite avaliar a amplitude da interação cultivares x ambientes, fornecendo uma indicação da existência ou não de diferenças de comportamento entre as cultivares, nos diferentes ambientes considerados para o estudo da estabilidade fenotípica.

Como os quadrados médios residuais das análises de variância individuais não diferiram muito entre si, não houve necessidade de se fazer o ajustamento dos números de graus de liberdade para o resíduo médio e para a interação cultivares x ambientes na análise conjunta. O maior quadrado médio residual obtido foi menos de três vezes maior do que o menor deles. Estudos de Box , citado por PIMENTEL GOMES (54), revelam que se todos os experimen

[redacted]

QUADRO 3 - Análise de variância conjunta para C cultivares, ensaiadas em A ambientes com R repetições.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	QM	E(QM)	F
Cultivares	C-1	Q_1	σ^2 + AR Vc	Q_1/Q_5
Ambientes	A-1	Q_2	σ^2 + CR Va	Q_2/Q_5
Cultivares x ambientes	(C-1)(A-1)	Q_3	σ^2 + R Vca	Q_3/Q_5
Blocos: ambientes	A (R-1)	Q_4	$\sigma^2 + C\sigma^2 r$	Q_4/Q_5
Resíduo médio	A(C-1)(R-1)	Q_5	σ^2	
TOTAL	CAR-1			

onde : σ^2 = Variância do resíduo médio

$\sigma^2 r$= Variância do efeito de blocos dentro de ambientes

Vca= Componente quadrático referente à variância do efeito da interação cultivares x ambientes

Va = Componente quadrático referente à variância do efeito de ambientes

Vc = Componente quadrático referente à variância do efeito de cultivares

tos têm o mesmo número de parcelas, a relação entre o maior quadrado médio e o menor deles poderá ir até 3 ou 4 sem que haja maiores prejuízos na análise conjunta.

A estimativa da adaptabilidade e estabilidade fenotípica através da análise de regressão linear seguiu o método proposto por EBERHART e RUSSELL (22), considerando-se cada nível de adubação fosfatada como um ambiente diferente, obtendo-se assim , cinco ambientes simulados.

Os parâmetros considerados como medidas de adaptação e estabilidade fenotípica das cultivares e misturas foram respectivamente, os coeficientes de regressão linear (b) e seus respectivos desvios (s^2d), além das suas produções médias. Segundo LAING (38) esses três parâmetros avaliam características independentes. Com $s^2d = 0$, pode prever-se com precisão, a produtividade da cultivar, em função do seu coeficiente de regressão e do índice do ambiente.

O modelo matemático utilizado, que define os parâmetros de estabilidade, foi o sugerido por EBERHART e RUSSELL (22) :

$$Y_{ij} = \mu_i + \beta_i I_j + \delta_{ij} + \bar{\varepsilon}_{ij}$$

onde :

Y_{ij} = média da i-ésima cultivar no j-ésimo ambiente

μ_i = média da i-ésima cultivar em todos os ambientes

β_i = coeficiente de regressão que mede a resposta da i-ésima cultivar quando se variam os ambientes

I_j = Índice ambiental, dado pela diferença entre a produção média de cada ambiente e a produção média de todos os ambientes

δ_{ij} = desvio da regressão da i-ésima cultivar no j-ésimo ambiente

$\bar{\varepsilon}_{ij}$ = erro residual associado à média

A análise de variância para estabilidade foi efetuada de acordo com a proposição do modelo de EBERHART e RUSSELL (22) e da forma apresentada por SANTOS (60). Ela permite decompor o efeito da soma de quadrados de ambientes dentro de cultivares, nos componentes lineares (ambientes e ambientes x cultivares) associados com o coeficiente de regressão (b) e noutro não linear, associado com o quadrado médio dos desvios da regressão. Esses componentes foram novamente decompostos para cada cultivar e mistura, propiciando um estudo mais detalhado das mesmas. A indicação dos cálculos das somas de quadrados e dos valores de F para essa análise é fornecida no Quadro 4.

A análise de estabilidade foi desenvolvida ao nível das médias das cultivares e misturas em cada ambiente. Conseqüentemente, o quadrado médio do resíduo da análise conjunta foi dividido pelo número de repetições, antes de ser considerado na análise de estabilidade.

Como as variâncias dos efeitos lineares e não lineares das cultivares e misturas mostraram-se heterogêneas, ajustaram-se os números de graus de liberdade dos desvios da regressão e dos ambientes dentro de cultivares pelo método de Cochran, conforme indi

QUADRO 4 - Análise de variância da estabilidade considerando as respostas linear e não linear de cada uma das C cultivares, ensaiadas em A ambientes com R repetições (Modelo adaptado de EBERHART e RUSSELL, 1966).

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
Cultivares	C-1	$\frac{1}{A}\left(\sum_{i=1}^{C} Y_{i.}^2\right) - \frac{1}{CA} Y^2_{..}$	Q_1	Q_1/Q_5
Ambientes dentro de cultivares	C(A-1)	$\sum_{i=1}^{C}\left[\left(\sum_{j=1}^{A} Y^2_{ij}\right) - \frac{1}{A}(Y_{i.})^2\right]$	Q_2	Q_2/Q_6
Ambientes (linear)	1	$\frac{1}{C}\left[\sum_{j=1}^{A} Y_{.j}\left(\frac{1}{C}Y_{.j} - \frac{1}{CA}Y_{..}\right)\right]^2 \Big/ \sum_{j=1}^{A}\left(\frac{1}{C}Y_{.j} - \frac{1}{CA}Y_{..}\right)^2$	Q_3	Q_3/Q_5
Ambientes (linear) x Cultivares	C-1	$\sum_{i=1}^{C}\left\{\left[\sum_{j=1}^{A} Y_{ij}\left(\frac{1}{C}Y_{.j} - \frac{1}{CA}Y_{..}\right)\right]^2 \Big/ \sum_{j=1}^{A}\left(\frac{1}{C}Y_{.j} - \frac{1}{CA}Y_{..}\right)^2\right\} - \text{SQ Amb. (lin.)}$	Q_4	Q_4/Q_5
Desvios da regressão	C(A-2)	$\sum_{i=1}^{C}\left(\sum_{j=1}^{A} \hat{\delta}^2_{ij}\right)$	Q_5	Q_5/Q_6
Ambientes dentro de cultivares	C(A-1)		Q_2	
Efeito linear				
Cultivar 1	1	$\left[\sum_{j=1}^{A} Y_{ij}\left(\frac{1}{C}Y_{.j} - \frac{1}{CA}Y_{..}\right)\right]^2 \Big/ \sum_{j=1}^{A}\left(\frac{1}{C}Y_{.j} - \frac{1}{CA}Y_{..}\right)^2$	Q'_1	Q'_1/Q''_1
Cultivar 2	.	.	Q'_2	Q'_2/Q''_2
. .	.	.	.	. .
. .	.	.	.	. .
Cultivar C	1	.	Q'_C	Q'_C/Q''_C
Desvios da regressão :				
Cultivar 1	A-2	$\left[\sum_{j=1}^{A} Y^2_{ij} - \frac{1}{A}(Y_{i.})^2\right] - \left\{\left[\sum_{j=1}^{A} Y_{ij}\left(\frac{1}{C}Y_{.j} - \frac{1}{CA}Y_{..}\right)\right]^2 \Big/ \sum_{j=1}^{A}\left(\frac{1}{C}Y_{.j} - \frac{1}{CA}Y_{..}\right)^2\right\} =$	Q''_1	Q''_1/Q_6
Cultivar 2	A-2	. $= \sum_{j=1}^{M} \hat{\delta}^2_{ij}$	Q''_2	Q''_2/Q_6
. .	.	.	.	. .
. .	.	.	.	. .
Cultivar C	A-2	.	Q''_C	Q''_C/Q_6
Resíduo médio	A(C-1)(R-1)		Q_6	

cado por PIMENTEL GOMES (54). Com os números de graus de liberdade ajustados, foram obtidos os valores de F tabelados, utilizados nos julgamentos das significâncias dos valores de F calculados. A determinação da heterogeneidade das variâncias obedeceu o mesmo critério adotado para os quadrados médios residuais das análises de variância individuais.

As comparações das médias de produção de grãos das cultivares e misturas foram realizadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. A produção média da mistura em relação à média de produção dos seus componentes foi comparada pelo teste de Scheffé a 5%.

Os coeficientes de regressão (b_i) e seus respectivos erros $s(b_i)$, foram estimados pelas seguintes expressões :

$$b_i = \frac{\sum_{j=1}^{A} \bar{Y}_{ij} \; (1/C \; \bar{Y}_{.j} - 1/CA \; \bar{Y}_{..})}{\sum_{j=1}^{A} (1/C \; \bar{Y}_{.j} - 1/CA \; \bar{Y}_{..})^2}$$

$$s(b_i) = \sqrt{\frac{QM \text{ desvios da regressão de } (C_i)}{\sum_{j=1}^{A} (1/C \; \bar{Y}_{.j} - 1/CA \; \bar{Y}_{..})^2}}$$

onde :

$\bar{Y}_{ij}$ = média da cultivar i no ambiente j

$\bar{Y}_{.j}$ = média de todas as cultivares no ambiente j

$\bar{Y}_{..}$ = média de todas as cultivares em todos os ambientes

C_i = cultivar i

A hipótese de que os coeficientes de regressão linear estimados não diferem da unidade foi testada pelo teste t :

$$t = \frac{b_i - 1}{s\ (b_i)}$$

Calcularam-se os coeficientes de determinação ($R^2{}_i$) para cada cultivar, como proposto por STEEL e TORRIE (66) :

$$R^2{}_i = \frac{\text{SQ efeito linear de } (C_i)}{\text{SQ efeito linear } (C_i) + \text{SQ desvios da regressão } (C_i)}$$

Esses coeficientes indicam o quanto da variação total de cada cultivar é devido aos efeitos lineares. Também foram avaliados pelo teste t.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Produção média de grãos das cultivares e de suas misturas

Encontram-se no Quadro 5 as observações sobre a incidência média das doenças ocorridas em todos os ensaios, para cada cultivar e mistura. Os níveis de adubação fosfatada não influenciaram a intensidade de ataque das doenças.

Em geral, o ataque das doenças nos cinco ambientes foi leve, exceto da antracnose nas cultivares Aroana e Moruna, que atingiu níveis mais prejudiciais. Contudo, essa moléstia somente incidiu com maior severidade no final do ciclo da cultura. Portanto, pode admitir-se que os danos causados pelas doenças praticamente não influenciaram os demais resultados obtidos.

Os resultados das análises de variância dos dados de produção de grãos das cultivares e de suas misturas, para cada

QUADRO 5 - Incidência média de doenças das cultivares de feijão e de suas misturas, nos cinco ambientes simulados. Lavras, M.G., 1982/83*.

Cultivares e misturas	Bacteriose 1/	Mancha-angular 2/	Antracnose 3/
Rico 23	2,0	1,5	1,0
Cuva 168-N	2,0	1,5	2,0
Moruna	2,0	2,2	3,0
23 + 168-N+ Moruna	2,0	2,0	1,2
Ricopardo 896	2,0	1,0	1,0
Aroana	2,0	1,7	3,2
896 + Aroana	2,0	1,7	2,5
Ricobaio 1014	2,0	2,5	1,0
Mulatinho Vagem Roxa	2,0	1,0	1,0
1014 + Vagem Roxa	2,0	1,2	1,0

* Intensidade de ataque : 1- ausência; 2- leve; 3- médio; 4-severo; 5- muito severo

1/: *Xanthomonas phaseoli* (E.F. Sm.) Dows.

2/: *Isariopsis griseola* Sacc.

3/: *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. e Magn) Scribner

ambiente, são apresentados no Quadro 6. Nota-se que apenas nos ambientes simulados pela aplicação de 200 e 600 kg de P_2O_5/ha houve diferenças significativas entre os tratamentos.

QUADRO 6 - Resumo das análises de variância para a produção média de grãos das cultivares e das misturas de cultivares de feijão, em cinco ambientes simulados pela aplicação de diferentes níveis de fósforo no solo. Lavras, M.G., 1982/83.

Fontes de variação	GL	Níveis de fósforo (kg P_2O_5/ha) - Q.M.				
		0	66,6	200	600	1.800
Blocos	2	623.616,8**	173.155,8	81.456,5	137.775,7	148.773,8*
Cult.e misturas	9	47.446,4	171.954,5	152.023,5*	168.767,0*	66.340,3
Resíduo	18	64.347,4	90.806,5	52.406,0	66.085,0	37.948,5
C.V. (%)		22,0	24,0	16,9	16,1	12,0

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

No Quadro 7, encontram-se as produções médias de grãos das cultivares e misturas referentes aos cinco ambientes simulados, incluindo também as variâncias residuais (s^2), as médias ambientais ($\bar{Y}_{.j}$) e os coeficientes de variação (C.V.).

Como todos os ensaios foram conduzidos em um mesmo local, sendo portanto submetidos às mesmas condições climáticas e ecológicas e considerando-se ainda que, as práticas culturais utiliza

QUADRO 7 - Produções médias de grãos (kg/ha) das cultivares de feijão e de suas misturas, variâncias residuais (s^2), médias ambientais ($\bar{Y}_{.j}$) e coeficientes de variação (C.V.) em cinco ambientes simulados pela aplicação de diferentes níveis de fósforo no solo. Lavras, M.G., 1982/83.

Cultivares e misturas	Níveis de fósforo (kg P_2O_5/ha)				
	0	66,6	200	600	1800
Rico 23	1105,0 a	1128,8 a	1533,2 ab	1627,7 ab	1728,0 a
Cuva 168-N	1253,9 a	1365,7 a	1333,5 ab	1469,5 ab	1706,6 a
Moruna	1183,8 a	1684,9 a	994,3 b	1611,1 ab	1736,0 a
23 + 168-N + Moruna	1346,3 a	1532,0 a	1572,1 ab	1682,2 ab	1670,7 a
Ricopardo 896	1186,5 a	1024,5 a	1291,1 ab	1944,6 a	1869,0 a
Aroana	921,4 a	907,0 a	1052,2 ab	1161,2 b	1417,3 a
896 + Aroana	1238,1 a	1141,0 a	1210,6 ab	1644,5 ab	1507,7 a
Ricobaio 1014	989,4 a	1396,0 a	1531,5 ab	1275,8 ab	1408,8 a
Mulatinho Vagem Roxa	1106,3 a	1117,3 a	1381,2 ab	1750,7 ab	1652,7 a
1014 + Vagem Roxa	1182,8 a	1250,2 a	1668,5 a	1801,5 ab	1566,3 a
s^2	64347,4	90806,5	52406,0	66085,0	37948,5
$\bar{Y}_{.j}$	1150,9	1254,7	1356,8	1596,9	1626,3
C.V. (%)	22,0	24,0	16,9	16,1	12,0

Em cada coluna, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

das em todos foram praticamente as mesmas, a principal causa responsável pelas diferenças observadas entre os valores médios dos ambientes, pode ser atribuída aos diferentes níveis de fósforo aplicados no solo.

É oportuno ressaltar que os "stands" finais das cultivares e misturas foram uniformes em todos os ensaios, permanecendo dentro dos limites estabelecidos por VIEIRA (74), em que não afetam o rendimento da cultura do feijão. Portanto, pode considerar-se que não houve interferência do "stand" nos dados de produção.

Em nenhum dos ensaios, foram detectadas diferenças significativas entre as médias das misturas e as médias de qualquer um dos seus componentes em "stand" puro. As comparações das produções médias das misturas com as médias de produção dos seus componentes, também não revelaram efeitos significativos pelo teste de Scheffé a 5%.

Embora não se tenha constatado significância em nenhum dos quinze casos possíveis, verifica-se que, em oito deles, a mistura produziu de 10,0 a 22,2% mais do que a produção média dos seus componentes. Observa-se que essa superioridade ocorreu com maior frequência, sob condições de baixos níveis de fósforo no solo, indicando uma tendência da mistura para maior eficiência na absorção e/ou utilização de fósforo, em baixa disponibilidade do nutriente no solo. Nos casos restantes, a produtividade da mistura foi aproximadamente igual à produção média dos seus componentes, considerando-se uma diferença menor que 10%.

Examinando-se os resultados da análise conjunta dos dados de produção (Quadro 10, pág.40) verifica-se que as médias das misturas tampouco diferiram significativamente das médias de qualquer um dos seus componentes em cultivo exclusivo. Da mesma forma, não se encontraram diferenças significativas, quando se compararam as médias de produção dos componentes com as produções médias das respectivas mesclas, pelo teste de Scheffé a 5%. A cultivar Aroana produziu significativamente menos que a maioria dos outros tratamentos, o que explica porque a mistura de feijões pardo produziu 10,8 e 15,7% menos do que as misturas de feijões mulatinho e preto, respectivamente.

Os resultados obtidos parecem evidenciar que as populações heterogêneas estudadas nesse trabalho podem produzir mais do que as populações homogêneas, conforme foi constatado também em feijão (14, 27, 52), e ainda em outras culturas autógamas(8 , 17, 26, 32, 33, 59, 62).

4.2. Interação das cultivares e misturas com níveis de adubação fosfatada

Encontram-se no Quadro 8 os resultados da análise de variância conjunta para os dados de produção de grãos das cultivares e misturas, nos cinco ambientes simulados.

QUADRO 8 - Resumo da análise de variância conjunta para a produção média de grãos das cultivares de feijão e de suas misturas , em cinco ambientes simulados pela aplicação de diferentes níveis de fósforo no solo. Lavras , M.G., 1982/83.

Fontes de variação	GL	QM
Cultivares e misturas	9	240.780,0**
Ambientes	4	1.323.463,6**
Cultivares e misturas x ambientes	36	90.312,9
Blocos : ambientes	10	116.477,8
Resíduo médio	90	62.318,7
Total	149	
C.V.(%)		18,6

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade .

Observam-se diferenças altamente significativas entre as cultivares e misturas, como também para o efeito de ambientes , mostrando existir variações nos dois casos. Entretanto, não houve efeito significativo para a interação cultivares e misturas x ambientes, indicando comportamento semelhante entre as cultivares e misturas, quando submetidas a diferentes condições ambientais. Porém, deve salientar-se que o quadrado médio da interação cultivares e misturas x ambientes, mostrou uma tendência à significância, através do teste F ao nível de 5% de probabilidade.Talvez, essa provável significância não tenha ocorrido, devido as grandes semelhanças existentes entre as características das cul-

tivares consideradas nesse trabalho (Quadro 2, pág. 18). Deve também considerar-se que o estudo foi realizado em apenas um ano, o que, provavelmente, não possibilitou uma adequada interação tratamentos x ambientes. Estimativas mais precisas da interação tratamentos x ambientes poderão ser obtidas, repetindo-se os ensaios por vários anos. É fato conhecido que as condições climáticas, sobretudo a quantidade e a distribuição das chuvas, variam de ano para ano, influenciando o comportamento das cultivares e misturas nos diversos ambientes.

Em virtude do efeito altamente significativo de ambientes e considerando a forte tendência da interação tratamentos x ambientes em mostrar significância, podem considerar-se os níveis de adubação fosfatada como ambientes diferentes, na avaliação da estabilidade fenotípica. Níveis de adubação também foram considerados como ambientes diferentes por EASTON e CLEMENT (21) em trigo e por PESSANHA et alii (53), MONTERO et alii (49) e FRANÇA-DANTAS (25) em feijão.

4.3. Avaliação da adaptação e estabilidade fenotípica

A análise de variância da estabilidade, feita de acordo com o modelo proposto por EBERHART e RUSSELL (22), encontra-se no Quadro 9. Nessa análise, a variância de ambientes dentro de cultivares e misturas é decomposta nos efeitos lineares e não lineares. Verifica-se que a variância dos efeitos lineares foi 66,24 vezes maior que a dos efeitos não lineares, mostrando que

QUADRO 9 - Resumo da análise de variância da estabilidade para a produção média de grãos das cultivares de feijão e de suas misturas, considerando os cinco ambientes simulados (Adaptação do modelo de EBERHART e RUSSEL, 1966). Lavras, M.G., 1982/83.

Fontes de variação	GL	QM
Cultivares e misturas	9	240.780,0**
Ambientes dentro de cultivares e misturas	40(42)1/	71.209,3**
Ambientes (linear)	1	1.764.606,1**
Ambientes (linear) x cultivares e misturas	9	30.108,2
Desvios da regressão reunidos	30(14)1/	27.093,1
Resíduo médio	90	20.772,9
Ambientes dentro de cultivares e misturas	40(42)1/	71.209,3**
Efeito linear das cultivares e misturas :		
Rico 23	1	293.391,4**
Cuva 168-N	1	93.740,6**
Moruna	1	126.077,0
23 + 168-N + Moruna	1	63.971,0**
Ricopardo 896	1	613.534,2**
Aroana	1	143.983,1**
896 + Aroana	1	142.239,8**
Ricobaio 1014	1	37.716,9
Mulatinho Vagem Roxa	1	332.150,1**
1014 + Vagem Roxa	1	188.776,4*
Desvios da regressão das cultivares e misturas :		
Rico 23	3	13.785,8
Cuva 168-N	3	9.561,4
Moruna	3	105.009,0**
23 + 168-N + Moruna	3	3.268,1
Ricopardo 896	3	27.939,4
Aroana	3	10.513,6
896 + Aroana	3	14.994,3
Ricobaio 1014	3	46.235,4
Mulatinho Vagem Roxa	3	7.059,3
1014 + Vagem Roxa	3	32.564,4
Resíduo médio	90	20.772,9
C.V. (%)	18,6	

* e ** : significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

1/ : graus de liberdade ajustados para serem usados no teste F.

a maior parte da variação é explicada pela regressão linear, correspondendo a um coeficiente de determinação de 70,68% da variação total de ambientes dentro de cultivares e misturas. Esse resultado concorda com o observado por CAMACHO (11), TUPINAMBÁ(71) e SANTOS (60) na cultura do feijão, como também em outras culturas (6, 7, 10, 36, 43, 55).

O comportamento das cultivares e misturas quanto à resposta linear aos diversos ambientes é dado pela variância da interação ambientes (linear) x cultivares e misturas. A não significância dessa interação indicou não existirem acentuadas diferenças genéticas entre os tratamentos, para seus comportamentos lineares frente às variações ambientais. Portanto, os valores dos coeficientes de regressão linear das cultivares e misturas assemelham-se entre si, evidenciando não haver diferença na adaptação dessas cultivares e misturas em um ambiente específico. Todavia, esses coeficientes permitem determinar a capacidade de resposta linear das cultivares e misturas em face dos estímulos de uma amplitude ambiental. Essa observação está de acordo com o resultado obtido na cultura da soja por BONATO (7).

A variância dos desvios da regressão reunidos está associada com a resposta não linear das cultivares e misturas nas condições ambientais estudadas, e estima a estabilidade. Desta maneira, não existem diferenças significativas quanto à predição de seus comportamentos médios em ambientes particulares. Contudo, é oportuno ressaltar que a variância dos desvios da regressão reunidos esteve próxima da significância, pelo teste F ao nível de

5% de probabilidade. Possivelmente, essa significância não tenha sido revelada quando consideram-se que os desvios da regressão reunidos são uma média dos desvios das cultivares e misturas , não refletindo a estabilidade de tratamentos individuais.

Não obstante o comportamento semelhante das cultivares e misturas quanto às respostas linear e não linear, os efeitos de ambientes dentro de cultivares e misturas foram decompostos nos componentes linear e não linear para cada uma delas (segunda parte do Quadro 9). Essa decomposição propiciou avaliar quanto da variação de cada cultivar e mistura pode ser explicado em termos de regressão linear e seus desvios.

Observa-se que existem diferenças entre as respostas lineares das cultivares e misturas com a variação das condições ambientais. Tais respostas, avaliadas através dos quocientes (teste F) entre as variâncias dos efeitos lineares e dos respectivos desvios da linearidade, variaram de 0,82 para a cultivar Ricobaio 1014 até 47,05 para a cultivar Mulatinho Vagem Roxa. Comprovando esse fato, os valores extremos dos coeficientes de determinação foram também mostrados pelas mesmas cultivares, correspondendo , respectivamente, a 21,38% e 94,01% da variação total explicada pela regressão linear (Quadro 10). As cultivares Moruna e Ricobaio 1014 não apresentaram respostas lineares significativas às variações ambientais. A mistura 1014 + Vagem Roxa exibiu significância para o efeito linear apenas ao nível de 5% de probabilidade. As demais mostraram respostas altamente significativas, explicadas pela regressão linear. Apesar da não significância da

variância dos desvios da regressão reunidos, obtiveram-se respostas não lineares significativas, constatando a existência de comportamentos imprevisíveis em relação ao estímulo ambiental.

No Quadro 10 pode verificar-se que os coeficientes de regressão linear das cultivares e misturas estudadas variaram de 0,46 na cultivar Ricobaio 1014, até 1,86 na cultivar Ricopardo 896. O coeficiente de regressão da cultivar Ricopardo 896 mostrou-se significativamente maior do que 1,00 pelo teste t a 5% . A mistura 23 + 168-N + Moruna apresentou b=0,60, significativamente menor do que 1,00 pelo teste t ao nível de 1% de probabilidade. O valor extremo de b=0,46 apresentado pela cultivar Ricobaio 1014 não diferiu da unidade, em virtude de grande erro do seu coeficiente de regressão. As outras cultivares e misturas também não mostraram coeficientes de regressão diferentes de 1,00 . Essa diferença de comportamento entre as cultivares e misturas , evidenciada pela ocorrência de valores de b significativamente diferentes de 1,00, não era esperada quando se considera a não significância da interação ambientes (linear) x cultivares e misturas na análise de variância da estabilidade apresentada no Quadro 9. Deve salientar-se que a interação foi testada pela média dos erros das cultivares e misturas, o que não reflete o comportamento de tratamentos individuais, enquanto os valores de b dos tratamentos foram testados por seus erros específicos , onde apenas dois diferiram de 1,00. Esse resultado pode ser atribuído também às diferenças teóricas em que se baseiam os testes

QUADRO 10 - Produções médias de grãos, coeficientes de regressão linear (b) com seus respectivos erros(s(b)), variâncias dos desvios da regressão (s^2d) e coeficientes de determinação (R^2) das cultivares de feijão e de suas misturas, considerando os cinco ambientes simulados. Lavras,MG, 1982/83.

Cultivares e misturas	Prod. média de grãos			b ± s(b)	s^2d	R^2 (%)
	kg/ha		%	1/	2/	3/
Rico 23	1.424,5	a	101,9	1,29 ± 0,28	13.785,8	87,64**
Cuva 168-N	1.425,8	a	102,0	0,73 ± 0,23	9.561,4	76,57**
Moruna	1.442,0	a	103,2	0,84 ± 0,77	105.009,0**	28,58
23+168-N+Moruna	1.560,7	a	111,6	0,60 ± 0,14**	3.268,1	86,71**
Ricopardo 896	1.462,3	a	104,6	1,86 ± 0,40*	27.939,4	87,98**
Aroana	1.091,8	b	78,1	0,90 ± 0,24	10.513,6	82,03**
896 + Aroana	1.348,4	ab	96,4	0,90 ± 0,29	14.994,3	75,97**
Ricobaio 1014	1.327,0	ab	94,9	0,46 ± 0,51	46.235,4	21,38
Mulatinho Vagem Roxa	1.401,6	a	100,3	1,37 ± 0,20	7.059,3	94,01**
1014 + Vagem Roxa	1.493,8	a	106,9	1,03 ± 0,43	32.564,4	65,90*
Média	1.397,8		100,0	0,99	27.093,1	70,68
Intervalo de confiança $\bar{b}$ (5%)				0,61-1,39		

As médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

1/ : * e ** indicam valores significativamente diferentes da unidade, aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, através do teste t.

2/ : ** indica significância ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F.

3/ : * e ** indicam significâncias, segundo o teste t, aos níveis de 5% e 1% de probabilidade , respectivamente.

F e t, havendo enorme divergência entre as próprias margens de segurança dos dois testes.

Com relação aos desvios da regressão referidos no Quadro 10, verifica-se que apenas a cultivar Moruna apresentou variância dos desvios da linearidade altamente significativa. Para as demais cultivares e misturas não houve efeitos significativos para as suas respostas não lineares. Como era previsto, as cultivares com os maiores desvios da regressão mostraram os menores coeficientes de determinação.

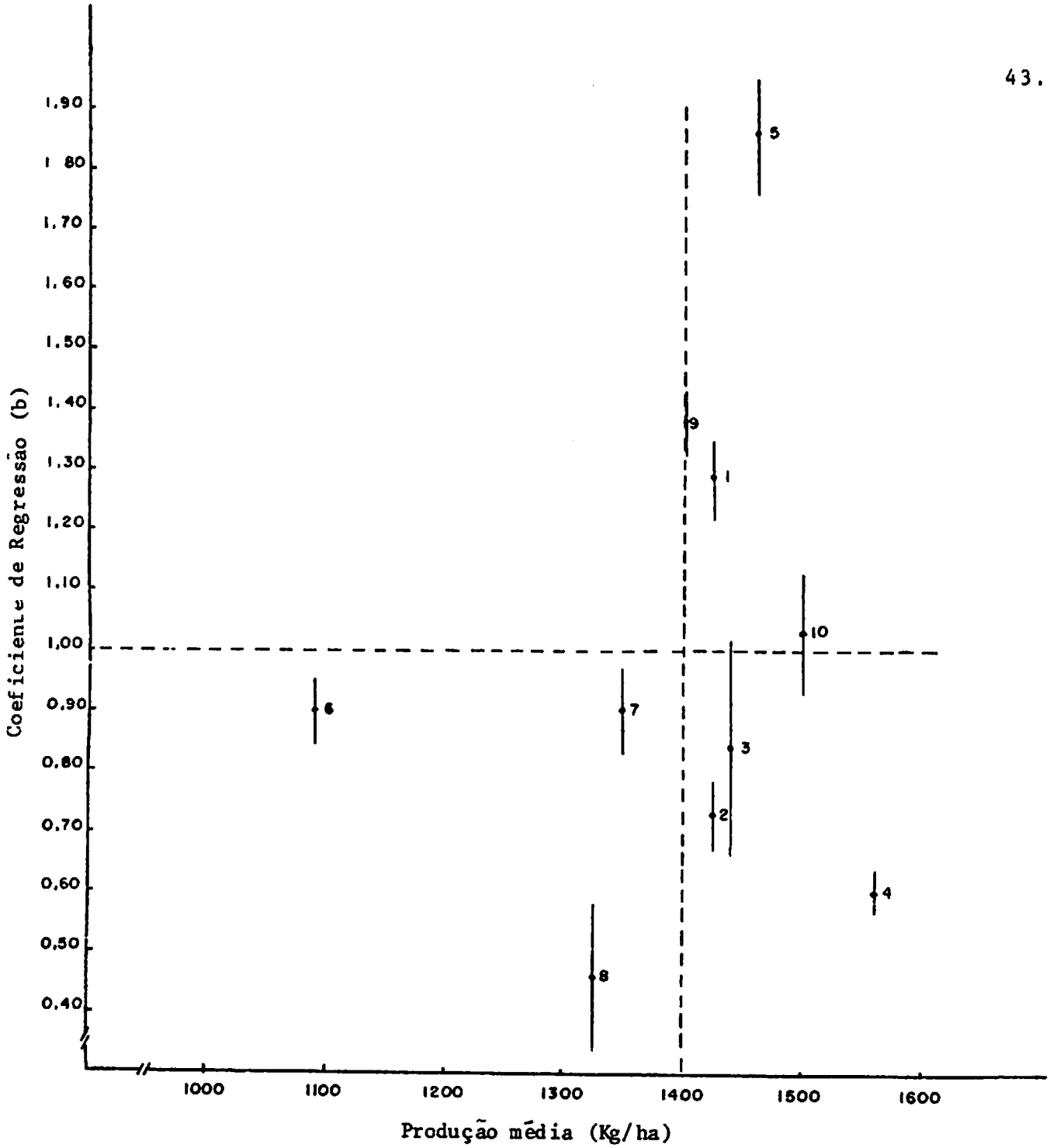
Observa-se ainda, no Quadro 10, que a cultivar Ricobaio 1014 não revelou respostas significativas para os efeitos lineares e, tampouco , para os desvios da linearidade. No entanto , pode compreender-se esse resultado, uma vez que o coeficiente de regressão dessa cultivar foi extremamente baixo, não permitindo que se detectasse resposta linear à melhoria do ambiente. Na realidade, sua variância dos desvios da regressão esteve muito próxima ao limite de significância de 5%.

De acordo com os dados obtidos, apenas as cultivares Ricopardo 896 e Moruna apresentaram respostas linear e não linear significativas, respectivamente. De maneira geral, pode afirmar-se que os diversos trabalhos de pesquisa que obtiveram as cultivares utilizadas nesse estudo, foram eficientes na seleção daquelas que apresentam respostas favoráveis e comportamentos previsíveis a níveis crescentes de fósforo no solo.

4.4. Discussão Geral

As Figuras de 1 a 4 ilustram os comportamentos diferenciais das cultivares estudadas e de suas misturas, nos cinco ambientes simulados.

Dentre as cultivares incluídas nesse estudo, a Ricopardo 896 apresentou o maior potencial produtivo, 4,6% mais do que a média geral, melhor adaptação sob condições de alto fósforo (b significativamente maior do que 1,0 pelo teste t a 5%), com respostas acentuadas aos aumentos dos níveis desse elemento. Deve, portanto, ser indicada para regiões que utilizam uma avançada tecnologia de produção. Pelo intervalo de confiança (Quadro 10), a cultivar Ricobaio 1014 forneceu coeficiente de regressão inferior ao valor de b médio, indicando baixa resposta à melhoria do ambiente, sendo adaptada a ambientes de baixo fósforo. Isto permite sua indicação para as condições menos favoráveis, onde se utilizam técnicas rudimentares de produção. Aliás, basta examinar o Quadro 7, para verificar uma tendência dessa cultivar em produzir relativamente bem nos ambientes de baixo fósforo e mal naqueles de alto fósforo, ao contrário da Ricopardo 896 que se situou entre as cultivares mais produtivas nos ambientes mais ricos em fósforo, tendo comportamento prejudicado quando submetida a ambientes desfavoráveis. A boa capacidade de produção da cultivar Ricopardo 896 e a sua resposta à melhoria do ambiente também foram observadas por PESSANHA et alii (53), em ambientes alterados artificialmente pela aplicação de diferentes níveis de adubação NPK.



Os números identificam as cultivares e misturas : 1= Rico 23; 2= Cuva 168-N ; 3= Moruna; 4= 23 + 168-N + Moruna; 5= Ricopardo 896; 6= Aroana; 7= 896 + Aroana; 8= Ricobaio 1014; 9= Mulatinho Vagem Roxa; 10= 1014 + Vagem Roxa.

$\{ = b \pm t_{0,05} \cdot s(b)$, onde $t_{0,05} = 2,353$ (GL = 3)

FIGURA 1 - Relação entre produções médias de grãos e coeficientes de regressão linear com seus respectivos intervalos de confiança das cultivares de feijão e de suas misturas, em 5 ambientes simulados. Lavras, MG, 1982/83.

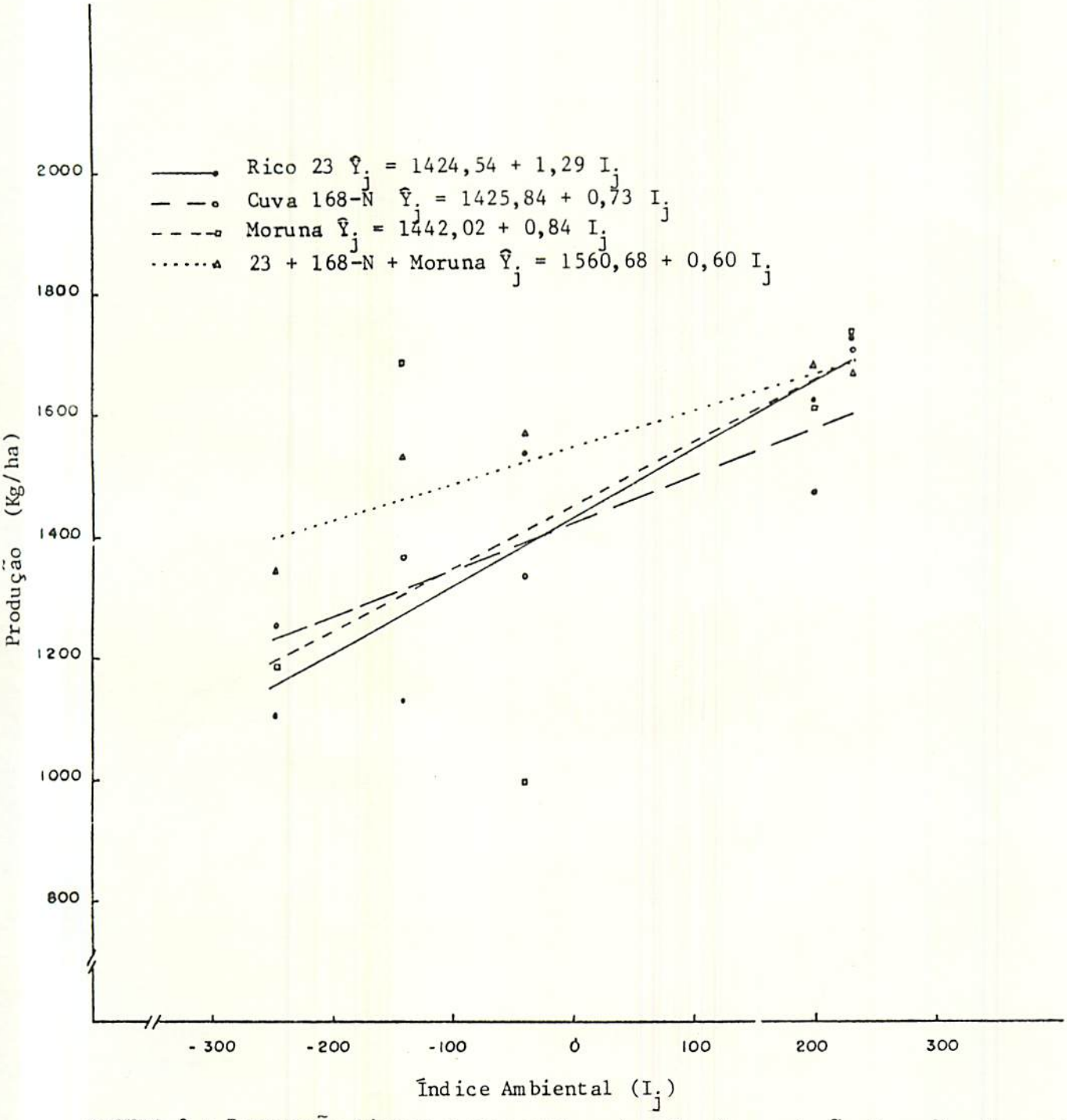


FIGURA 2 - Regressão linear e respectivos desvios da produção de grãos das cultivares Rico 23, Cuva 168-N e Moruna e de sua mistura, em 5 ambientes simulados. Lavras, MG, 1982/83.

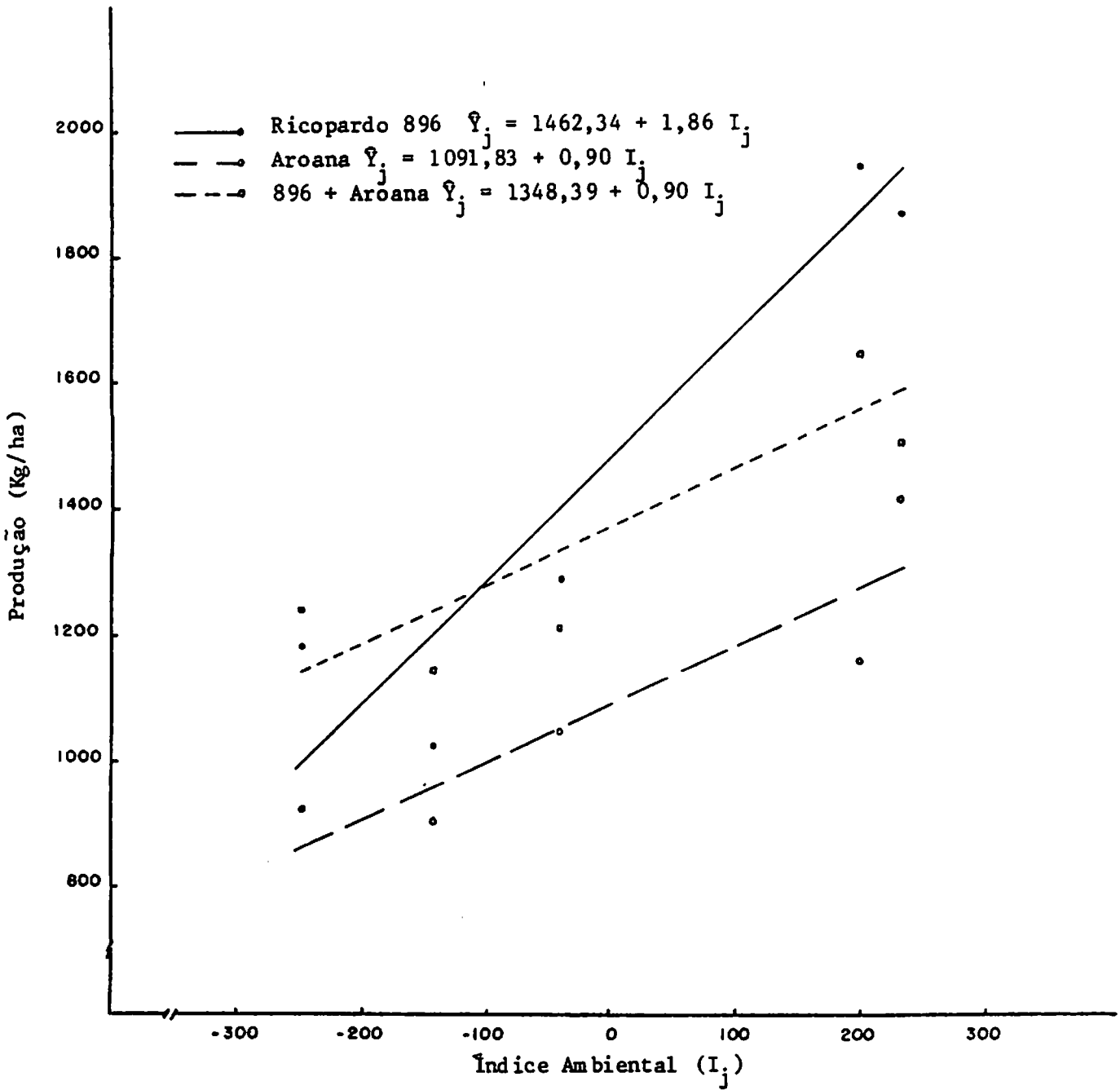


FIGURA 3 - Regressão linear e respectivos desvios da produção de grãos das cultivares Ricopardo 896 e Aroana e de sua mistura, em 5 ambientes simulados. Lavras, MG, 1982/83.

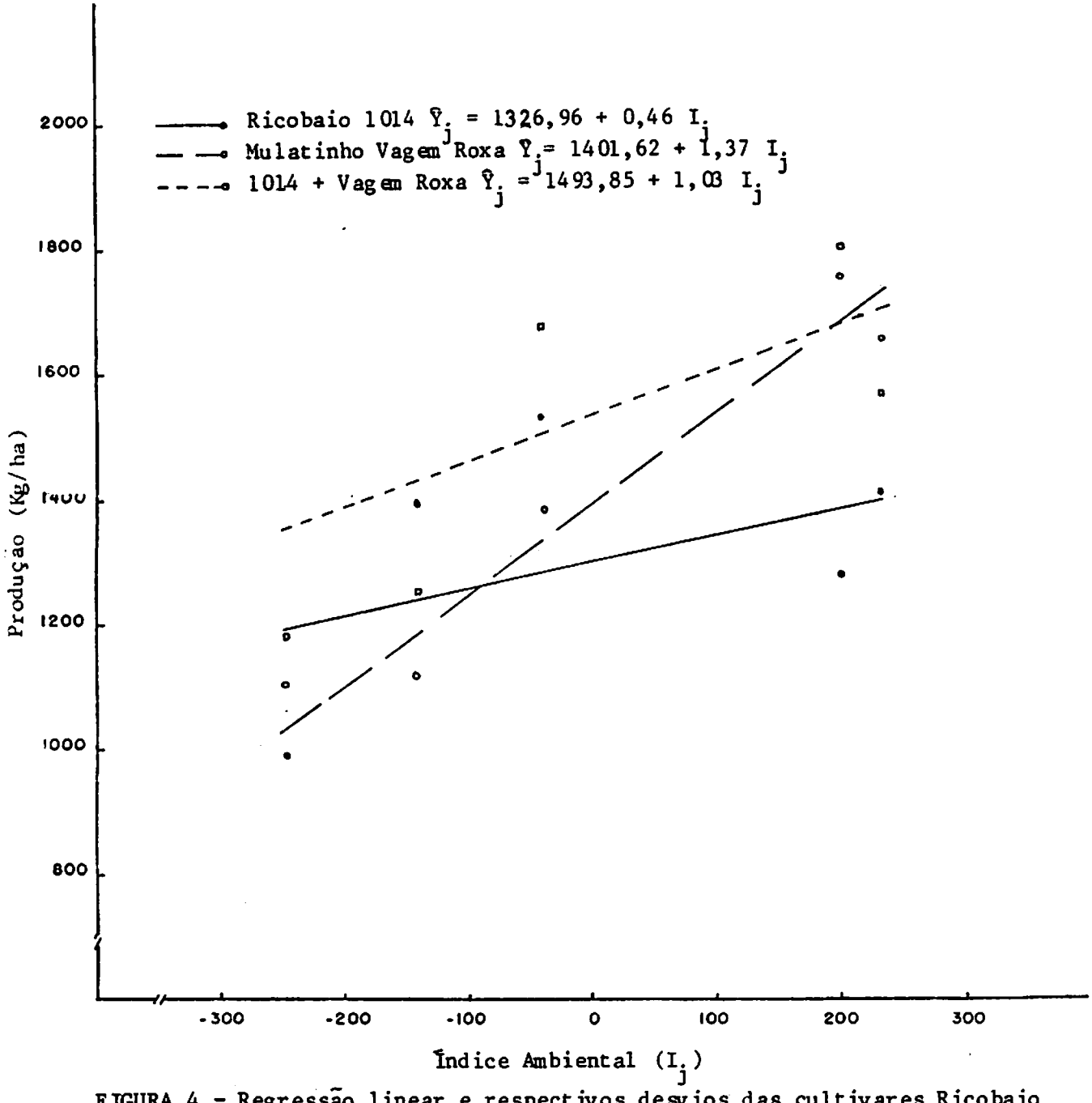


FIGURA 4 - Regressão linear e respectivos desvios das cultivares Ricobaio 1014 e Mulatinho Vagem Roxa e de sua mistura, para a produção de grãos, em 5 ambientes simulados. Lavras, MG, 1982/83.

As cultivares Rico 23 com b=1,29 e Mulatinho Vagem Roxa com b=1,37, mostraram tendência para responderem de maneira mais acentuada ao uso de adubos fosfatados e maior adaptação em níveis mais altos de fósforo. Por outro lado, a cultivar Cuva 168-N com b=0,73, possui menor capacidade de resposta às adubações fosfatadas, apresentando uma tendência de comportamento mais satisfatório em baixo nível de fósforo.

Coeficientes de regressão próximos da unidade foram obtidos para as cultivares Moruna e Aroana, indicando que elas respondem medianamente às aplicações crescentes de fósforo. Todavia, a cultivar Moruna, com um rendimento de 3,2% maior do que a média geral, mostrou-se a princípio bem adaptada a todos os ambientes, enquanto a cultivar Aroana adaptou-se mal a todos os ambientes, em função da sua baixa capacidade de produção, 21,9% inferior à média geral.

As misturas de feijões preto e mulatinho representaram os tratamentos mais produtivos, com um potencial de produção superior à média geral, em 11,6 e 6,9%, respectivamente. A mistura de feijões pardo produziu 3,6% menos que a média geral,denotando que tenha sido ligeiramente prejudicada pelo seu componente menos produtivo. A mistura 23 + 168-N + Moruna respondeu pouco às melhorias ambientais (b significativamente menor do que 1,0 pelo teste t a 1%), adaptando-se melhor aos ambientes mais pobres em fósforo. Esse comportamento é descrito também no Quadro 7, onde existe uma tendência dessa mistura em permanecer entre os tratamentos mais produtivos nos piores ambientes, fornecendo rendimentos inferiores a alguns tratamentos nos melhores ambientes. Observa-se,ainda,

que seu desempenho não sofreu maiores danos em condições desfavoráveis. Os coeficientes de regressão das outras misturas ficaram próximos da unidade, podendo ser consideradas adaptadas a todos os ambientes, com respostas progressivas a doses crescentes de fósforo.

Com relação aos resultados referentes à estabilidade, todas as cultivares, à exceção da Moruna, apresentaram variâncias dos desvios da regressão não significativas, indicando alta estabilidade de comportamento. A cultivar Moruna, por sua vez, mostrou um comportamento instável em face do estímulo ambiental. A resposta imprevisível dessa cultivar à melhoria das condições ambientais pode ser visualizada no Quadro 7. Dessa maneira, a sua recomendação deve ser feita com cautela, pois seu rendimento pode variar em ambientes de produtividade semelhante.

As variâncias dos desvios da linearidade (s^2d) (Quadro 10) não estão de acordo com os resultados encontrados para algumas das cultivares também estudadas por PESSANHA et alii (53), em ambientes simulados com níveis de adubação NPK. Entre elas, as cultivares Ricopardo 896 e Ricobaio 1014 foram consideradas como instáveis, por apresentarem valores de s^2d significativos. O comportamento da Ricopardo 896 foi explicado em virtude da sua grande sensibilidade à temperatura, sendo, portanto, muito influenciada pelo ambiente. Contudo, deve considerar-se que os valores de s^2d , para cada cultivar, são valores relativos, dependentes das demais cultivares que participaram dos ensaios. Assim , a avaliação da estabilidade fenotípica das cultivares deve ser discutida em termos comparativos, dentro do conjunto de cultiva-

res em estudo. De fato, PESSANHA et alii (53) observaram comportamentos diferentes para as cultivares Ricopardo 896 e Ricobaio 1014, quando ensaiadas juntamente com outras cultivares.

Com referência à estabilidade das misturas, todas elas apresentaram também um comportamento estável. Isso demonstra a capacidade das mesclas de mostrarem uma resposta altamente previsível ao estímulo ambiental.

A variância dos desvios da regressão da mistura de feijões preto foi menor do que os valores de s^2d de qualquer um dos seus componentes em cultivo exclusivo, indicando que não sofreu influência do seu componente instável. Esse resultado permite demonstrar que a mistura 23 + 168-N + Moruna apresentou um comportamento mais estável, em relação aos seus componentes em "stand" puro. A maior estabilidade de produção das misturas de cultivares em relação a uma cultivar apenas , tanto em feijão como em outras culturas autógamas, tem sido também demonstrada em vários outros trabalhos (2, 17, 23, 27, 32, 33, 58, 59, 62).

Visto que uma mistura de cultivares é composta por diferentes genótipos, cada um adaptado a uma amplitude diferente de ambientes, a maior estabilidade das misturas, quando comparadas com as cultivares, pode ser explicada através do fenômeno da homeostase. Segundo LERNER (40), a homeostasia pode ser definida como a capacidade de autoregulação ou tamponamento de uma população composta por vários genótipos, frente às condições variáveis do ambiente, conduzindo a uma maior estabilidade da população.

Os valores de s^2d das outras misturas (14.994,3 e 32.564,4) foram aproximadamente iguais aos das médias dos s^2d dos seus

respectivos componentes (19.226,5 e 26.647,3).

Indubitavelmente, uma das grandes vantagens apontadas para as populações heterogêneas é reduzir a incidência de doenças (1, 9, 19, 67, 72, 75). O presente estudo não permitiu avaliar essa vantagem atribuída às misturas, porque o ataque de enfermidades foi leve. Provavelmente, se esse ataque fosse mais severo, os resultados referentes à adaptação e estabilidade fenotípica das cultivares e misturas poderiam ser diferentes. Deste modo, faz-se necessário repetir os estudos aqui relatados em condições de maior ocorrência de moléstias.

Em determinadas regiões produtoras de feijão no Brasil, o lançamento por parte dos órgãos de pesquisa agropecuária de misturas de cultivares, possivelmente teria aceitação no meio rural, pois existem evidências de que elas já são utilizadas pelos agricultores (64,79).

Entretanto, a identificação das cultivares para constituir uma mescla varietal que proporcione certo equilíbrio entre seus componentes, é um problema ainda não solucionado. As características agronômicas e morfológicas e a constituição genotípica das cultivares, bem como as práticas culturais adotadas, influenciam acentuadamente o comportamento das misturas, como demonstram os diversos experimentos realizados sobre o mecanismo da competição intergenotípica em misturas de cultivares de feijão (13, 14, 15, 27, 52, 53).

Portanto, para que se possa manter uma proporção mais ou menos constante dos componentes na mistura, é necessário que se

proceda anualmente à reconstituição desses componentes. Nesse caso, seria recomendada aos agricultores a aquisição periódica de novas sementes. Uma vez lançadas no mercado, as misturas varietais trariam benefícios não somente aos agricultores, como também aos produtores de sementes.

Ao se formar uma mistura, os componentes devem possuir, entre outras, ao menos duas características em comum: ciclo vegetativo, para não alterar a colheita, e tipo de semente, ou seja, cor e brilho semelhantes. Porém, cada componente da mistura deve carregar diferentes genes para resistência às raças fisiológicas dos patógenos causadores de doenças. Se possível, devem misturar-se apenas cultivares que forneçam produções "transgressivas" positivas, conforme observado por CARDOSO e VIEIRA (14) no feijão e mesmo em outras culturas (8, 33, 58). Segundo TRENBATH (69), o termo "produção transgressiva positiva" pode ser usado quando a produção média da mistura for maior do que as produções médias de cada um dos seus componentes.

Outro aspecto que merece algumas considerações é o que se refere às proporções dos componentes nas misturas. Assim como nos demais ensaios com misturas de cultivares de feijão, elas foram formadas pelo mesmo número de sementes de cada componente. Seria essa a melhor maneira de compor as misturas ? O que aconteceria se os componentes entrassem na mistura em proporções diferentes? O equilíbrio desejado entre seus componentes poderia ser alcançado ?

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente estudo permitem concluir :

a) Níveis de adubação fosfatada podem ser considerados como ambientes diferentes no estudo da estabilidade fenotípica em cultivares de feijão.

b) Houve evidências de que as misturas de cultivares de feijão podem produzir mais do que a média dos seus componentes em cultivo exclusivo. Sob condições de baixo nível de fósforo,as misturas mostraram tendência para maior eficiência na absorção e/ou utilização do nutriente.

c) As misturas de feijões preto e mulatinho apresentaram os maiores potenciais de produção. Entre as cultivares,a Ricopardo 896 destacou-se como a mais produtiva.

d) A mistura 23 + 168-N + Moruna apresentou maior estabilidade de comportamento, em relação aos seus componentes em cultivo de "stand" puro.

e) A cultivar Moruna apresentou baixa estabilidade de comportamento, mostrando uma resposta imprevisível ao estímulo ambiental.

f) A cultivar Ricopardo 896 mostrou melhor adaptação a ambientes mais favoráveis, respondendo acentuadamente às aplicações de fertilizantes fosfatados.

g) A cultivar Ricobaio 1014 e a mistura 23 + 168-N + Moruna responderam pouco à melhoria do ambiente, adaptando-se melhor sob condições de baixo fósforo.

h) A produção de grãos relacionou-se de forma predominantemente linear frente às variações ambientais.

i) Existem diferenças entre as cultivares e misturas quanto às respostas linear e não linear com a variação das condições ambientais.

j) Os comportamentos linear e não linear das cultivares estudadas demonstraram que as diversas pesquisas que produziram tais cultivares, foram eficientes na identificação daqueles genótipos com ampla adaptação e com respostas favoráveis e previsíveis a tratamentos crescentes com fósforo.

k) O estudo da estabilidade fenotípica permite indicar, com precisão, as cultivares mais adaptadas a ambientes específicos, bem como aquelas com ampla adaptação a uma maior amplitude de condições ambientais.

6. RESUMO

Foram instalados e conduzidos no período das "águas" do ano agrícola 1982/83 em Lavras, MG, cinco experimentos com o objetivo principal de avaliar a adaptação e a estabilidade fenotípica para a produção de grãos das cultivares de feijão Rico 23 , Cuva 168-N , Moruna , Ricopardo 896 , Aroana , Ricobaio 1014 e Mulatinho Vagem Roxa , em relação aos ambientes alterados artificialmente pela aplicação de diferentes níveis de fósforo no solo. Incluíram-se ainda três misturas, em partes iguais, das cultivares pertencentes ao mesmo grupo comercial, com o intuito de compará-lhes o comportamento com o das cultivares .

Foram utilizados cinco níveis de adubação fosfatada : 0 ; 66,6; 200; 600 e 1800 kg de P_2O_5/ha, aplicados a lanço por ocasião do plantio, obtendo-se dessa forma cinco ambientes simulados , cada qual constituindo um ensaio. Para cada ambiente ou ensaio foi empregado o delineamento experimental em blocos casualizados, com 10 tratamentos e 3 repetições.

A estimativa da adaptabilidade e estabilidade fenotípica seguiu o método proposto por EBERHART e RUSSELL (22), considerando-se cada nível de adubação fosfatada como um ambiente diferente. O método de EBERHART e RUSSELL (22) baseia-se na análise de regressão linear simples, onde o índice ambiental, dado pela diferença entre a produção média de cada ambiente com a produção média de todos os ambientes, é considerado a variável independente, enquanto a produção de cada cultivar ou mistura em cada ambiente ou ensaio é a variável dependente da regressão. A produção média de cada ambiente foi descrita pela média da produção de todas as cultivares e misturas.

Os parâmetros considerados como medidas de adaptação e estabilidade fenotípica das cultivares e misturas foram respectivamente, os coeficientes de regressão linear (b) e seus respectivos desvios (s^2d), além das suas produções médias.

A análise de variância da estabilidade mostrou que as produções médias de grãos das cultivares e misturas responderam às variações ambientais de forma predominantemente linear.

Verificou-se que os níveis de adubação fosfatada influenciaram o comportamento das cultivares e misturas. As misturas de feijões preto e mulatinho apresentaram as mais altas produções, enquanto a Ricopardo 896 destacou-se como a cultivar com o maior potencial produtivo. A cultivar Ricobaio 1014 e a mistura 23 + 168-N + Moruna responderam pouco à melhoria do ambiente, produzindo melhor sob condições de baixo fósforo. A cultivar Ricopardo 896 mostrou maior adaptação a ambientes favoráveis, com respostas acentuadas às aplicações de fertilizantes fosfatados. A

cultivar Moruna apresentou comportamento imprevisível em relação ao estímulo ambiental.

Houve indicações de que as misturas de cultivares foram mais produtivas do que a média dos seus componentes em cultivo exclusivo. Constatou-se, também, que a mistura 23 + 168-N + Moruna apresentou maior estabilidade de comportamento do que os seus componentes em "stand" puro.

A inclusão do estudo da estabilidade fenotípica nos ensaios de competição de cultivares pode contribuir para que se possam fazer recomendações mais seguras das referidas cultivares.

7. SUMMARY

Five experiments were carried out at Lavras, MG, in order to estimate the phenotype stability and adaptation of grain yield of dry beans cultivars Rico 23, Cuva 168-N, Moruna, Ricopardo 896, Aroana, Ricobaio 1014 and Mulatinho Vagem Roxa, grown in five different environments simulated by 5 leves of phosphorus : 0; 66,6; 200; 600 e 1800 kg P_2O_5/ha. Three mixtures, in equal parts, of the cultivars belonging to the same commercial group were also included in the experiments. The design of each experiment was randomized block with 10 treatments and 3 replications.

Phenotype stability and adaptation were estimate according to EBERHART and RUSSELL (22) method which is based on simple linear regression where the environmental index (difference between mean yield of each environment and mean yield of all environments together) is the independent variable whereas yield of each cultivar or mixture in each environment is the dependent

variable.

The parameters used to estimate phenotype stability and adaptation were linear regression coefficient (b) and deviation from regression (s^2d).

Analyse of variance for stability indicated that mean grain yield of cultivars and mixtures responded, following a linear pattern, to different environments.

Mixtures of cultivars 23 + 168-N + Moruna and 1014 + Vagem Roxa gave the highest yield whereas cultivar Ricopardo 896 had the highest yield potential. Cultivar Ricobaio 1014 and the mixture 23 + 168-N + Moruna had a small response to increasing in P_2O_5 levels, giving higher yield with low level of P_2O_5. Cultivar Ricopardo 896 showed high adaptation to favorable environments, with a positive response to P_2O_5 levels. Cultivar Moruna showed instability in relation to the simulated environments.

There was a tendency for the mixtures of being more productive than the mean of its respective components. The mixture 23 + 168-N + Moruna gave higher stability than its components .

The study of phenotype stability can contribute for more reliable recommendation about the cultivars.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADAMS, M.W.; ELLINGBOE, A.H. e ROSSMAN, E.C. Biological uniformity and disease epidemics. Bioscience, Wisconsin, 21:1067-1070, 1971.

2. ALLARD, R.W. Relationship between genetic diversity an consistency of performance in different environments. Crop Science, Madison, 1:127-133, 1961.

3. _____. Princípios do melhoramento genético das plantas. São Paulo, Edgard Blücher, 1971. 381 p.

4. _____ e BRADSHAW, A.D. Implications of genotyps - environmental interactions in applied plant breeding. Crop Science, Madison, 4:503-508, 1964.

5. BHULLAR, G.S.; GILL, K.S. e KHEHRA, A.S. Stability analysis over various filial generations in bread wheat. Theor.Appl. Genet., Berlin, 51:41-44, 1977.

6. BILBRO, J.D. e RAY, L.L. Environmental stability and adaptation of several cotton cultivars. Crop Science, Madison, 16:821-824, 1976.

7. BONATO, E.R. Estabilidade fenotípica da produção de grãos de dez cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) nas condições do Rio Grande do Sul. Piracicaba, ESALQ/USP, 1978. 75p. (Tese M.S.).

8. BRIM, C.A. e SCHUTZ, W.M. Inter-genotypic competition in soybeans. II- Predicted and observed performance of multiline mixtures. Crop Science, Madison, 8:735-739, 1968.

9. BROWNING, J.A. e FREY, K.J. Multiline cultivars as a means of disease control. Annu. Rev. Phytopathology, Palo Alto, 7:355-382, 1969.

10. BUCIO ALANIS,L. Environmental and genotype - environmental components of variability. I. Inbred lines. Heredity, Edinburgh, 21:387-397, 1966.

11. CAMACHO, L.H. Estabilidad y adaptabilidad de lineas homocigotas de frijol *Phaseolus vulgaris* L. y su implicacion en la seleccion por rendimiento. Agronomia Tropical, Bogotá, 18:211-225, 1968.

12. CANDAL NETO, J.F. e VIEIRA, C. Comportamento de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no sul do Estado do Espírito Santo. Revista Ceres, Viçosa, 26:189-204, 1979.

13. CARDOSO, A.A. e VIEIRA, C. Progressos nos estudos sobre misturas varietais de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Ceres, Viçosa, 18(100):465-477, 1971.

14. CARDOSO, A.A. e VIEIRA, C. Comportamento de misturas de variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Fitotecnia Latinoamericana , São José, Costa Rica, 8(1):77-84, 1972.

15. _____ e _____. Comportamento de duas misturas de seis variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Ceres, Viçosa, 23(126):142-149, 1976.

16. CIAT (CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL). Programa de sistemas de producción de frijol. Cali, Colombia , 1975. 40p.

17. CLAY, R.E. e ALLARD, R.W. A comparison of the performance of homogeneous and heterogeneous barley populations . Crop Science, Madison, 8:407-412, 1969.

18. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS . Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 3ª. aproximação. Belo Horizonte, EPAMIG , 1978. 79p.

19. COMMITTEE ON GENETIC VULNERABILITY OF MAJOR CROPS. Genetic vulnerability of major crops. Washington, National Academy of Sciences, 1972. 307p.

20. COMSTOCK, R.E. e MOLL, R.H. Genotype - environment interactions. In: Statistical genetics and plant breeding. Washington, National Academic of Sciences, 1963. p.164-196.

21. EASTON, H.S. e CLEMENTS, R.J. The interacion of wheat genotypes with a specific factor of the environment. Journal Agric. Science, London, 80:43-52, 1973.

22. EBERHART, S.A. e RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science, Madison, 6:36-40,1966.

23. ERSKINE, W. Adaptation and competition in mixtures of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Euphytica, Wageningen, 26:193-202, 1977.

24. FINLAY, K.W. e WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. Aust. J. Agric. Res., Victoria, 14:742-754, 1963.

25. FRANÇA-DANTAS, M.S. Contribuição para o aproveitamento de populações regionais em programa de melhoramento genético do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Piracicaba, ESALQ/USP, 1976. 72p. (Tese M.S.).

26. FREY, K.J. e MALDONADO, U. Relative productivity of homogeneous and heterogeneous oat cultivars in optimum and sub-optimum environments. Crop Science, Madison, 7:532-535, 1967.

27. GUAZZELLI, R.J. Competição intergenotípica em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): estimação da capacidade competitiva. Piracicaba, ESALQ/USP, 1975. 62p. (Tese M.S.).

28. HAMBLIM, J. Effect of environment, seed size and competitive ability on yield and survival of *Phaseolus vulgaris* L. genotypes in mixtures. Euphytica, Wageningen, 24:435-445, 1975.

29. _____. Plant breeding interpretations of the effects of bulk breeding in four populations of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Euphytica, Wageningen, 26:157-168, 1977.

30. HICKS, C.R. Fundamental concepts in the design of experiments. 2 ed. New York, Rinehart and Winston, Holt, 1973.

31. HORNER, T.W. e FREY, K.J. Methods for determining natural areas for oat varietal recomendations. Agronomy Journal, Madison, 49:313-315, 1957.

32. JENSEN, N.F. Intra-varietal diversification in oat breeding. Agronomy Journal, Madison, 44:30-34, 1952.

33. _____. Multiline superiority in cereals. Crop Science , Madison, 5:566-568, 1965.

34. JOWETT, D. Yield stability parameters for sorghum in East Africa. Crop Science, Madison, 12:314-317, 1972.

35. JUNQUEIRA NETO, A.; SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA, C.S. e REZENDE, P.M. de. Análise de adaptabilidade e estabilidade de dezesseis cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em seis municípios do sul de Minas Gerais. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1ª., Goiânia, 1982. Anais. Goiânia, EMBRAPA-CNPAF, 1982. p.47-48.

36. KARWASRA, R.R.; YADAV, H.R. e PARODA, R.S. Prediction of phenotypic performance through genotype-environment interaction studies in yellow sweet clover (*Melilotus parviflora* Desf.). Euphytica, Wageningen, 24:261-267, 1975.

37. KNIGHT, R. The measurement and interpretation of genotype environment interactions. Euphytica, Wageningen, 19:225-235, 1970.

38. LAING, D.R. Adaptability and stability of performance in common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Cali, Colombia , CIAT, 1978. 19p. (Mimeografado).

39. LAUDE, H.H. e SWANSON, A.F. Natural selection in varietal mixtures of winter wheat. Jour. Amer. Soc. Agron., Wisconsin, 34:270-274, 1942.

40. LERNER, I.M. Genetic homeostasis. London, Oliver and Boyd, 1954. 134p.

41. LIANG, G.H.; HEYNE, E.G. e WALTER, T.L. Estimatives of variety x environmental interactions in yield tests of three small grains and their significance on the breeding programs. Crop Science, Madison, 6:135-139, 1966.

42. LUTHRA, O.P. e SING, R.K. A comparison of different stability models in wheat. Theor. Appl. Genetics, Berlin, 45 : 145-149, 1974.

43. MARIOTTI, J.A.; OYARZABAL, E.S.; OSA, J.M.; BULACIO, A.N.R. e ALMADA, H. Analises de estabilidad y adaptabilidad de genotipos de caña de azucar. I. Interaciones dentro de una localidad experimental. Rev. Agron. N.O. Argent., San Miguel de Tucuman, XIII(1-4):105-127, 1976.

44. MARSHALL, D.R. e BROWN, A.H.D. Stability of performance of mixtures and multilines. Euphytica, Wageningen, 22:405-412, 1973.

45. MENOSSO, O.G. e HERNANDEZ-BRAVO, G. Estudio sobre relaciones de competencia en cuatro tipos de plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Cali, Colombia, CIAT, 1975. 13p. (Mimeografado).

46. MIRANDA, C.S. Competencia entre três variedades de frijol. Agrociência, Chapingo, 4:123-131, 1969.

47. MONTEIRO, M.S.R. Comportamento heterótico e estabilidade fenotípica em híbridos de beringela (*Solanum melongena* L.). Piracicaba, ESALQ/USP, 1975. 81p. (Tese M.S.).

48. MONTERO R., R.A. Adaptabilidade e estabilidade de comportamento de doze cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na Zona da Mata, Minas Gerais. Viçosa, U.F.V., 1978. 54p. (Tese M.S.).

49. _____; VIEIRA, C.; SILVA, C.C. da; TUPINAMBÁ, E.A. e CARDOSO, A.A. Comportamento de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na Zona da Mata de Minas Gerais. Revista Ceres, Viçosa, 26:495-512, 1979.

50. MOURA, P.A.M. Aspectos econômicos da cultura do feijão . Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 8(90):3-6, 1982.

51. OLIVEIRA, A.C. Comparação de alguns métodos de determinação da estabilidade em plantas cultivadas. Brasília, Un. B., 1976. 64p. (Tese M.S.).

52. PESSANHA, G.G. Estudos sobre misturas de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Viçosa, U.F.V., 1980. 96 p. (Tese D.S.).

53. _____; VIEIRA, C.; SILVA, C.C. da; CARDOSO, A.A.; SILVA , J.C. e SEDIYAMA, C.S. Adaptabilidade e estabilidade de comportamento de variedades e misturas de variedades de feijão na Zona da Mata de Minas Gerais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 16(5):683-691, 1981.

54. PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. 7 ed. Piracicaba, Livraria Nobel S.A., 1977. 430 p.

55. PIRES, C.E.L.S. Estabilidade fenotípica de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) nos Estados de Pernambuco e Rio Grande do Norte. Piracicaba, ESALQ/USP, 1981. 72p. (Tese M.S.).

56. PLAISTED, R.L. e PETERSON, L.C. A technique for avaluating the ability of selections to yield consistently in different locations or seasons. American Potato Journal, Maine, 36:381-385, 1959.

57. POMPEU, A.S. e IGUE, T. Comportamento de linhagens de feijoeiro à níveis diferentes de adubação. Bragantia, Campinas, 27:LXXI-LXXV (nota nº 18), 1968.

58. PROBST, A.H. Performance of variety blends in soybeans . Agronomy Journal, Madison, 49:148-150, 1957.

59. RASMUSSON, D.C. Yield and stability of yield of barley populations. Crop Science, Madison, 8:600-602, 1968.

60. SANTOS, J.B. dos. Estabilidade fenotípica de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) nas condições do Sul de Minas Gerais. Piracicaba, ESALQ/USP, 1980. 110p. (Tese M.S.).

61. SANTOS, J.B.; VELLO, N.A. e RAMALHO, M.A.P. Stability of grain yield and of its basic components in beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Rev. Brasil. Genet., 4:761-772, 1982 .

62. SCHUTZ, W.M. e BRIM, C.A. Inter-genotypic competition in soybeans. III. An evaluation of stability in multiline mixtures. Crop Science, Madison, 11:684-689, 1971.

63. SCHUTZ, W.M.; BRIM, C.A. e USANIS, S.A. Inter-genotypic competition in plant populations. I. Feedback systems with stable equilibria in populations of autogamous homozygous lines. Crop Science, Madison, 8:61-66, 1968.

64. SILVA, C.C. da. Situação e problemas da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em quatro municípios da microrregião homogênea 192 (Zona da Mata, Minas Gerais). Viçosa, U.F.V., 1982. 76p. (Tese M.S.).

65. SILVA, H.T. da. Caracterização morfológica, agronômica e fenológica de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) comumente plantadas em diversas regiões do Brasil. Goiânia, EMBRAPA/CNPAF, 1981. 51p. (Circular Técnica nº 15).

66. STEEL, R.G.D. e TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistics. New York, Mc Graw Hill Book Company, INC, 1960. 481p.

67. SUNESON, C.A. Genetic diversity. A protection against plant diseases and insects. Agronomy Journal, Madison, 52:319-321, 1960.

68. TAI, G.C.C. Genotypic stability analysis and its application to potato regional trials. Crop Science, Madison, 11:184-190, 1971.

69. TRENBATH, B.R. Biomass productivity of mixtures. Advan. Agron., New York, 26:177-210, 1974.

70. TUCKER, C.I. e WEBSTER, B.D. Relation of seed yield and fitness in *Phaseolus lunatus* L. Crop Science, Madison, 10:314-315, 1970.

71. TUPINAMBÁ, E.A. Análise da adaptação de doze cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a nove municípios da Zona da Mata, Minas Gerais. Viçosa, UFV, 1976. 34 p. (Tese M.S.).

72. VAN DER PLANK, J.E. Disease resistance in plants. New York, Academic Press, 1968. 206p.

73. VIEIRA, C. O feijoeiro comum. Cultura, doenças e melhoramento. Viçosa, UREMG, Imprensa Universitária, 1967 . 220p.

74. _____. Efeitos da densidade de plantio sobre a cultura do feijoeiro. Revista Ceres, Viçosa, 15:44-53, 1968.

75. _____. Resistência horizontal às doenças e diversidade genética no melhoramento do feijoeiro no Brasil. Revista Ceres, Viçosa, 19:261-279, 1972.

76. _____. Estudos sobre variedades de feijão em Minas Gerais. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 4(46):25-30, 1978.

77. _____; AIDAR, H. e VIEIRA, R.F. Populações de plantas de milho e feijão, no sistema de cultura consorciada, utilizadas na Zona da Mata de Minas Gerais. Revista Ceres , Viçosa, 22:286-290, 1975.

78. _____ e WILKINSON, R.E. The importance of field resistance and genetical diversity in bean breeding programs in South-Central Brazil. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative, Michigan-USA, 15:94-97, 1972.

79. WALDER, U.L.M.S.; VIEIRA, C.; SILVA, C.M. da e DUARTE, A.O . de. Algumas informações sobre as sementes de feijão utilizadas na Zona da Mata de Minas Gerais. Revista Ceres , Viçosa, 24:94-99, 1977.

80. YATES, F. e COCHRAN, M.G. The analysis of group of experiments. Journal Agric. Science, London, 28:556-580, 1938.