

MECANISMO DA COMPETIÇÃO INTERGENOTÍPICA EM MISTURAS DE CULTIVARES DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.)^{1/}

Gilberto Gastim Pessanha^{2/}
Clibas Vieira^{3/}

1. INTRODUÇÃO

O plantio de misturas de cultivares de feijão é prática adotada na Zona da Mata de Minas Gerais (31), colaborando para a manutenção da diversidade genética. Diversos autores, tais como JENSEN (15), SUNESON (26), VAN DER PLANK (28), BROWNING e FREY (5) e ADAMS *et alii* (1) têm chamado a atenção sobre o perigo da uniformidade genética, pois o plantio de uma ou poucas linhas puras, numa área agrícola, pode facilitar o ataque epidêmico de algum patógeno.

Uma das alternativas para evitar a uniformidade genética é o uso de misturas de cultivares. Por isso, no caso da cultura do feijão, SHANDS *et alii* (22), VIEIRA (29) e VIEIRA e WILKINSON (30) pedem cautela no uso de linhas puras e maior atenção para as multilinhas e misturas de cultivares.

Embora já utilizadas pelos pequenos produtores de feijão da Zona da Mata, as mesclas varietais constituem um método pouco estudado. Há, no Brasil, as investigações feitas por CARDOSO e VIEIRA (6, 7, 8) e por PESSANHA *et alii* (20), as quais, basicamente, mostram que as misturas, depois de plantios sucessivos, voltam pouco a pouco à condição de um só cultivar — o dominante —, porém fatores como época de plantio, população de feijoeiros e nível de adubação podem influenciar o processo da competição entre os componentes da mescla, modificando-lhe o comportamento.

^{1/} Recebido para publicação em 06-05-1980.

^{2/} Departamento de Fitotecnia, UFRRJ, Seropédica, 26.800 Itaguaí, RJ.

^{3/} Departamento de Fitotecnia, U.F.V., 36.570 Viçosa, MG.

Neste trabalho, apresenta-se uma contribuição ao estudo do assunto. Procurou-se determinar, em duas misturas de cultivares de feijão, como se verifica a competição intergenotípica, ou seja, quais são os mecanismos que regulam esse processo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo, realizado em Viçosa, Minas Gerais, compreendeu os seguintes tratamentos: cinco cultivares de feijão — Preto 40, 37-R, Rico 23, Manteigão Fosco 11 e Small White 59 — e duas misturas desses cultivares. Esses cultivares e as duas misturas já haviam sido utilizados por CARDOSO e VIEIRA (7), em estudo semelhante. As misturas foram constituídas pelos seguintes componentes: Preto 40+37R, numa delas, e Manteigão Fosco 11 + Rico 23 + Small White 59, noutra. Algumas das características dos componentes das mesclas aparecem no Quadro 1.

Basicamente, o experimento consistiu em coletas sucessivas das plantas, a intervalos de dez dias após a emergência, durante o ciclo da cultura. Ao todo, foram feitas 6 coletas, mais a colheita final das sementes.

O delineamento experimental usado foi o de blocos casualizados, com três repetições e parcelas subdivididas. As parcelas eram constituídas pelos cultivares de feijão ou pelas misturas. Cada parcela era formada de oito subparcelas, que correspondiam às datas de coleta de material.

A subparcela era constituída de 3 ou 4 fileiras de três metros de comprimento, duas fileiras atuando como bordadura, para os cultivares e para as misturas, respectivamente. O espaçamento entre as fileiras foi de 0,50 m, com uma densidade de plantio de 12-15 sementes por metro linear de sulco. A área útil da subparcela foi de 1,30 m² para os cultivares e de 2,60 m² para as misturas.

Essas misturas foram semeadas, utilizando-se igual número de sementes de cada componente. Ao colocá-las nos sulcos, teve-se o cuidado de manter, em cada repetição, uma seqüência constante dos cultivares. Assim, numa das repetições, a seqüência foi a seguinte 11-23-59-11-23-59-11 ... Na outra repetição, a ordem foi, por exemplo, 59-23-11-59-23-11-59 ...

A adubação do experimento foi feita na base de 20 kg/ha de N, na forma de sulfato de amônio, e 60 kg/ha de P₂O₅, na forma de superfosfato simples. O adubo foi aplicado nos sulcos de plantio, sendo bem misturado com a terra, antes da colocação das sementes. A preparação do solo e os tratos culturais foram os normais para a cultura do feijão.

Por ocasião da coleta de material, desprezavam-se os 20 cm de cada extremidade das fileiras das subparcelas. Em cada coleta, foram tomadas dez plantas de cada cultivar de feijão plantado em «stand» puro e em mistura, de cada subparcela do ensaio. Na escolha dessas dez plantas, evitavam-se aquelas em cujas covas vizinhas encontravam-se falhas. Em cada colheita, as dez plantas eram arrancadas e depois levadas à estufa com ventilação forçada, à temperatura de 60-70° C, onde ficavam até que mostrassem peso constante.

Na colheita final de produção, utilizaram-se duas subparcelas de cada cultivar ou mistura de cultivares por repetição, sendo colhidas todas as plantas da área útil das subparcelas, menos aquelas em cujas covas vizinhas verificavam-se falhas. Esse último cuidado fez com que as áreas colhidas das diversas subparcelas fossem ligeiramente diferentes.

Foi anotado o seguinte:

- a. Altura de plantas, em cm

QUADRO 1 - Procedência e algumas características dos cultivares de feijão usados nas misturas

Cultivares	Procedência	Cor das sementes	Peso de 100 sementes (g)	Ciclo vegetativo (dias)	Tipos de hábito de crescimento (*)
Preto 40	Ervália - MG	Preto	27-30	65-75	I
37-R	Costa Rica	Vermelho	19-21	84-96	III
M. Fosco 11	U.F.V.	"Mulatinho"	34-45	80-95	I
Rico 23	Costa Rica	Preto	16-20	82-96	II
S. White 59	Univ. Califórnia	Branco	11-14	87-97	III

(*) I - Crescimento determinado;

II - Crescimento indeterminado com hastes curtas;

III - Crescimento indeterminado com hastes longas.

- b. Número de folhas por planta
- c. Peso da matéria seca foliar por planta, em g
- d. Peso total da matéria seca por planta, em g
- e. Área foliar por planta, em dm^2
- f. Índice de área foliar
- g. Número de vagens por área de $2,60 \text{ m}^2$
- h. Número de vagens por planta
- i. Número de sementes por área de $2,60 \text{ m}^2$
- j. Número de sementes por vagem
- k. Peso de 100 sementes, em g
- l. Peso total da matéria seca por área de $2,60 \text{ m}^2$
- m. Produção de grãos por planta, em g
- n. Produção de grãos, em kg/ha
- o. Índice de colheita, em %
- p. Número de plantas por área de $2,60 \text{ m}^2$

Observações sobre a incidência de doenças foram feitas em todos os cultivares e misturas, quando as vagens estavam bem formadas.

A altura foi obtida pela média de dez plantas, considerando-se a distância da parte inferior da haste principal, junto às raízes, até a sua extremidade superior final.

Na obtenção da área foliar foi utilizado o método de discos de folhas, de área conhecida, com o uso de punção. Por meio do peso dos discos secos e da matéria seca foliar, foi estimada a área foliar por planta. Os valores do índice de área foliar foram obtidos pela divisão dos valores de área foliar por planta pela área que cada planta ocupava, teoricamente, nas subparcelas, ou seja, $3,75 \text{ dm}^2$.

Os dados referentes aos caracteres reprodutivos de cada componente das misturas foram transformados em unidades por área de $2,60 \text{ m}^2$. Para tanto, consideravam-se a área colhida de cada subparcela e a proporção com que o componente entrava na mistura. Por exemplo, no caso da mistura 40 + 37-R, considerou-se que a área colhida das subparcelas era ocupada em partes iguais pelos dois componentes, ou seja, cada um de seus caracteres reprodutivos (número de sementes, número de vagens, peso das sementes) provinha de uma área que, para fins de uniformização, foi considerada como sendo de $2,60 \text{ m}^2$. Convém lembrar, de acordo com o que foi anteriormente explicado, que as áreas colhidas nas subparcelas eram algo diferentes, e daí a necessidade da uniformização.

Igual procedimento foi feito com relação aos dados de produção de matéria seca total e do «stand» final do ensaio, que foram uniformizados para uma área de $2,60 \text{ m}^2$.

Os índices de colheita foram calculados por intermédio da seguinte fórmula:

$$\text{I.C.} = \frac{\text{peso de sementes}}{\text{peso de sementes} + \text{peso de palhada}} \times 100$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos encontram-se nos Quadros 2 a 7. No Quadro 8 estão anotadas as doenças que apareceram no experimento, bem como a sua intensidade nos cultivares e misturas.

Com relação à mistura 40 + 37-R, o cultivar 37-R foi nitidamente o competidor mais forte, pois, quando cultivado em «stand» puro, apresentou, em comparação

QUADRO 2 - Número de folhas/planta dos cultivares, em mistura e em "stand" puro, e das misturas de cultivares

Cultivares e misturas		Dias após a emergência					
		10	20	30	40	50	60
Preto 40	sozinho	2,3	4,1	5,5	7,0	4,5	-
	mistura	2,6	4,4	4,9	7,1	5,1	-
37-R	sozinho	3,0	4,8	5,8	8,4	7,1	4,3
	mistura	3,0	5,0	6,8	9,4	8,7	7,7
40 + 37-R		2,8	4,7	5,9	8,3	6,9	3,9
M. Fosco 11	sozinho	2,6	3,9	5,3	7,1	7,1	5,7
	mistura	2,5	4,6	6,2	6,5	6,6	5,4
Rico 23	sozinho	2,5	3,9	5,3	10,7	9,8	9,4
	mistura	2,6	4,0	6,0	10,1	10,4	10,2
S. White 59	sozinho	3,2	5,7	9,1	11,7	12,2	12,6
	mistura	2,7	5,5	8,6	12,4	13,7	8,8
11 + 23 + 59		2,6	4,7	6,9	9,7	10,2	8,1

ao plantio em mistura, menores médias em todas as características estudadas. Possivelmente, a menor altura foi pelo menos um dos caracteres que deram ao Preto 40 menor capacidade de competição. Segundo HAMBLIM e DONALD (11) e DONALD (9), plantas mais altas e com folhas mais compridas ganham vantagem sobre as vizinhas no uso de luz e, secundariamente, no uso de nutrientes e de água. JENNINGS e AQUINO (12) notaram, em mesclas de genótipos de arroz, que a luz é o principal fator da competição.

O hábito de crescimento também deve ter influenciado a competição intergenotípica, porquanto o 37-R, além de ser mais alto, apresenta-se mais ramificado e com tendência semitrepadora (hábito de crescimento III), enquanto o Preto 40 é de crescimento determinado, o que vale dizer que é pouco ramificado e tem porte ereto, e é precoce. Em soja, MUMAW e WEBER (19) também verificaram que tipos ramificados produziram mais que os não ramificados, em mistura. MENOSSO e HERNÁNDEZ (18), por outro lado, não observaram nenhuma vantagem competitiva de genótipos mais altos sobre os mais baixos, em mistura binária de feijão.

JENNINGS e AQUINO (12) observaram, em misturas de genótipos de arroz, que as características que aumentam o tamanho e o vigor vegetativo, nos estádios iniciais de crescimento, são capazes de conferir capacidade competitiva. Examinando os Quadros 2 a 7, verifica-se que, pelo peso da matéria seca foliar e da matéria seca total, já aos 20 dias o Preto 40 começou a sofrer os efeitos da competição; aos 30 dias, observou-se o mesmo em relação à área foliar e ao índice de área foliar. Portanto, na mistura 40 + 37-R a competição começou cedo, antes da floração, mediante o ganho de vigor vegetativo, expresso pela matéria seca (Qua-

QUADRO 3 - Altura de planta (cm) dos cultivares, em mistura e em "stand" puro, e das misturas de cultivares

Cultivares e misturas		Dias após a emergência					
		10	20	30	40	50	60
Preto 40	sozinho	11,2	19,0	30,6	32,5	31,5	33,2
	mistura	11,6	18,1	31,3	33,5	29,6	28,0
37-R	sozinho	12,7	22,4	40,1	63,9	52,7	43,3
	mistura	13,0	24,3	46,6	70,2	67,8	48,5
40 + 37-R		12,3	21,2	39,0	51,9	48,7	38,3
M. Fosco 11	sozinho	11,6	20,2	36,0	34,6	34,0	32,3
	mistura	11,8	20,2	30,9	33,7	32,6	33,3
Rico 23	sozinho	10,0	13,5	17,6	30,3	30,3	30,7
	mistura	11,0	14,5	20,9	34,0	32,6	33,8
S. White 59	sozinho	10,4	15,8	38,8	52,7	51,8	61,0
	mistura	10,9	14,6	44,5	58,3	62,7	45,0
11+23+59		11,2	16,4	32,1	42,0	42,6	37,4

dros 4 e 5).

O Preto 40 começou a perder folhas aos 50 dias depois da emergência, sendo colhido 15 dias antes do 37-R. Essa precocidade pode também ter dado alguma vantagem ao componente dominante, pois este, durante a fase de enchimento das vagens, pôde contar com maior «espaço» por planta. SCHUTZ e BRIM (23) também observaram, em misturas de cultivares de soja, a melhor capacidade competidora do cultivar tardio.

É interessante assinalar que o componente menos competitivo mostrou-se menos atacado por enfermidades (Quadro 8). É possível que, devido à sua precocidade, tenha escapado de algumas doenças. Por outro lado, a mancha-angular apareceu no 37-R mais no fim do ciclo da cultura. Assim, torna-se difícil analisar o papel das enfermidades no comportamento dos componentes da mistura.

Na outra mescla, o Rico 23 foi dominante e, julgando-se pela altura da planta (Quadro 3), peso da matéria seca foliar (Quadro 4) e área foliar (Quadro 6), esse cultivar começou a ser beneficiado na mistura aos 20 dias após a emergência, o que confirma os resultados da outra mistura, quanto à época em que os efeitos da competição tornam-se evidentes.

Quanto aos cultivares dominados, observa-se, nos Quadros 2 a 7, que, até aos 30 dias após a emergência, o Manteigão Fosco 11 estava sendo beneficiado pela mescla, mas, a partir do 40º dia, passou a ser prejudicado. O inverso ocorreu aproximadamente com o Small White 59. Parece que a maior altura das plantas e a maior área foliar que o Manteigão Fosco 11 apresentou inicialmente deram-lhe vantagem na competição; mais tarde a situação inverteu-se, beneficiando o Small

QUADRO 4 - Peso da matéria seca foliar/planta (g) dos cultivares, em mistura e em "stand" puro, e das misturas de cultivares

Cultivares e misturas		Dias após a emergência					
		10	20	30	40	50	60
Preto 40	sozinho	0,50	1,19	1,93	1,92	1,01	-
	mistura	0,59	1,13	1,69	1,79	1,11	-
37-R	sozinho	0,49	1,22	1,94	2,30	1,63	1,12
	mistura	0,54	1,64	2,61	2,72	2,28	1,13
40+37-R		0,57	1,39	2,15	2,26	1,70	0,57
M. Fosco 11	sozinho	0,60	1,44	2,95	2,99	3,18	1,84
	mistura	0,73	2,39	3,64	2,94	3,15	1,84
Rico 23	sozinho	0,48	1,30	2,67	3,48	3,11	2,02
	mistura	0,50	1,36	2,93	3,86	3,26	2,37
S. White 59	sozinho	0,37	1,11	2,41	2,02	2,06	1,79
	mistura	0,39	1,09	2,35	2,44	1,75	1,18
11+23+59		0,54	1,61	2,97	3,08	2,72	1,80

White 59. Ambos os cultivares, no estágio de enchimento das vagens, foram severamente atingidos por doenças foliares (Quadro 8), o que não ajuda a explicar a diferença de comportamento que apresentaram.

Observou-se também que o Small White 59, quando em mistura, começou a perder folhas mais precocemente, na maturação, embora levasse o mesmo tempo que o cultivo em «stand» puro para completar o ciclo. A parte superior das hastes desse cultivar apresentava poucas folhas, que se concentravam na parte mais baixa, onde sofriam forte sombreamento dos outros cultivares, principalmente do Rico 23, fato que talvez explique o desfolhamento precoce na mistura.

Parece que o fator mais influente para a dominância do Rico 23 foi a área foliar (Quadro 6), pois esse feijão não se mostrou nem mais alto, nem com maior número de folhas que os demais componentes da mistura. Quanto ao peso da matéria seca total, o Rico 23 também foi superado pelo Manteigão Fosco 11, mas não pelo Small White 59. Também se mostrou algo mais resistente às enfermidades (Quadro 8). Esses resultados concordam em parte com os obtidos, em misturas de genótipos de arroz, por JENNINGS e JESUS (14) e JENNINGS e HERRERA (13).

Os resultados obtidos na colheita encontram-se nos Quadros 9 a 12. Os dois primeiros mostram novamente, e de maneira clara, que os cultivares 37-R e Rico 23 foram os componentes dominantes nas respectivas misturas. Essa dominância traduziu-se, sobretudo, através do número de sementes por área e do peso da matéria seca total por área. O Manteigão Fosco 11, em sua mescla, ficou em posição intermediária quanto à dominância.

Alguns autores têm verificado que as misturas de cultivares trazem algum au-

QUADRO 5 - Peso da matéria seca total da planta (g) dos cultivares, em mistura e em "stand" puro, e das misturas de cultivares

Cultivares e misturas		Dias após a emergência					
		10	20	30	40	50	60
Preto 40	sozinho	0,78	1,91	4,01	6,29	6,02	5,21
	mistura	0,90	1,84	3,78	5,76	5,77	4,41
37-R	sozinho	0,76	1,96	3,73	5,83	6,28	7,78
	mistura	0,81	2,70	4,83	6,54	8,66	7,95
40 + 37-R		0,86	2,27	4,31	6,15	7,22	6,18
M. Fosco 11	sozinho	0,88	2,31	5,39	7,59	11,39	11,52
	mistura	1,05	3,66	6,37	7,63	11,63	12,70
Rico 23	sozinho	0,73	2,05	4,47	6,96	8,74	10,75
	mistura	0,74	2,09	5,00	7,74	8,69	12,79
S. White 59	sozinho	0,51	1,66	4,24	4,62	7,05	11,45
	mistura	0,58	1,61	4,16	5,59	7,54	7,02
11+23+59		0,79	2,45	5,18	6,99	9,29	10,84

mento de produtividade. JENSEN (16) encontrou aumentos de 3 a 7% nas misturas de genótipos de aveia em relação à média dos componentes. Em soja, PROBST (21), MUMAW e WEBER (19) e BRIM e SCHUTZ (4) também encontraram aumentos; os últimos autores chegaram a registrar 12-13% de vantagem para as mesclas, em relação à média dos componentes. CARDOSO e VIEIRA (7) verificaram em Viçosa que a mescla dos cultivares de feijão Rico 23 + Manteigão Fosco 11 + Small White 59 produziu 18,6% mais que a média de seus componentes. Num série de 10 misturas binárias, esses autores, entretanto, não encontraram aumentos significativos de produção, pelo teste de Scheffé.

A mescla 11 + 23 + 59 deu aumentos de 14,3% e 14,7% no rendimento de grãos e de matéria seca total, respectivamente, em relação às médias de seus componentes em plantio exclusivo. O teste de Scheffé, entretanto, não mostrou que essas diferenças são significativas. Na mistura 40 + 37-R não se verificaram essas diferenças. Portanto, na primeira mescla, aparentemente ocorreu um rendimento «transgressivo» positivo. [Sobre o assunto deve-se consultar, entre outros, SCHUTZ *et alii* (24) e TRENBATH (27)].

Utilizando os dados dos Quadros 9 e 10, prepararam-se os Quadros numerados de 13 a 17, que mostram os acréscimos ou decréscimos de cada uma das características estudadas dos cultivares em mistura. Por eles, observa-se novamente que o Preto 40 e o Small White 59 foram os competidores fracos, o que é evidente quando se examinam os dados referentes ao número de vagens por área (Quadro 13), número de sementes por área (Quadro 14), peso de matéria seca total (Quadro 16) e rendimento (Quadro 17).

QUADRO 6 - Área foliar/planta (dm^2) dos cultivares, em mistura e em "stand" puro, e das misturas de cultivares

Cultivares e misturas		Dias após a emergência					
		10	20	30	40	50	60
Preto 40	sozinho	1,59	3,23	4,75	5,62	3,02	-
	mistura	1,90	3,31	4,32	5,24	3,47	-
37-R	sozinho	1,85	4,02	4,70	6,23	4,45	3,64
	mistura	1,90	4,83	6,09	6,59	5,78	3,42
40 + 37-R		1,90	4,07	5,21	5,92	4,63	1,71
M. Fosco 11	sozinho	2,40	4,51	8,00	8,17	8,84	5,11
	mistura	2,43	6,89	8,79	7,84	8,75	4,94
Rico 23	sozinho	1,72	3,63	6,14	8,54	8,07	5,89
	mistura	1,55	3,77	6,59	10,13	7,10	7,03
S. White 59	sozinho	1,34	3,61	5,92	5,32	6,75	5,50
	mistura	1,38	3,26	6,08	6,52	4,92	3,82
11+23+59		1,79	4,64	7,15	8,16	6,92	5,26

Para os componentes dominados das misturas obtiveram-se os seguintes valores de adaptação, quando se considerou o número de sementes na colheita: Preto 40 — 0,4486; Manteigão Fosco 11 — 0,6009; Small White 59 — 0,8944. Supondo que esses valores são constantes, o que aconteceria se as condições do ambiente fossem imutáveis, calcularam-se as curvas de sobrevivência (Figuras 1 e 2) das misturas, quando plantadas em sucessivas gerações. Para esse cálculo, utilizou-se a fórmula apresentada por ALLARD (2):

$$A_n = a s^{n-1}$$

em que

- A_n = proporção do competidor mais fraco na geração n
 a = proporção inicial do competidor mais fraco
 s = valor de adaptação

As curvas teóricas das Figuras 1 e 2 são bastante semelhantes às obtidas por CARDOSO e VIEIRA (6, 7), com as mesmas misturas, em Viçosa. Por exemplo, segundo os dados desses autores, na quarta geração de plantio sucessivo o 37-R elimina completamente o Preto 40, o que também é mostrado na curva teórica da Figura 1. Quanto à outra mistura, na quarta geração, de acordo com aquele trabalho, o Rico 23 constituía cerca de 80% da mistura, enquanto o Small White 59 e o Manteigão Fosco 11 representavam 15% e 5%, respectivamente. Na Figura 2, as

QUADRO 7 - Índice de área foliar dos cultivares, em mistura e em "stand" puro, e das misturas de cultivares

Cultivares e misturas		Dias após a emergência					
		10	20	30	40	50	60
Preto 40	sozinho	0,42	0,86	1,27	1,50	0,81	-
	mistura	0,55	0,88	1,15	1,40	0,93	-
37-R	sozinho	0,49	1,07	1,25	1,66	1,19	0,97
	mistura	0,51	1,29	1,62	1,76	1,54	0,91
40 + 37-R		0,53	1,09	1,39	1,58	1,24	0,46
M. Fosco 11	sozinho	0,64	1,20	2,13	2,18	2,36	1,36
	mistura	0,65	1,84	2,34	2,09	2,33	1,32
Rico 23	sozinho	0,46	0,97	1,64	2,28	2,15	1,57
	mistura	0,41	1,01	1,76	2,70	1,89	1,87
S. White 59	sozinho	0,36	0,96	1,58	1,42	1,80	1,47
	mistura	0,37	0,87	1,62	1,74	1,31	1,02
11+23+59		0,48	1,24	1,91	2,18	1,84	1,40

percentagens obtidas foram, respectivamente, 81%, 17% e 2%.

Na avaliação da sobrevivência em competição, deve-se considerar o número de sementes que o componente pode produzir e não o rendimento em kg/ha (10, 17, 24). Isso porque a sobrevivência em mistura depende da progênie produzida. Um cultivar de sementes graúdas pode render tanto quanto um de sementes pequenas, em termos de kg/ha, mas irá produzir menor número de sementes e, conseqüentemente, menor progênie. Em seus estudos, CARDOSO e VIEIRA (6, 7, 8) notaram a rápida eliminação dos feijões manteigões (sementes grandes) causada pela competição com cultivares de sementes pequenas.

Conforme se vê no Quadro 11, o Manteigão Fosco 11 apresentou sementes bem maiores (em média 36,3 g/100 unidades) que o Rico 23 (16,4 g) e o Small White 59 (12,6 g). Isso explica por que foi dominado na mistura, apesar de ter sido algo beneficiado por ela, a julgar-se pelo número de vagens e de sementes, peso da matéria seca total e rendimento de grãos (Quadros 9 e 10). Realmente, o Manteigão Fosco 11 rendeu 1048 kg/ha em «stand» puro e 1350 kg/ha na mistura, ao passo que o outro dominado, Small White 59, produziu 1123 e 679 kg/ha, respectivamente. Entretanto, quando se considera o número de sementes por área, a situação é a seguinte, em «stand» puro e em mistura, respectivamente: Manteigão Fosco 11 — 764 e 899; Small White 59 — 2339 e 1338. Portanto, o genótipo amplamente dominado leva vantagem sobre o que lhe é superior, em razão do maior número de descendentes que pode deixar para as gerações futuras. Logo, o tamanho da semente sobrepõe-se a todas as características vegetativas alistadas nos Quadros 2 a 7, na explicação dos mecanismos responsáveis pela competição intergenotípi-

ca.

QUADRO 8 - Médias da "leitura" de doenças dos cultivares e das misturas de cultivares de feijão (*)

Cultivares e misturas	Ferrugem (**)	Mancha-angular (***)	Mancha-gris (****)	Antracnose (*****)
Preto 40	0,0	0,0	0,0	2,0
37-R	1,0	2,5	0,0	0,0
40 + 37-R	1,0	2,0	0,0	1,0
M. Fosco 11	0,0	0,0	3,5	0,0
Rico 23	1,0	2,5	0,0	0,0
S. White 59	0,0	3,5	0,0	0,0
11+23+59	1,0	2,0	2,0	0,0

(*) 0 - ausência de doença; 1 - ataque leve; 2 - ataque médio; 3 - ataque severo; 4 - ataque muito severo.

(**) *Uromyces phaseoli* (Pers.) Wint. var. *typica* Arth.

(***) *Isariopsis griseola* Sacc.

(****) *Cercospora vanderysti* P. Henn.

(*****) *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Scrib.

Estudos sobre misturas de cevada (3, 11), trigo (25), arroz (13, 14) e soja (19) têm mostrado que não há relação entre capacidade competitiva, ou seja, capacidade de sobrevivência em mistura, e capacidade produtiva em «stand» puro. Neste estudo, parece que isso ocorreu na mistura 11 + 23 + 59, pois o componente Rico 23 foi o menos produtivo e, no entanto, foi o competidor mais forte. Examinando o Quadro 12, observa-se que o rendimento do Rico 23, embora não difira do dos outros componentes da mescla, diferiu significativamente do rendimento do 37-R, o que não sucedeu em relação ao Manteigão Fosco 11 e ao Small White 59. Ainda neste estudo, na mistura 40 + 37-R, o componente mais produtivo foi o dominante. Nos experimentos de CARDOSO e VIEIRA (6, 8), o mesmo ocorreu com a maioria das mesclas de cultivares de feijão. Houve, todavia, uma exceção: na mistura V de sementes pequenas (Rico 23 + Small White 59 + 37-R + Ricopardo 896 + Vi. 1009 + Carioca 1030), os dominantes foram o Rico 23, o 37-R e o Ricopardo 896, apesar de estes dois últimos terem produzido mais que o Rico 23. Portanto, uma produtividade algo menor não significa necessariamente que o cultivar de feijão, na mistura, será dominado pelos outros componentes mais produtivos.

Os dados aqui obtidos, bem como os de outros autores (12, 19, 25, 27), mostram que tipos desejáveis nem sempre são competitivos. Isso tem fundamental importância quando se utiliza, no melhoramento genético de plantas autógamas, o método de hibridação seguida de manejo em massa da população segregante («bulk

QUADRO 9 - Médias do número de vagens, por área e por planta, número de sementes, por área e por planta, peso de 100 sementes e produção total de matéria seca, por planta, dos cultivares em "stand" puro e em mistura

Cultivares	Número vagens/		Número de vagens/ planta	Número sementes/		Número semen tes/ vagem	Peso 100		Peso total maté- ria seca/ planta (g)
	área (2,60 m ²)			área (2,60 m ²)			sementes (g)		
Preto 40	sozinho	231	3,5	657	2,9	27,2	4,75		
	mistura	165	3,0	524	3,3	28,5	4,77		
37-R	sozinho	356	3,5	1.731	4,0	20,6	5,58		
	mistura	404	4,6	1.811	4,6	21,7	6,95		
M. Fosco 11	sozinho	204	3,7	764	3,8	36,3	8,37		
	mistura	235	4,7	899	3,8	39,4	11,62		
Rico 23	sozinho	333	6,5	1.428	4,3	16,4	7,35		
	mistura	491	8,6	2.252	4,6	17,1	10,73		
S. White 59	sozinho	587	9,9	2.339	4,0	12,6	7,81		
	mistura	348	6,9	1.338	3,8	13,1	5,53		

QUADRO 11 - Médias do número de sementes, por área e por planta, número de vagens, por área e por planta, e peso de 100 sementes dos cultivares e das misturas de cultivares de feijão (*)

Cultivares e misturas	Número de vagens/ área	Número de vagens/ planta	Número de sementes/ área	Número de sementes/ vagem	Peso de 100 sementes (g)
S. White 59	587 a	9,9 a	2.339 a	4,0 b	12,6 f
11 + 23 + 59	358 b	6,7 b	1.497 b	4,1 b	23,2 c
37-R	356 b	3,5 c	1.731 b	4,9 a	20,6 d
Rico 23	333 bc	6,5 b	1.428 b	4,3 ab	16,4 e
40 + 37-R	285 bc	3,8 c	1.168 bc	4,0 b	25,1 bc
Preto 40	231 bc	3,5 c	657 c	2,9 c	27,2 b
M. Fosco 11	204 c	3,7 c	764 c	3,8 b	36,3 a
C.V. (%)	13,9	15,5	14,6	5,2	3,7

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

QUADRO 12 - Médias do peso total de matéria seca, por área e por planta, produção de grãos, por planta e em kg/ha; Índice de colheita e número de plantas, por área, dos cultivares e das misturas de cultivares de feijão (*)

Cultivares e misturas	Peso matéria seca/planta (g)	Peso total matéria seca/área (g)	Produção/planta (g)	Produção (kg/ha)	Índice de colheita (%)	"Stand"/área
11 + 23 + 59	9,29 a	497,9 ab	5,61 a	1.156 ab	60,4 ab	53 b
M. Fosco 11	8,37 ab	461,3 abc	4,95 ab	1.048 abc	55,0 b	55 b
Small White 59	7,81 ab	466,0 abc	4,90 ab	1.123 ab	63,0 a	68 ab
Rico 23	7,35 abc	374,6 c	4,40 abc	863 bc	59,9 ab	53 b
40 + 37-R	5,86 bc	430,8 abc	3,58 bc	1.016 abc	61,7 a	72 ab
37-R	5,58 bc	557,2 a	3,57 bc	1.368 a	64,0 a	100 a
Preto 40	4,75 c	314,5 c	2,60 c	666 c	59,2 ab	68 ab
C.V. (%)	14,4	13,8	16,3	13,8	3,3	21,8

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

QUADRO 13 - Acréscimos ou decréscimos médios do número de vagens/área e de vagens/planta de cada cultivar de feijão, em relação ao esperado nas misturas de cultivares

Cultivares	Número de vagens/área				Número de vagens/planta			
	Total	Obtido	Esperado	Diferença (%)	Total	Obtido	Esperado	Diferença (%)
40	100%	231	-	-	3,5	-	-	-
	50%	-	83	116	-28,4	1,5	1,8	-16,7
37-R	100%	356	-	-	3,5	-	-	-
	50%	-	202	178	13,5	2,3	1,8	27,8
11	100%	204	-	-	3,7	-	-	-
	33%	-	78	68	14,7	1,5	1,2	25,0
23	100%	333	-	-	6,5	-	-	-
	33%	-	164	111	47,7	2,9	2,2	31,8
59	100%	587	-	-	9,9	-	-	-
	33%	-	116	196	-40,8	2,3	3,3	-30,3

QUADRO 14 - Acréscimos ou decréscimos médios do número de sementes/área e de sementes/vagem de cada cultivar de feijão, em relação ao esperado nas misturas de cultivares

Cultivares	Número de sementes/área				Número de sementes/planta			
	Total	Obtido	Esperado	Diferença (%)	Total	Obtido	Esperado	Diferença (%)
40	100%	657	-	-	2,9	-	-	-
	50%	-	329	-20,4	-	1,7	1,5	13,3
37-R	100%	1731	-	-	4,9	-	-	-
	50%	-	866	4,6	-	2,3	2,0	15,0
11	100%	764	-	-	3,8	-	-	-
	33%	-	300	17,6	-	1,3	1,3	0,0
23	100%	1428	-	-	4,3	-	-	-
	33%	-	476	57,7	-	1,5	1,4	7,1
59	100%	2339	-	-	4,0	-	-	-
	33%	-	780	-42,8	-	1,3	1,3	0,0

QUADRO 15 - Acréscimos ou decréscimos médios do peso de 100 sementes e do peso de matéria seca/planta de cada cultivar de feijão, em relação ao esperado nas misturas de cultivares

Cultivares	Peso de 100 sementes (g)				Peso de matéria seca/planta (g)			
	Total	Obtido	Esperado	Diferença (%)	Total	Obtido	Esperado	Diferença (%)
40	100%	27,2	-	-	4,75	-	-	-
	50%	-	14,3	13,6	5,1	2,39	2,38	0,0
37-R	100%	20,6	-	-	5,58	-	-	-
	50%	-	10,8	10,3	4,9	3,48	2,79	24,7
11	100%	36,3	-	-	8,37	-	-	-
	33%	-	13,1	12,1	8,3	3,87	2,79	38,7
23	100%	16,4	-	-	7,35	-	-	-
	33%	-	5,7	5,5	3,6	3,58	2,45	46,1
59	100%	12,6	-	-	7,81	-	-	-
	33%	-	4,4	4,2	4,8	1,84	2,60	-29,2

QUADRO 16 - Acréscimos ou decréscimos médios do peso de matéria seca total/área e da produção de grãos/planta de cada cultivar de feijão, em relação ao esperado nas misturas de cultivares

Cultivares	Peso de matéria seca total/área (g)				Produção de grãos/planta (g)			
	Total	Obtido	Esperado	Diferença (%)	Total	Obtido	Esperado	Diferença (%)
40	100%	314,5	-	-	2,60	-	-	-
	50%	-	131,7	157,2	-16,3	1,34	1,30	3,1
37-R	100%	557,2	-	-	3,57	-	-	-
	50%	-	299,1	278,6	7,4	2,25	1,79	25,7
11	100%	461,3	-	-	4,95	-	-	-
	33%	-	198,3	153,6	29,1	2,29	1,65	38,8
23	100%	374,6	-	-	4,40	-	-	-
	33%	-	206,2	124,7	65,4	2,16	1,47	46,9
59	100%	466,0	-	-	4,90	-	-	-
	33%	-	93,4	155,2	-39,8	1,16	1,63	-28,8

QUADRO 17 - Acréscimos ou decréscimos médios de produção de grãos, índice de colheita e número de plantas/área de cada cultivar de feijão, em relação ao esperado nas misturas de cultivares

Cultivares	Produção de grãos (kg/ha)				Índice de colheita (%)				Número de plantas/área				
	Total	Obtido	Esperado	Diferença (%)	Total	Obtido	Esperado	Diferença (%)	Total	Obtido	Esperado	Diferença (%)	
40	100%	666	-	-	55,0	-	-	-	68	-	-	-	
	50%	-	283	333	-15,0	-	56,4	55,0	2,5	-	28	34	-17,6
37-R	100%	1368	-	-	64,0	-	-	-	100	-	-	-	
	50%	-	733	684	7,2	-	64,1	64,0	0,0	-	44	50	12,0
11	100%	1048	-	-	59,2	-	-	-	55	-	-	-	
	33%	-	450	349	28,9	-	59,1	59,2	0,0	-	17	18	- 5,6
23	100%	863	-	-	59,9	-	-	-	53	-	-	-	
	33%	-	480	288	66,7	-	60,3	59,9	0,7	-	19	18	5,6
59	100%	1123	-	-	63,0	-	-	-	61	-	-	-	
	33%	-	226	374	-39,6	-	63,0	63,0	0,0	-	17	20	-15,0

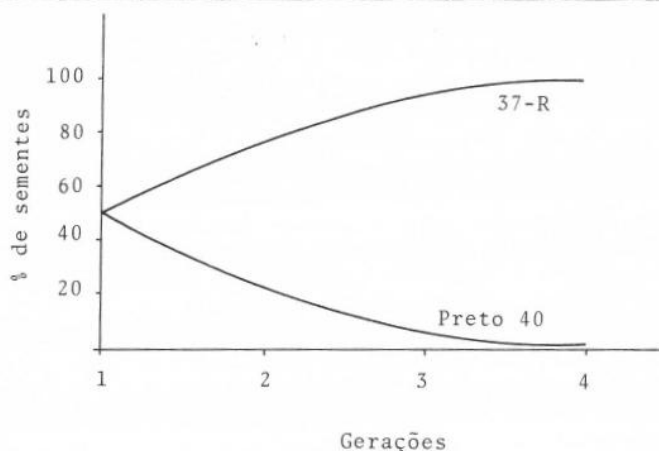


FIGURA 1 - Modificação teórica da constituição da mistura Preto 40+37-R com os plantios sucessivos, supondo condições de ambiente constantes.

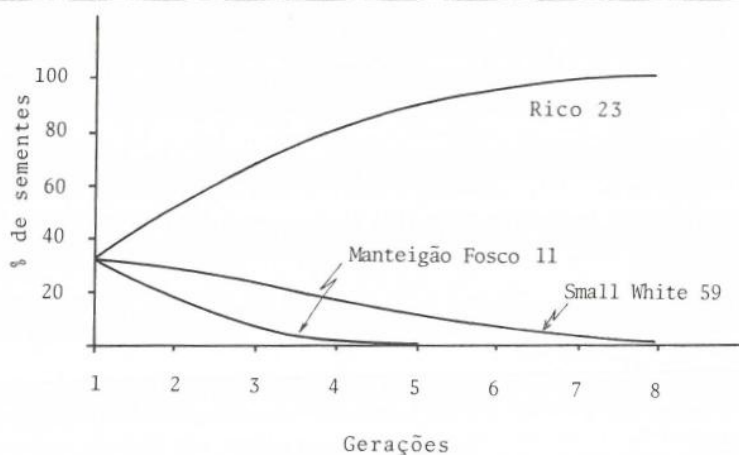


FIGURA 2 - Modificação teórica da constituição da mistura 11+23+59 com os plantios sucessivos, supondo condições de ambiente constantes.

population breeding»). Por exemplo, no cruzamento de cultivares de sementes pequenas e graúdas, nas gerações segregantes, as plantas com sementes graúdas seriam prejudicadas na competição. Dessa forma, muitas plantas desejáveis perder-se-iam. Igualmente, tipos desejáveis de hábito de crescimento determinado poderiam ser perdidos, se competissem com genótipos de crescimento indeterminado. Conclui-se, portanto, que a competição intergenotípica pode tornar-se sério estorvo nos programas de melhoramento, quando os tipos desejáveis não são

competitivos. Obviamente, essa competição permite a perpetuação dos caracteres ligados à adaptabilidade e possibilita a eliminação dos indivíduos mal adaptados.

JENNINGS e AQUINO (12) consideram que, no melhoramento do arroz, a rejeição do «bulk population breeding», em favor do método genealógico ou dos retrocruzamentos, pelos motivos supramencionados, seria um sacrifício desnecessário, pois o problema tem solução. Eles mencionam que no International Rice Research Institute é usada, com sucesso, uma modificação do método «bulk» que reduz grandemente a competição e permite a sobrevivência de segregantes úteis. Em F_2 e gerações subseqüentes, todas as plantas altas, folhosas e decumbentes são cortadas, manualmente, ao nível d'água. Essa simples remoção de indivíduos indesejáveis, e obviamente competitivos, possibilita aos segregantes de pequena altura e de folhas pequenas produções normais de sementes.

A baixa densidade de plantio é outro meio, de acordo com JENNINGS e AQUINO (12), para reduzir a competição intergenotípica e, portanto, garantir a sobrevivência de genótipos desejáveis, porém pouco competitivos. Na cultura do feijão, PESSANHA *et alii* (20) verificaram que a densidade de plantio pode modificar as relações de competição entre genótipos.

4. RESUMO

A fim de estudar os mecanismos que regulam a competição intergenotípica em misturas de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), realizou-se um experimento, no qual as misturas Preto 40 + 37-R e Manteigão Fosco 11 + Rico 23 + Small White 59, bem como seus componentes em «stand» puro, foram coletadas de dez em dez dias depois da emergência. Nessas coletas periódicas mediram-se a altura das plantas, o peso da matéria seca e as características foliares. Na colheita final, mediram-se o rendimento cultural e seus componentes, bem como o peso da matéria seca.

A competição intergenotípica nas misturas começou aos 20 dias depois da emergência dos feijoeiros. Os cultivares mais competitivos apresentaram plantas mais altas, maior peso da matéria seca e maior área foliar. Parece que o hábito de crescimento determinado e a precocidade contribuem negativamente para a capacidade competitiva.

O número de sementes por área e o peso total da matéria seca por área, características medidas na colheita, apresentaram valores mais elevados nos cultivares mais competitivos das misturas.

O tamanho da semente sobrepõe-se aos caracteres vegetativos porque proporciona maior poder competitivo aos cultivares de sementes pequenas, quando em misturas com cultivares de sementes graúdas. Isso porque a sobrevivência de um componente numa mistura depende do número de sementes por ele produzido e não do seu rendimento em termos de kg/ha, ou seja, a sobrevivência depende do número de descendentes que o cultivar deixa para a próxima geração. Os feijões graúdos produzem menor número de sementes por área.

5. SUMMARY

An investigation was carried out to study the mechanisms which regulate the inter-genotypic competition in mixtures of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. Plants from the mixtures Preto 40 + 37-R and Manteigão Fosco 11 + Rico 23 + Small White 59, as well as from their components in pure stand, were collected every 10 days after emergence, to measure plant height, plant dry weight, and foliar characteristics. At harvest, yield and its components and plant dry weight

were determined.

Inter-genotypic competition in mixtures started 20 days after bean emergence. The most competitive cultivars had taller plants, greater dry weights, and larger foliar areas. Determinate growth habit and precocity seem to contribute negatively to competitive ability.

Number of seeds per area and total dry weight at harvest presented higher means in the most competitive cultivars of the mixtures.

Seed size is more important than the vegetative characteristics for the competitive ability of small-seeded cultivars, when mixed with large-seeded cultivars. Survival of a mixture component depends on the number of seeds per area that it produces and not on its seed yield (i.e., kg/ha). Summarily, survival depends on the number of descendants a cultivar produces for the next generation. Large-seeded cultivars yield a smaller number of seeds per area.

6. LITERATURA CITADA

1. ADAMS, M.W.; ELLINGBOE, A.H. & ROSSMAN, E.C. Biological uniformity and disease epidemics. *BioScience* 21:1067-1070. 1971.
2. ALLARD, R.W. *Princípios do melhoramento genético das plantas*. São Paulo, Edgard Blücher, 1971. 381 p.
3. BLIJENBURG, J.C. & SNEEP, J. Natural selection in a mixture of eight barley varieties grown in six successive years. 1 — Competition between the varieties. *Euphytica* 24:305-315. 1975.
4. BRIM, C.A. & SCHUTZ, W.N. Inter-genotypic competition in soybeans. II — Predicted and observed performance of multiline mixtures. *Crop Sci.* 8:735-739. 1968.
5. BROWNING, J.A. & FREY, K.J. Multiline cultivars as a means of disease control. *Ann. Rev. Phytopathology* 7:355-382. 1969.
6. CARDOSO, A.A. & VIEIRA, C. Progressos nos estudos sobre misturas varietais de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Rev. Ceres* 18:464-477. 1971.
7. CARDOSO, A.A. & VIEIRA, C. Comportamento de misturas de variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Fitotecnia Latinoamericana* 8:77-84. 1972.
8. CARDOSO, A.A. & VIEIRA, C. Comportamento de duas misturas de seis variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Rev. Ceres* 23:142-149. 1976.
9. DONALD, C.M. Competition among crop and pasture plants. *Adv. in Agron.* 15:1-118. 1963.
10. HAMBLIM, J. Effect of environment, seed size and competitive ability on yield and survival of *Phaseolus vulgaris* L. genotypes in mixtures. *Euphytica* 24:435-445. 1975.
11. HAMBLIM, J. & DONALD, C.M. The relationships between plant form, competitive ability and grain yield in a barley cross. *Euphytica* 23:532-542. 1974.

12. JENNINGS, P.R. & AQUINO, R.C. Studies on competition in rice. III. The mechanism of competition among phenotypes. *Evolution* 22:529-542. 1968.
13. JENNINGS, P.R. & HERRERA, R.M. Studies on competition in rice. II. Competition in segregating populations. *Evolution* 22:334-336. 1968.
14. JENNINGS, P.R. & JESUS, J. Studies on competition in rice. I. Competition in mixtures of varieties. *Evolution* 22:119-124. 1968.
15. JENSEN, N.F. Intra-varietal diversification in oat breeding. *Agron. Jour.* 44:30-34. 1952.
16. JENSEN, N.F. Multiline superiority in cereals. *Crop Sci* 5:566-568. 1965.
17. LAUDE, H.H. & SWANSON, A.F. Natural selection in varietal mixtures of winter wheat. *Jour. Amer. Soc. Agron.* 34:270-274. 1942.
18. MENOSSO, O.G. & HERNÁNDEZ-BRAVO, G. *Estudio sobre relaciones de competencia en cuatro tipos de plantas de frijol (Phaseolus vulgaris L.)*. Cali, Colombia, CIAT, 1975. 13 p. mimeo.
19. MUMAW, C.R. & WEBER, C.R. Competition and natural selection in soybean varietal composites. *Agron. Jour.* 49:154-160. 1957.
20. PESSANHA, G.G.; VIEIRA, C. & CARDOSO, A.A. Efeitos de populações de plantas e da adubação mineral sobre misturas de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Rev. Ceres* 27:413-430. 1980.
21. PROBST, A.H. Performance of variety blends in soybeans. *Agron. Jour.* 49: 148-150. 1957.
22. SHANDS, H.; VIEIRA, C. & ZAUMEYER, W.J. Observations on dry bean diseases in Brazil. *Plant Dis. Repr.* 48:784-787. 1964.
23. SCHUTZ, W.M. & BRIM, C.A. Inter-genotypic competition in soybeans. I. Evaluation of effects and proposed field plot design. *Crop Sci.* 7:371-376. 1967.
24. SCHUTZ, W.M.; BRIM, C.A. & USANIS, S.A. Inter-genotypic competition in plant populations. I. Feedback systems with stable equilibria in populations of autogamous homozygous lines. *Crop Sci.* 8:61-66. 1968.
25. SILVA, A.C.F. da & CARVALHO, F.I.F. de. Estimativa dos efeitos da competição intergenotípica através do uso de genes marcadores em trigo (*Triticum aestivum* L.): mistura mecânica de cultivares. *Ciência e Cultura* 30:1214-1222. 1978.
26. SUNESON, C.A. Genetic diversity — A protection against plant diseases and insects. *Agron. Jour.* 52:319-321. 1960.
27. TRENBATH, B.R. Biomass productivity of mixtures. *Adv. Agron.* 26:177-210. 1974.

28. VAN DER PLANK, J.E. *Disease resistance in plants*. New York, Academic Press, 1968. 206 p.
29. VIEIRA, C. Resistência horizontal às doenças e diversidade genética no melhoramento do feijoeiro no Brasil. *Rev. Ceres* 19:261-279. 1972.
30. VIEIRA, C. & WILKINSON, R.E. The importance of field resistance and genetical diversity in bean breeding programs in south-central Brazil. *Ann. Report of the Bean Improv. Coop.* 15:94-97. 1972.
31. WALDER, V.L.M.S.; VIEIRA, C.; SILVA, C.M. da & DUARTE, A. de O. Algumas informações sobre as sementes de feijão utilizadas na Zona da Mata de Minas Gerais. *Rev. Ceres* 24:94-99. 1977.