



RICHARD PAGLIA DE MELLO

**REPERCUSSÃO DA SELEÇÃO REALIZADA LOGO APÓS A
ABERTURA DO BULK NA PRODUTIVIDADE DA SOJA**

**LAVRAS –MG
2018**

RICHARD PAGLIA DE MELLO

**REPERCUSSÃO DA SELEÇÃO REALIZADA LOGO APÓS A ABERTURA DO
BULK NA PRODUTIVIDADE DA SOJA.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Genética e Melhoramento de Plantas, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Magno Antonio Patto Ramalho
Orientador

Dr. Jose Wilacildo de Matos
Coorientador

**LAVRAS –MG
2018**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Mello, Richard Paglia de.

Repercussão da seleção realizada logo após a abertura do bulk
na produtividade da soja / Richard Paglia de Mello. - 2018.

35 p. : il.

Orientador: Magno Antonio Patto Ramalho.

Coorientador: José Wilacildo de Matos.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de
Lavras, 2018.

Bibliografia.

1. Abertura do bulk. 2. Melhoramento de soja. 3. Seleção de
progênies. I. Ramalho, Magno Antonio Patto. II. Matos, José
Wilacildo de. III. Título.

RICHARD PAGLIA DE MELLO

**REPERCUSSÃO DA SELEÇÃO REALIZADA LOGO APÓS A ABERTURA DO
BULK NA PRODUTIVIDADE DA SOJA**

**REPERCUSSION OF THE SELECTION PERFORMED JUST AFTER THE BULK
OPENING IN SOYBEAN PRODUCTIVITY**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Genética e Melhoramento de Plantas, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 20 de abril de 2018.
Dr. Magno Antonio Patto Ramalho UFLA
Dr. Jose Wilacildo de Matos Pioneer
Dr. Breno Alvarenga Rezende Pioneer

Prof Dr. Magno Antonio Patto Ramalho
Orientador

Dr. Jose Wilacildo de Matos
Coorientador

**LAVRAS –MG
2018**

À minha esposa Flávia e a meu filho Gustavo.
Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela saúde e família.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, pela oportunidade concedida.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, pelo apoio financeiro fornecido ao Programa de Mestrado Profissional em Genética e Melhoramento de Plantas.

Aos colegas da pós-graduação, Rita de Kássia Teixeira e Getúlio Caixeta Ferreira, pelo apoio nas análises estatísticas e aos colegas de turma pela ótima convivência.

À DuPont Pioneer pela permissão para realizar o curso e o trabalho. Aos ex-colegas de empresa: Luis Prado, Itavor Nummer Filho, Fabricio Bona Passini, Ronaldo Luiz Gonzaga, Eder David Borges da Silva, Martinho Luis Skawinski e Paulo André Machinski pela força e ajuda nos momentos em que precisei.

A todos os colaboradores da estação de Pesquisa de soja da DuPont Pioneer, em Guarapuava-PR, pela condução do trabalho.

À Fundação ABC, minha nova casa, pela liberação para dar continuidade ao curso e finalizar o trabalho.

Ao Prof. Dr. David de Souza Jaccoud Filho, meu orientador da graduação e sempre incentivador da pós-graduação, sou muito grato por manter contato desse exemplo de profissional.

À minha família, Flávia e Gustavo, pela paciência, fonte de amor e motivação.

Aos meus sogros, Cesar e Myriam, pelo apoio e suporte incondicional à minha família.

Aos avós de minha esposa, Sr. Rafael Martins (*in memoriam*) e Sra. Maria Aparecida Martins, pelo carinho e por terem iniciado tudo isso.

Aos meus pais (José Roberto e Rosangela) e a meus irmãos (Fernando, Yuri e Vitória) que, apesar da distância, serão sempre importantes.

Aos meus coorientadores, José Wilacildo Matos e Breno Alvarenga Rezende, pela ideia e construção do trabalho, paciência e disponibilidade em participar e ajudar.

Por fim, ao meu orientador Magno Antonio Patto Ramalho, pela enorme contribuição na discussão, orientação e finalização deste trabalho e, também, pela oportunidade de conhecer um profissional muito dedicado e com uma história de muito sucesso na área e na instituição.

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

A competição entre as empresas de melhoramento de soja no Brasil é intensa. Para vencer essa competição, os melhoristas obtêm, anualmente, centenas de populações e avaliam algumas dezenas de milhares de progênies. O ideal é que as populações e progênies fossem avaliadas o mais precocemente para concentrar maior atenção apenas nas mais promissoras. Pretendeu-se com este trabalho avaliar se a seleção precoce, para a produtividade de grãos das populações segregantes ou progênies de soja, é eficiente nas condições do Sul do Brasil. Os experimentos foram conduzidos nos anos agrícolas de 2014/15, 2015/16 e 2016/17 em quatro municípios no estado do Paraná. Foram utilizadas 10 populações segregantes, conduzidas em bulk até a geração F_4 . Em 2014/15, foram avaliadas 110 progênies $F_{4:5}$, de cada uma das populações. A partir da produtividade de grãos, foram selecionadas as 20 melhores progênies de cada uma das populações e identificadas, aleatoriamente, 20 progênies de cada população. Na safra 2015/16, todas as progênies, agora em $F_{4:6}$, foram avaliadas em três locais e, na safra 2016/17, em $F_{4:7}$, em dois locais; nas duas safras, havia três cultivares testemunhas adaptadas à região. Para análise dos experimentos, foi realizada uma análise de variância, considerando os ambientes/locais como repetições. Estimaram-se parâmetros genéticos e fenotípicos. Concluiu-se que a seleção das progênies em $F_{4:5}$ não foi eficaz, entretanto a seleção de populações mostrou que pode ser uma boa estratégia para as empresas de melhoramento de soja.

Palavras-chave: Abertura do bulk. Melhoramento de Soja. Seleção de progênies.

ABSTRACT

There is a strong competition among soybean breeding companies in Brazil. To win the competition the breeders get by year hundreds of populations and evaluate some dozens of thousands progenies, which is the procedure adopted by the soybean breeding companies in almost all over the world. The ideal is to perform as early as possible the evaluation of populations and progenies, to concentrate more attention only in the most promising of them. Therefore, the aim of this research was to evaluate whether the early selection for grains yield of soybean segregating populations or progenies is efficient in South Brazil conditions. The trials were conducted in the agricultural years of 2014/15, 2015/16 e 2016/17 in four cities of Parana State. Ten segregating populations were used, being conducted in bulk until the F_4 generation. In 2014/15 were evaluated 110 progenies $F_{4:5}$, from each of the populations. Based on yield grains were selected the twenty best progenies from each of the populations and identified randomly twenty progenies of each population. In the 2015/16 harvest all the progenies, now in $F_{4:5}$, were evaluated in three places and in the 2016/17 harvest in $F_{4:7}$, were evaluated in two places, in this two harvests there were three controls cultivars adapted to the region. For analysis the experiments were performed a variance analysis considering the environments/sites as repetitions. The genetic and phenotypic parameters were estimated. In conclusion the progenies selection in $F_{4:5}$ wasn't effective, however, the populations selection showed that can be a good strategy for the soybean breeding companies.

Keywords: Bulk opening. Soybean breeding. Progenies selection.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Relatos das cultivares mais primitivas obtidas e sua introdução no melhoramento de soja no Brasil.....	12
Tabela 2 -	Caracterização dos locais avaliados de acordo com as variáveis altitude (m), latitude (S) e longitude (W).....	18
Tabela 3 -	Detalhes experimentais, por ano agrícola e local, com informações de instalação, tratos culturais e data de colheita.....	19
Tabela 4 -	Resumo da análise da variância da produtividade de grãos (sc/ha) obtida na avaliação de progênies de soja selecionadas (S) e aleatória (A). Dados obtidos nas safras 2014/15 (geração F4:5), 2015/16 (geração F4:6) e 2016/17 (geração F4:7).....	22
Tabela 5 -	Produtividade média das progênies em cada um dos seis ambientes de avaliação. Dados obtidos nas safras 2014/15 (geração F4:5), 2015/16 (geração F4:6) e 2016/17 (geração F4:7).....	23
Tabela 6 -	Produtividade média (sc/ha) das progênies em cada um dos seis ambientes de avaliação. Dados obtidos nas safras 2014/15 (geração F4:5), 2015/16 (geração F4:6) e 2016/17 (geração F4:7).....	24
Tabela 7 -	Estimativa de herdabilidade (h^2) sobre a produtividade de grãos (sc/ha) obtida pela seleção na média das progênies selecionadas (S) e aleatória (A) para cada uma das populações analisadas.....	26
Tabela 8 -	Número de progênies que estiveram simultaneamente no grupo das selecionadas (S) e aleatórias (A) por população.....	27
Tabela 9 -	Estimativa de herdabilidade (h^2) das progênies de soja selecionadas (S) e aleatória (A), média dos seis ambientes, em 20 populações avaliadas..	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Localização dos experimentos no estado do Paraná (PR), macrorregião 1.....	18
Figura 2 -	Histograma de produtividade de grãos (sc/ha) das progênies de soja selecionadas (S) e aleatória (A), média dos seis ambientes, em 20 populações avaliadas.....	25

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	09
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
2.1	A importância da cultura da soja.....	10
2.2	O melhoramento de soja no Brasil.....	10
2.3	Método populacional – “Bulk”.....	14
2.4	Eficiência da seleção precoce e visual no melhoramento de plantas.....	16
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1	Localização e descrição dos experimentos.....	18
3.2	Análises estatísticas.....	19
4	RESULTADOS.....	21
5	DISCUSSÃO.....	29
6	CONCLUSÃO.....	32
	REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

A competição entre as empresas de melhoramento de soja no Brasil é intensa. Embora o mercado de sementes seja amplo, o número de empresas de sementes é grande e crescente. O sucesso do programa depende da obtenção de novas cultivares melhores que as pré-existentes e, também, superiores às dos concorrentes.

Para vencer essa competição, os melhoristas obtêm, anualmente, centenas de populações e avaliam algumas dezenas de milhares de progênies, esse é o procedimento utilizado pelas empresas de melhoramento de soja em quase todo o mundo (BERNARDO, 2010). É evidente que a maioria das populações segregantes obtidas não contribuem com nenhuma progênie/linhagem, para participar dos experimentos do valor de cultivo e uso (VCU), ocorrendo, então, perda de tempo e de outros recursos.

Existem na literatura procedimentos que podem ser utilizados na escolha das populações segregantes. Entre esses procedimentos, a média e a variância são os mais utilizados dentro de cada população, embora dificilmente adotados pelas grandes empresas de melhoramento (RAMALHO et al, 2012).

O cultivo de soja no Sul do Brasil é de longa data. O maior desafio é que ocorre uma ampla variação, em termos de clima, solo e sistema de manejo adotado pelos agricultores. Para conviver com essas diferenças, as empresas investem em programa específico buscando cobrir ao máximo cada macrorregião.

Em função desse fato, a DuPont Pioneer iniciou o programa de melhoramento de soja para o Sul do Brasil, tendo o município de Guarapuava como referência do cultivo na região.

Do exposto, foi realizado o presente trabalho com os objetivos de: i) verificar se a seleção das populações segregantes de soja é eficiente nas condições do Sul do Brasil; ii) avaliar se a seleção de progênies, para a produtividade de grãos, logo após a abertura do bulk, é eficiente; iii) estimar o progresso com a seleção entre e dentro das populações segregantes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A importância da cultura da soja

A produção mundial de soja ultrapassou os 300 milhões de toneladas em uma área superior a 120 milhões de hectares em 2017. Os Estados Unidos são o maior produtor dessa leguminosa. O Brasil é o maior exportador e o segundo maior produtor mundial, com uma produção, na safra 2016/17, de 114 milhões de toneladas em 33,9 milhões de hectares. O estado de Mato Grosso (MT) participa com 27,3% da produção total da leguminosa, seguido pelos estados do Paraná (PR) com 17,7% e Rio Grande do Sul (RS) com 17,0% (CONAB, 2017).

O avanço de área, para aumento de produção de soja no país, ocorreu, principalmente, por meio da expansão das novas fronteiras agrícolas nos últimos anos. Desde a safra 1998/1999, a região do cerrado, considerando os estados de MT, MS, GO, MA, PI, TO e BA, lidera com a maior participação em produção da leguminosa, 55,2%, quando comparada às regiões consideradas tradicionais produtoras nos estados do RS, SC, PR, SP e MG.

O Brasil, como já mencionado, é o maior exportador de grão de soja. Essas exportações, considerando o “complexo” soja (grão, óleo e farelo), representam 13% das exportações totais do país. O principal destino é a China com 75,3%, seguido da Europa com 10,3%, no caso do grão, o farelo de soja tem a Europa com 56,3% como principal destino, seguido da Indonésia com 13,5% e o óleo de soja tem a Índia com 48,8% e a China com 12,3%.

Dos mais de 114 milhões de toneladas de grãos produzidos, são exportados em torno de 60%. No mercado doméstico, a soja é utilizada na fabricação de alimentos como mortadelas e salsichas e cerca de 80% são utilizadas na fabricação de rações, principalmente da ração de aves e suínos (FUNDAÇÃO BRADESCO, 2017).

2.2 O melhoramento de soja no Brasil.

A soja cultivada (*Glycine max* (L.) Merrill) é originária da região Nordeste da China. A forma ancestral *Glycine ussurienses* é uma planta anual, “tipo cipó” que é encontrada, além da China, na Coreia, Taiwan e Japão. Segundo Miyasaka e Medina (1981), a soja foi introduzida na França, em 1739, na Inglaterra, em 1790 e nos Estados Unidos da América (EUA), em

1765, inicialmente, para cultivo forrageiro. Naquela época, somente no Oriente a soja era considerada uma planta com potencial para consumo humano.

Por volta de 1941 nos EUA, a área destinada à forragem foi menor que a área destinada a grãos. Esse foi um marco importante suportado pelo programa de melhoramento conduzido pelo Departamento de Agricultura dos EUA, desde 1938, o qual contribuiu para aumento e efetividade das informações de herança de características agronômicas dessa espécie no mundo. A evolução da produtividade média da soja, em consequência, sobretudo, da pesquisa, ao longo do tempo, passou de 785 kg/ha, em 1950, 1.457 kg/há, em 1975, 1.910 kg/ha; e, em 2011, ultrapassava os 3.000 kg/ha.

No Brasil, os primeiros relatos sobre a soja foram no estado da Bahia, em 1882, por introdução de cultivares advindas dos EUA que, inicialmente, mostraram pouca adaptação. Em 1891, novas cultivares foram introduzidas, em Campinas-SP, onde apresentaram melhor desempenho; nesse mesmo ano, o Rio Grande do Sul também recebeu cultivares vindas dos EUA e, em função, principalmente, do fotoperíodo semelhante ao Sul dos EUA, as cultivares obtiveram melhor desempenho comparadas em São Paulo.

Além de São Paulo e Rio Grande do Sul, Paraná, Goiás e Mato Grosso também possuem relatos de trabalhos de hibridação e/ou introdução da Soja em seus estados (TABELA 1).

Tabela 1- Relatos de cultivares mais primitivas obtidas e sua introdução no melhoramento de soja no Brasil.

Estado	Obtenção			Introdução	
	Início	Cultivar	Lançamento	Início	Cultivar
Rio Grande do Sul	1948	Planalto	1972		
		Pérola	1973		
		Prata			
		Pampeira	1974		
		Missões	1976		
		Sulina			
		BR1			
		BR2	1976 e 1977		
		BR3			
Paraná	1976			1965	Bragg, Davis, Hardee, Hill, Hood, Santa Rosa, Industrial, Viçoja e Mineira
		Doko e Doko RC	1976		
		FT-Cristalina	1972		
São Paulo	1920	Artofi	1920		
		Abura	1930		
		IAC 2	1951		
		IAC-6, IAC-7, IAC 8	1973		
		Doko	1976		
		Viçoja, Mineira	1969		
Minas Gerais	1965	UFV-1			
		UFV-2, UFV-3, UFV-4, UFV-5	1969		
Goiás	1973	Emgopa, Emgopa 302, Emgopa 313, Emgopa 316	1973	1962	Santa Rosa, Viçoja, Mineira, Hardee, IAC-2,
				1972	UFV-1, UFV-2, IAC-4 e Júpiter
Mato Grosso	1981	UFV-Araguaia			

Fonte: Do autor (2018).

No Rio Grande do Sul, o melhoramento vem sendo realizado desde 1948. As primeiras cultivares foram lançadas, na década de 70, procedentes das parcerias com a Universidade Federal de Viçosa (UFV), com o Instituto de Pesquisa IRI (Matão, SP), com a

parceria da oficina de estudos Especiales da Fundação Rockefeller (México) e de hibridações efetuadas pelo IPEAS (UNFRIED; BRAGA, 2011).

No Paraná, a partir de 1965, motivado pela Secretária de Agricultura, Ministério da Agricultura e pelo instituto IRI de pesquisa, houve as primeiras introduções de linhagens fornecidas pelo IPEAS e Universidade Federal de Viçosa UFV. As cultivares recomendadas eram oriundas dos EUA, do Instituto Agrônômico de Campinas (IAC) e da UFV no Brasil.

Em 1976, surgiu o Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSo), o qual desenvolveu inúmeras cultivares de soja para todo o Brasil.

Vale ressaltar que a FT- Pesquisa e Sementes – foi a primeira empresa privada brasileira, em 1972, destinada à pesquisa e melhoramento genético da soja. Uma de suas primeiras cultivares a FT- Cristalina, em meados de 1993/94, chegou a possuir 52% da produção de soja no Brasil.

Outra importante contribuição, para as pesquisas com cultivares de soja, foi realizada pela Organização das Cooperativas do Paraná (OCEPAR), a qual foi ampliada com a criação da empresa COODETEC em 1995. Foram desenvolvidas dezenas de cultivares, inclusive, as primeiras sojas transgênicas resistentes ao glifosato (ex. CD 219RR) e a CD223AP com elevado teor de proteína.

Em São Paulo, os primeiros trabalhos de hibridação e seleção de soja foram realizados, na década de 1920, pelo IAC. Duas cultivares foram lançadas até a década de 1930. Em 1951, iniciou-se um novo programa de melhoramento, no IAC, com o lançamento da cultivar IAC-2. Vale salientar que essa cultivar foi uma das mais semeadas, na década de 1970, nas regiões de abertura no Cerrado.

Ainda, na década de 1970, o IAC lançou as primeiras cultivares com período juvenil longo para regiões de baixas latitudes. As linhagens IAC-6, IAC-7 e IAC-8, desenvolvidas pelo IAC em 1973 e, em 1976, a cultivar Doko, em parceria entre IAC-Embrapa. As cultivares IAC-8 e Doko foram amplamente cultivadas no Brasil Central nas décadas de 1970 e 1980 (UNFRIED; BRAGA, 2011).

Em Minas Gerais, as primeiras hibridações relatadas ocorreram, em 1965, por meio da UFV e a Purdue University (EUA). Dessa parceria de trabalho, resultaram, em 1969, as duas primeiras cultivares do estado e, posteriormente, outras cultivares foram recomendadas com a participação da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais (EPAMIG). Em 1988, foi instituída a Fundação do Triângulo Mineiro de Pesquisa e Desenvolvimento. Entre as cultivares lançadas pela instituição destaca-se a MG/BR 46 Conquista, lançada em

1995, tornando-se uma das cultivares com grande importância no desenvolvimento da agricultura do Brasil Central.

No estado de Goiás, a introdução da soja ocorreu em 1950. Em 1962, houve trabalhos com avaliação de cultivares para introdução das mais adaptadas. Essas cultivares foram utilizadas até 1972. Em meados de 1973, teve início a Empresa Goiânia de Pesquisa Agropecuária (EMGOPA) que recomendou importantes cultivares para a região.

Deve-se ressaltar a importante colaboração do Centro de Pesquisa do Cerrado (CPAC) com o CNPSo que iniciou o programa de melhoramento, em 1976, obviamente, para o Cerrado, entretanto sua contribuição foi muito significativa para as regiões próximas ao Equador, tendo adaptado as cultivares de soja para aquela região, assim, contribuindo com a expansão da cultura nos Estados de Maranhão e Piauí. Dentre as cultivares recomendadas, estiveram: BRS Tracajá, BRS Barreiras, BRS Carnaúba, BRS Sambaíba e BRS Babaçu.

No estado do Mato Grosso, a introdução de cultivares de soja ocorreu em 1970. Em 1981, com a colaboração da EMATER-MT, CPAC e UFV, foi desenvolvida a primeira hibridação com o lançamento da cultivar UFV-Araguaia. Também significativa, em 1993, foi a criação da Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso – Fundação MT – fundada por um grupo de 23 produtores rurais. Foram desenvolvidas diversas cultivares importantes no desenvolvimento e avanço no estado. Outro momento relevante, para o estado, ocorreu, em 2001, com a parceria da Fundação MT e a Tropical Melhoramento e Genética (TMG). Essa parceria se destacou com lançamentos de cultivares de soja com resistência à nematoide de cistos (*Heterodera glycines*) e, mais recente, cultivares resistentes à Ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrhizi*).

2.3 Método populacional - “Bulk”

Esse método é utilizado em alguns programas de melhoramento no Brasil, foi desenvolvido e proposto por Nilsson-Ehle, em 1908, com a cultura do Trigo, realizando trabalhos na *Swedish Seed Association* (SSA) (FERH, 1987; JENSEN, 1988).

A descrição da condução em bulk foi explicada por Ramalho et al. (2012). Inicia-se, na geração F₂, em que as plantas são colhidas em conjunto e, então, uma amostra de sementes é retirada para obtenção da população na geração F₃. Esse processo é repetido normalmente até a geração F₅ ou F₆, quando a maioria dos locos já está em homozigose. Nessa geração, ocorre o que se denomina “abertura do bulk - sacar progênes”, isto é, efetua-se seleção de plantas individuais que darão origem às progênes F_{5:6} ou F_{6:7} para serem avaliadas em

experimentos com repetições. O procedimento de avaliação das progênies é repetido até se identificarem progênies, agora linhagens, para participarem dos experimentos de valor de cultivo e uso (VCU).

Dentre as vantagens desse método, podem-se citar: i) facilidade de condução; ii) pequena necessidade de mão de obra; iii) a possibilidade de conduzir várias populações ao mesmo tempo; iv) permitir a ação da seleção natural (RAMALHO et al., 2012).

Segundo Silva (2009), três aspectos peculiares ao emprego do método bulk devem ser levados em consideração e discutidos: a ação da seleção natural, durante as gerações de autofecundação, a determinação ou o momento adequado para iniciar a seleção e, por fim, a amostragem.

No método bulk é geralmente aceito o argumento da seleção natural durante as gerações de endogamia. A aceitação pode ser conferida, em estudo realizado por Allard (1988), em cevada com 50 gerações em uma população sintetizada, em 1928, constituída por sementes F_1 de todos os possíveis cruzamentos aos pares de 28 cultivares. Para variável rendimento de grãos, houve um aumento de 1% a 2% com a seleção natural.

Outros dois estudos de Gonçalves et al. (2001) e Corte et al. (2002), ambos na cultura do Feijão, os autores verificaram que, em gerações mais avançadas, houve contribuição da seleção natural em acréscimo no rendimento de grãos (4,8% e 2,5% por geração, respectivamente).

O segundo aspecto está relacionado ao momento da abertura do bulk, antecipar ou postergar (RAMALHO et al., 2012). Conforme o autor, a genética quantitativa fornece as informações necessárias, basta olhar as alterações ocorridas nas frequências dos genótipos heterozigóticos com endogamia, em que se notam os acréscimos nas frações da variância aditiva (V_A), de modo expressivo, até a F_4/F_5 , portanto não se justifica postergar a abertura do bulk além dessa geração.

O último aspecto citado por Silva (2009) está relacionado à amostragem no método bulk, contudo não difere tanto dos outros métodos. Muitos autores colocam esse ponto como uma desvantagem apresentada por ele.

2.4 Eficiência da seleção precoce e visual no melhoramento de plantas

O termo seleção precoce pode ser empregado em duas vertentes pelos melhoristas. A primeira refere-se à escolha precoce das populações segregantes, sobretudo, quando conduzida pelo método de bulk. Nesse caso, os descartes ocorrem em F_2 e F_3 das populações de pior desempenho. A atenção passa a ser concentrada nas populações mais promissoras.

A comparação de populações não selecionadas com populações obtidas por seleção visual é uma ferramenta para avaliar a eficiência deste método de seleção. Há vários trabalhos em que esta metodologia foi utilizada, dos quais podem-se destacar trabalhos favoráveis à seleção visual (KNOTT, 1972; BOWMAN et al, 2004) e trabalhos cujos resultados não diferiram significativamente (DE PAUW; SHEBESKI, 1973; DAHIYA et al., 1984; ERSKINE; ISAWI; MASOUD, 1990). Tem-se ainda a opção de selecionar plantas em uma geração e estudar seu efeito nas gerações seguintes. Knott (1994) selecionou para produção de trigo em F_3 e verificou que não houve efeito significativo nas gerações F_4 e F_5 .

A outra vertente da seleção precoce envolve os métodos que obtêm progênies, a partir das gerações F_3 , tais como o pedigree e o bulk dentro das progênies F_2 ou mesmo no bulk tradicional com a seleção logo após a sua abertura.

Para exemplificar a eficácia da seleção precoce, a partir da geração F_2 , Ramalho et al. (2012) mostraram que, com base em um loco representado pelo gene G, em que: sendo o alelo favorável G e a seleção realizada eliminando todos os indivíduos de genótipo gg a eficiência da seleção poderia ser ampliada. A geração F_2 teria 1/4 de GG, 2/4 de Gg e 1/4 de gg, com a eliminação, conforme citado acima do gg, a frequência passa a ser 1/3 GG e 2/3 Gg, ou seja, na geração seguinte de autofecundação das plantas em F_3 teremos 6/12 de GG, 4/12 de Gg e 2/12 de gg. A frequência G_+ passa a ser de 10/12, ou seja, 83,3%. Nesse caso, sem a seleção contra gg, a frequência de G_+ seria de 5/8, isto é, 62,5%.

A eficiência da seleção precoce pode ser verificada, em trabalhos de Boerma e Cooper, (1975) e Gesteira (2017), na cultura da soja e Lima (2013), na cultura do feijão.

Também entre as práticas rotineiras utilizadas pelos melhoristas, nas diferentes fases do programa de melhoramento, a seleção visual é o método mais antigo, simples e, provavelmente, o mais empregado no melhoramento de plantas ao longo do tempo. Utiliza-se, basicamente, a habilidade dos melhoristas em, visualmente, identificar os indivíduos genotipicamente superiores (WEATHERWAX, 1954).

Não há dúvida de que a seleção visual contribui expressivamente para a agricultura, entretanto sempre foi assunto de muita preocupação dos melhoristas e diversos trabalhos

foram desenvolvidos, apontando para sua uma baixa eficiência, quando se trata de caractere de herdabilidade de pequena magnitude. A experiência do melhorista no sucesso da seleção visual é controvertida. Os primeiros trabalhos foram realizados por Engledow e Wadham (1925). Eles relataram que a seleção visual depende da experiência do melhorista, o que foi corroborado por Bowman et al., (2004). Em trabalho de Cutrim (1994), utilizando onze avaliadores, com diferenças de experiência, para verificar a seleção visual na produção de grãos de arroz, observaram que ela depende da experiência do melhorista, porém de baixa eficiência em selecionar as plantas mais produtivas. A pesquisa de Maia et al., (2010), com milho, mostraram que a experiência do selecionador com a cultura não é determinante na eficácia da seleção massal.

Em um trabalho mais recente, Santos (2017) avaliou a eficiência da seleção visual em soja, em ambiente protegido, para isso, foram utilizadas três populações de soja (F₃, F₄ e F₅), composta por 20 famílias cada. Cinco avaliadores com diferentes níveis de experiência efetuaram a seleção visual em cada planta. Os avaliadores diferiram na habilidade de identificar plantas mais produtivas, todavia, neste estudo, não houve diferença em relação à experiência do avaliador com a cultura.

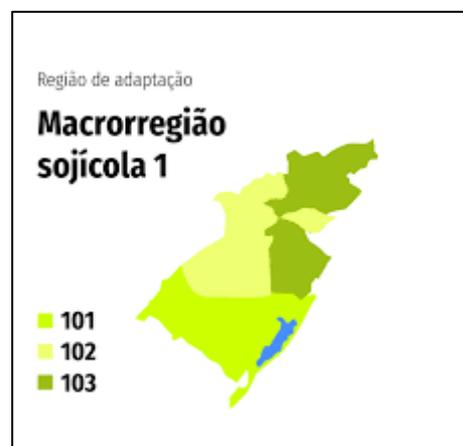
Outra visão quanto à seleção visual refere-se ao descarte. Alguns autores sugerem essa prática com o objetivo de efetuar níveis de descarte com baixo risco de perder genótipos superiores. Neste caso, a intensidade de seleção deve ser branda (JENSEN, 1988).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e descrição dos experimentos

Foram utilizados dados de produtividade de grãos (sacas/ha) do programa de melhoramento de soja da empresa DuPont Pioneer. Os experimentos foram conduzidos, nos anos agrícolas de 2014/15, 2015/16 e 2016/17, em quatro municípios no estado do Paraná, na macrorregião sojícola 1 (103), conforme ilustrado na Figura 1 e descrito na Tabela 2.

Figura 1 – Localização dos experimentos no estado do Paraná (PR), macrorregião 1 .



Fonte: Kaster e Farias, 2012.

Tabela 2- Caracterização dos locais avaliados de acordo com as variáveis altitude (m), latitude (S) e longitude (W).

Ano Agrícola	Locais	Altitude	Latitude	Longitude
2014/15	Guarapuava	1100	25°35'18"	51°29'33"
	Guarapuava	1100	25°35'18"	51°29'33"
2015/16	Candói	950	25°15'48"	51°35'19"
	Palmeira	900	25°25'23"	50°17'17"
2016/17	Candói	950	25°15'48"	51°35'19"
	Prudentópolis	850	25°08'45"	50°48'42"

O método utilizado para condução das populações segregantes foi o bulk. Na safra 2014/15, dez populações foram conduzidas até a geração F₄. Nessa safra, foi realizada a

abertura do bulk (F_{4.5}) e instalado um experimento em Guarapuava com 110 progênies (F_{4.5}) de cada população. As parcelas foram constituídas de uma linha com 2m de comprimento, espaçadas em 90 cm sem repetições. Na colheita as progênies foram sacadas individualmente e pesadas. A partir da produtividade de grãos obtidos, foram selecionadas as 20 melhores progênies de cada uma das 10 populações (intensidade de seleção de aproximadamente 16,4%). Foram também identificadas, aleatoriamente, 20 progênies de cada população. Foram tomadas também três testemunhas já comerciais e adaptadas à região para avaliação de contraste com as progênies selecionadas e aleatórias.

Na safra 2015/16, todas as progênies, agora em F_{4.6}, foram avaliadas em três locais, juntamente com as três cultivares testemunhas. As parcelas foram constituídas de duas linhas de 5 m de comprimento e espaçadas a 50 cm entre linhas sem repetições. O mesmo processo foi realizado, na safra 2016/17, avaliando progênies F_{4.7}, em dois locais (TABELA 3). Em ambas as safras, o caráter considerado foi a produtividade de grãos.

Tabela 3- Detalhes experimentais, por ano agrícola e local, com informações de instalação, tratamentos culturais e data de colheita.

Geral		Instalação				Tratos culturais		
Ano Agrícola	Local	Cultura anterior	Data de semeadura	Adubação de Base	Adubação de cobertura	Inseticida	Herbicida	Fungicida
				Quantidade(kg/ha) e fórmula		Número de aplicações		
2014/15	Guarapuava	Aveia	17/nov	320 (02-20-18)	Não	7	2	7
2015/16	Guarapuava	Aveia	17/nov	320 (02-20-18)	Não	10	2	10
	Candói	Aveia	07/nov	150 (00-25-25)	Não	10	2	10
	Palmeira	Trigo	12/nov	250 (02-30-10)	Não	7	2	7
2016/17	Candói	Aveia	20/out	200 (01-20-20)	Não	7	2	7
	Prudentópolis	Trigo	29/out	200 (08-40-00)	150 (00-60-00)	6	2	6

3.2 Análise estatística

Para análise dos experimentos, foi realizada uma análise de variância envolvendo todos os ambientes – anos e locais e o modelo empregado foi:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + E_j + e_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} : valor observado referente ao efeito aleatório da progênie i no ambiente j ;

u : constante associada a todas as observações;

G_i : efeito aleatório da progênie i ;

E_j : efeito fixo do ambiente j , anos e locais;

e_{ij} : erro experimental associado à observação Y_{ij} .

A acurácia foi estimada pela expressão:

$$r_{\tilde{g}g} = \sqrt{1 - (1/F)}$$

Para avaliação da fonte de variação população, com base na média das 40 progênies (20 selecionadas e 20 aleatórias), foi utilizado o teste de Scott - Knott (1974), para identificação de agrupamentos e consequente diferenciação entre elas.

Estimou-se a herdabilidade (h^2) pelo estimador:

$$h^2 = V_p/V_f, \text{ sendo:}$$

V_p : variância genética entre as progênies e V_f : é a variância entre medias de progênies.

Estimou-se o ganho esperado com a seleção (GS) pelo estimador:

$$GS = ds.h^2$$

Ambos com base na média das progênies nos seis ambientes.

Para análise de variância, acurácia, herdabilidade e ganho de seleção, foi utilizado o programa estatístico R.

4 RESULTADO

Constatou-se, na análise de variância envolvendo todos os ambientes, anos e locais, que a precisão experimental, avaliada por meio do coeficiente de avaliação (CV), pode ser considerada boa (TABELA 4). A fonte de variação ambiente foi significativa. Ela envolveu o efeito de safras e também os locais dentro das safras. Conforme a Tabela 6, observa-se que a maior produtividade média foi obtida, na safra 2016/17, em Candói e Prudentópolis (ambientes 5 e 6), fato justificável, pois as condições climáticas, naquele ano, foram boas.

Constatou-se diferença significativa, para os tratamentos, progênes e testemunhas, condição essa fundamental para atingir os objetivos que foram planejados à pesquisa. O contraste testemunhas *vs* progênes foi não significativo. Considerando que as três testemunhas avaliadas apresentam boas performances, no estado do Paraná, pode-se inferir que será possível selecionar progênes com desempenho superior ao dessas testemunhas.

Entre as testemunhas não foi detectada diferença significativa. Por essa razão, o desempenho das testemunhas, nas tabelas, não foi individualizado, utilizou-se a média representando as três testemunhas.

A fonte de variação população foi significativa. Esse resultado evidencia que, considerando a média das 40 progênes, 20 selecionadas e 20 aleatórias de cada população, elas diferem com relação à média na geração $F_{4;5}$ conforme a Tabela 4. As populações foram agrupadas em quatro grupos de acordo com o teste de Scott – Knott. O grupo de pior desempenho envolveu as populações 1 e 2. Já no grupo das populações com melhor performance, estão as populações 3 e 5. Deve ser salientado que a diferença, na média desses dois grupos, foi de 7% (TABELA 5).

Tabela 4- Resumo da análise da variância da produtividade de grãos (sc/ha) obtida na avaliação de progênies de soja selecionadas (S) e aleatória (A). Dados obtidos nas safras 2014/15 (geração F_{4:5}), 2015/16 (geração F_{4:6}) e 2016/17 (geração F_{4:7}).

FV	GL	QM	P-value
Ambientes	5	20447	5,10 x 10 ⁻¹⁷⁷
Tratamentos	402	148,54	3,10 x 10 ⁻⁰⁸
Testemunha vs progênies	1	10	0,75
Testemunha	2	30	0,74
Progênies	399	149,48	2,06 x 10 ⁻⁰⁸
Grupos (S vs A)	1	1566	7,58 x 10 ⁻⁰⁵
Populações (P)	9	829,444	2,84 x 10 ⁻¹²
(S vs A) x P	9	156,333	0,12
Pop1 S	19	127,632	0,18
Pop1 A	19	185,789	0,01
Pop2 S	19	154,316	0,06
Pop2 A	19	241,684	0,00
Pop3 S	19	72,7895	0,79
Pop3 A	19	420,632	2,75 x 10 ⁻⁰⁹
Pop4 S	19	111,947	0,32
Pop4 A	19	178,0	0,01
Pop5 S	19	76,0	0,75
Pop5 A	19	77,7368	0,73
Pop6 S	19	81,8421	0,68
Pop6 A	19	81,1053	0,69
Pop7 S	19	88,4737	0,59
Pop7 A	19	91,5789	0,56
Pop8 S	19	163,368	0,03
Pop8 A	19	158,684	0,04
Pop9 S	19	41,7368	0,98
Pop9 A	19	84,5263	0,65
Pop10 S	19	57,6316	0,92
Pop10 A	19	94,2632	0,53
Resíduo	1990	99,594	
Acurácia	0,58		
CV (%)	12,9		

Tabela 5- Produtividade média (sc/ha) das populações em cada um dos seis ambientes de avaliação. Dados obtidos nas safras 2014/15 (geração F_{4:5}), 2015/16 (geração F_{4:6}) e 2016/17 (geração F_{4:7}).

Populações	sc/ha			
	Média Geral	Selecionada (S) ¹	Aleatória (A) ²	A/S ³
1	74,9 d	76,3 c	73,5 b	0,96
2	74,7 d	75,4 c	74,0 b	0,98
3	80,5 a	82,4 a	78,5 a	0,95
4	76,9 c	76,6 c	77,3 a	1,00
5	79,6 a	79,0 b	80,1 a	1,01
6	76,7 c	77,8 c	75,6 b	0,97
7	78,1 b	79,4 b	76,8 a	0,96
8	75,9 c	76,7 c	75,3 b	0,98
9	78,2 b	78,6 b	77,7 a	0,98
10	76,5 c	77,8 c	75,1 b	0,96
Media	77,2	78,0	76,4	0,98

¹ Progênieis selecionadas, ² Progênieis aleatórias, ³ Relação de média das progênieis A/S. Médias com a mesma letra numa mesma coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott Knott (1974) a 5% de probabilidade.

Na geração F_{4:5}, que deu início ao processo das 110 progênieis, foram semeadas, em linha e na colheita, a produção de grãos foi obtida de todas elas. As 20 melhores é que deram origem às progênieis selecionadas para a continuidade do processo. Também foram identificadas 20 aleatoriamente que passaram a constituir o grupo das progênieis aleatórias. Nas análises realizadas, apenas essas progênieis selecionadas e aleatórias participaram. Verifica-se, na Tabela 6, que a média das progênieis selecionadas na geração F_{4:5} foi 11,2%, superior à média das aleatórias, condição essa favorável ao que se propunha neste trabalho.

O efeito de grupos avalia se ocorreu diferença significativa na média das 200 progênieis oriundas das progênieis selecionadas, na F_{4:5}, em relação ao igual número tomado aleatoriamente. Na Tabela 4, observa-se que ocorreu diferença significativa (P<0,0001) para essa fonte de variação. A média das progênieis do grupo selecionado (S) foi de 78,0 sc/ha, ao passo que nas tomadas aleatoriamente (A) foi de 76,4 sc/ha, ou seja, o ganho com a seleção

observada na média dos seis ambientes e das dez populações foi de 2,1% (TABELA 5). Deve ser salientado que, se for desconsiderada a geração F_{4:5} dos cinco ambientes/gerações restantes, em três deles a média geral das progênies aleatórias foi similar à da selecionada (TABELA 6).

Tabela 6- Produtividade média (sc/ha) das progênies em cada um dos seis ambientes de avaliação. Dados obtidos nas safras 2014/15 (geração F_{4:5}), 2015/16 (geração F_{4:6}) e 2016/17 (geração F_{4:7}).

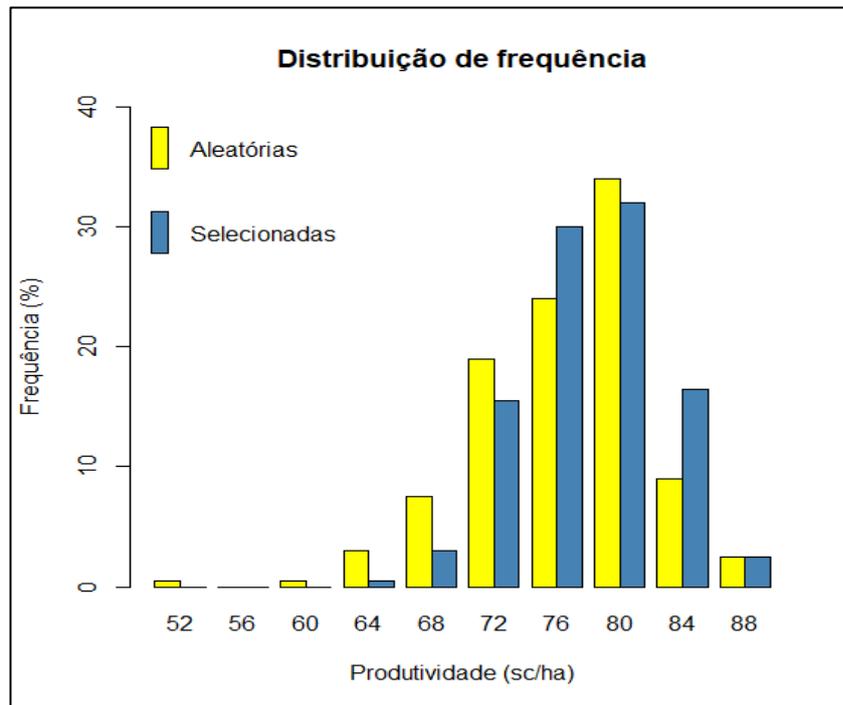
Ano	Geração	Ambientes ¹	sc/ha			
			Média Geral	Selecionada (S)	Aleatória (A)	Testemunha ²
1º	F _{4:5}	1 (s14/15)	74,9	83,3	74,9	74,9
		2 (s15/16)	81,2	80,9	81,2	83,0
2º	F _{4:6}	3 (s15/16)	69,6	69,4	69,6	72,6
		4 (s15/16)	67,7	67,8	67,6	66,1
3º	F _{4:7}	5 (s16/17)	82,9	82,6	83,2	83,8
		6 (s16/17)	84,9	85,6	84,9	84,6
Média 6 ⁽¹⁾			76,9	78,3	76,8	77,5

¹Ambientes: 1- Guarapuava-PR, 2- Guarapuava-PR, 3- Cândói-PR, 4- Palmeira-PR, 5- Cândói-PR, 6- Prudentópolis-PR.

²Testemunha: produtividade média das três testemunhas utilizadas.

Na Figura 2 é apresentada a distribuição de frequência de produtividade de grãos (sc/ha) das progênies advindas das plantas selecionadas e aleatoriamente. Veja que as progênies das plantas selecionadas concentraram-se nas classes com maior produtividade, explicando por que, na média, as progênies selecionadas foram superiores às aleatórias.

Figura 2- Histograma de produtividade de grãos (sc/ha) das progênes de soja selecionadas (S) e aleatória (A), média dos seis ambientes, em 10 populações avaliadas.



Resultado expressivo foi o fato de que o contraste progênes *vs* grupo, ou seja, a média de todas as progênes, independente da população selecionada ou aleatória, foi não significativa (TABELA 4). Esse resultado pode ser comprovado na Tabela 5. Observe que apenas em duas (4 e 5) das dez populações a média das progênes aleatórias foi ligeiramente superior à selecionada.

Os resultados apresentados na Tabela 4, também, possibilitam inferir se a seleção ou não das progênes afeta a variabilidade observada entre as progênes dentro de cada população. Embora não houvesse concordância perfeita nas estimativas do teste de F, para as populações, com relação a progênes selecionada ou aleatória, observa-se que, dentro das selecionadas, na maioria dos casos, o teste de F foi não significativo, já ao contrário foi observado para as progênes aleatórias.

A comprovação desse último comentário também pode ser observada na Tabela 7, onde estão apresentadas as estimativas da herdabilidade (h^2), para a seleção na média das progênes, nos seis ambientes. Observa-se que a h^2 entre as progênes selecionadas foi, para a maioria das populações nula, o que não ocorreu com as de origem aleatória. Apenas no caso da população 8, a sua magnitude foi semelhante para selecionada e aleatória.

Tabela 7- Estimativa da herdabilidade (h^2) da produtividade de grãos (sc/ha) obtida pela seleção na média das progênes selecionadas (S) e aleatória (A) para cada uma das populações analisadas.

Populações	Herdabilidade (%)					
	LI	Selecionada (S)	LS	LI	Aleatória (A)	LS
1	-0,35	0,22	0,63	0,06	0,46	0,74
2	-0,12	0,35	0,69	0,28	0,59	0,80
3	-1,37	0,00	0,35	0,58	0,76	0,88
4	-0,54	0,11	0,58	0,02	0,44	0,73
5	-1,27	0,00	0,38	-1,22	0,00	0,40
6	-1,11	0,00	0,43	-1,13	0,00	0,42
7	-0,95	0,00	0,47	-0,88	0,00	0,49
8	-0,05	0,39	0,71	-0,08	0,37	0,71
9	-3,14	0,00	-0,11	-1,04	0,00	0,44
10	-1,99	0,00	0,19	-0,83	0,00	0,50

Dados de limite inferior de herdabilidade (LI) e limite superior de herdabilidade (LS). (Knapp et.al., 1985).

Em relação ao ganho de seleção (GS%), pode-se observar (TABELA 8) que as progênes selecionadas tiveram menor magnitude de GS% (1,24%) em relação ao obtido com as progênes do grupo aleatória (4,81%). Esse resultado já era esperado, pois, como já mencionado, as estimativas de h^2 nas progênes selecionadas foi menor.

Tabela 8- Estimativa de herdabilidade (h^2) das progênies de soja selecionadas (S) e aleatórias (A), médias dos seis ambientes, em 10 populações avaliadas.

Estimativas	Todas progênies (40)	S (20) ¹	A (20) ¹
MS ²	85,07	85,46	85,75
MG ³	77,20	78,00	76,40
(h^2) ⁴	0,33	0,13	0,44
GS ⁵	2,03	0,97	3,67
GS% ⁶	3,41	1,24	4,81

¹ N° de progênies selecionadas.

² Média das 20 melhores progênies oriundas dos seis ambientes.

³ Média geral, considerando: 400 todas progênies, 200 progênies S e A oriundas dos seis ambientes.

⁴ Herdabilidade.

⁵ Ganho de seleção em sc/ha.

⁶ Ganho de seleção em porcentagem.

Quando realizada a aleatorização das progênies, entre as 20 progênies de cada população, algumas coincidiram. O número variou de 0 a 13 com média de 6,2, isto é, 31% (TABELA 9).

Tabela 9- Número de progênies que estiveram simultaneamente no grupo das selecionadas (S) e aleatórias (A) por população.

Populações	Número que coincide (S+A)	% coincide
1	8	40
2	13	65
3	8	40
4	5	25
5	8	40
6	5	25
7	12	60
8	1	5
9	2	10
10	0	0
Média	6,2	31,0

5 DISCUSSÃO

O sucesso de qualquer processo seletivo depende, principalmente, da precisão com que as progênies são avaliadas. Neste trabalho (TABELA 4), a precisão avaliada pelo coeficiente de variação pode ser considerada boa (CV de 12,9%). Na literatura são encontradas estimativas de CV, para avaliação de progênies de soja, no Brasil, semelhante às relatadas neste trabalho (SOARES et al., 2015; PEREIRA 2016; SILVA et al., 2016).

Deve ser enfatizado que, neste trabalho, foram avaliados 403 tratamentos – 400 progênies mais três testemunhas. Em uma condição como essa, não é aconselhável o emprego de blocos casualizados, como foi realizada a análise, em razão de uma possível dificuldade de se ter um bloco homogêneo, mesmo considerando que a parcela era de apenas uma linha com 2 m de comprimento na primeira safra e nas demais duas linhas de 5 m de comprimento.

A opção que as empresas de melhoramento utilizam, quando se tem um número grande de tratamentos a serem avaliados, é o delineamento de blocos aumentados, utilizando duas ou mais testemunhas comuns por bloco. Neste trabalho, as testemunhas foram sistematizadas na área sem possibilidade de se ter as testemunhas comuns a todos os blocos. Por essa razão, não foi realizada a análise de variância por ambiente. Enfatiza-se que há informações que esse delineamento, embora amplamente empregado, deve ser evitado (AGUIAR; RAMALHO; SOUZA, 2000).

As análises foram efetuadas considerando cada ambiente como sendo uma repetição – bloco. A precisão foi boa, como já mencionado, contudo a estratégia utilizada restringe as informações que poderiam ser obtidas. Por exemplo, não foi possível estimar as interações progênies x ambientes-locais ou anos e populações x ambientes.

Nos últimos anos, tem sido muito estimulado o emprego da estimativa da acurácia como medida de precisão experimental. Neste trabalho, a estimativa de acurácia foi considerada de magnitude mediana ($r_{gg}=57,7$), utilizando os critérios de Duarte e Resende (2007), ao contrário do interpretado pelo coeficiente de variação. Deve ser apontado, entretanto, que a acurácia depende da existência de variação entre os tratamentos e, como foi visto anteriormente, a variação entre as progênies, especialmente para algumas populações, não foi expressiva.

Nos programas de melhoramento de soja das grandes empresas de semente, são obtidas centenas de populações segregantes, as quais são avançadas em bulk até F₄/F₅, quando são sacadas as progênies (BERNARDO, 2014). Posteriormente, as melhores progênies são avaliadas, em experimentos sem repetição e, em alguns casos, visualmente, são escolhidas as

melhores para continuar o processo seletivo. Neste trabalho, o foco principal foi avaliar a eficiência ou não da seleção precoce, que foi realizada na geração $F_{4:5}$, isto é, logo após as progênies terem sido sacadas. Infelizmente não foi encontrado nenhum relato a esse respeito com a cultura da soja.

A seleção ou não foi aplicada em uma amostra de 110 plantas dentro do bulk na geração $F_{4:5}$, como já mencionado. Como de cada bulk foram selecionadas 20 plantas e tomadas aleatoriamente 20 plantas, poderia ser questionado o tamanho das amostras utilizado para representar a população. Não existem muitos relatos a respeito do número de progênies, para representar uma população, os existentes apontam que esse número não necessita ser muito grande (FOUILLOUX; BANNEROT, 1998; RAMALHO et al., 2012). Contudo STEEL et al. (1997) comentaram que em amostras de tamanho 20 a relação entre a amplitude de variação (AV) e o desvio padrão é de 3,7 com amostra de tamanho 50; esse número passa para 4,5 e com 100 o incremento é ainda menor, o valor é de 5,0, ou seja, o incremento na AV com o aumento no número de progênies não é muito grande.

Ficou evidenciado, neste trabalho, que a seleção precoce proporcionou ganho, independente de população segregante considerada de 2,1%. Esse resultado é mais expressivo, considerando que refletiu, em média, o que ocorreu após três anos, ou seja, mesmo com uma provável interação progênies x anos, ainda, foi observado o sucesso da seleção precoce entre as progênies $F_{4:5}$. Deve ser salientado, também, que a seleção precoce foi realizada em um local e progênies avaliadas em outros locais. De modo análogo, mesmo com a provável interação progênie x locais, o progresso com a seleção realizada foi detectada.

Como enfatizado por Bernardo (2014), para a seleção precoce ser eficiente, é necessário que a herdabilidade do caráter, no momento da seleção, seja alta. Considerando que as progênies, na geração $F_{4:5}$, foram avaliadas sem repetição, a herdabilidade não pode ser estimada, mas deve ter sido baixa, o que deve ter prejudicado a eficiência da seleção.

Como já foi salientado nos programas de melhoramento de soja, serão obtidas centenas de populações, essas são avançadas em bulk até F_4 . Nessa geração, são sacadas progênies normalmente de 50 a 100 progênies por cruzamento. Dessa forma, na geração $F_{4:5}$, serão avaliadas mais de 50.000 progênies. Essa avaliação normalmente é realizada visualmente em muitas empresas.

Seria importante, também, no futuro, avaliar a eficiência dessa seleção visual, já que, nessa etapa, a redução no número de progênies que irá para a geração $F_{4:6}$ é grande. Assim, verificar se a seleção visual, nessa condição, é eficiente seria fundamental e nenhum relato a esse respeito foi encontrado.

Outro aspecto importante foi evidenciado neste trabalho. As dez populações envolvidas na pesquisa diferiram com relação à produtividade de grãos e a variabilidade genética liberada. Verificou-se que duas populações apresentaram maior média que as demais (TABELA 5) e, também entre essas duas, em uma delas, a população três, associou média alta com h^2 alta, condição essa fundamental para se ter sucesso com a seleção.

Assim, se fosse realizada a seleção precoce das populações, nas gerações F_2 e F_3 , por exemplo, os melhoristas poderiam se concentrar apenas nas populações mais promissoras. Nesse caso, seria possível avaliar maior número de progênies de cada população selecionada. Assim procedendo, o número de progênies $F_{4:5}$ seria reduzindo, sendo exequível avaliar essas progênies, em experimentos com repetições, embora o número de sementes pudesse ser uma limitação na utilização de repetições. A eficiência da seleção seria ampliada, pois ela seria efetuada na média das progênies obtidas com mais repetições.

A avaliação dos bulk's poderia iniciar em F_2 , utilizando parcelas com 500 plantas, por exemplo, repetida em 3 a 4 locais. Esse procedimento seria novamente realizado na geração F_3 . Na geração F_4 , apenas as populações promissoras seriam semeadas, para se sacar plantas, como já foi enfatizado.

Constata-se, na Tabela 7, que a estimativa da h^2 , considerando todas as dez populações, foi muito superior entre as progênies aleatórias ($h^2 = 0,44$) em relação à selecionada ($h^2 = 0,13$). Assim, confirma-se o que já foi comentado, para as populações individualmente, que a variação entre as progênies aleatória foi maior que a selecionada.

Considerando que as médias das 20 melhores progênies, selecionada ou aleatória, foram semelhantes, o ganho esperado com a seleção entre as progênies aleatória (GS=4,81%) foi muito superior ao obtido para as progênies selecionadas (GS=1,24%). Nessa condição, fica evidente que a seleção de progênies na geração $F_{4:5}$ não foi vantajosa.

6 CONCLUSÃO

A seleção das progênies em $F_{4.5}$ como foi realizada não foi eficaz.

A seleção das populações em $F_{4.5}$ ou outras gerações menos avançadas é uma boa estratégia para as empresas.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A.M.; RAMALHO, M.A.P; MARQUE JUNIOR, O.G. Controle genético do stay green (*Phaseolus vulgaris*). **Revista Ceres**. V.47. n 270. P 155-167. 2000.
- ALLARD, R.W. Genetic changes associated with the evolution of adaptedness in cultivated plants and their wild progenitors. **Jornal of Heredity**, Cary, v.79, n.4, p.225-238, july/aug 1988.
- BERNARDO, R. **Breeding for quantitative traits in Plants**. Ed. 2 .Woodbury: Stemma Press, 2010. 400p.
- BERNARDO, R. **Essentials of plant breeding**. Stemma Press, Minnesota 2014, 252 p.
- BOERMA, H.R.; COOPER, R.L Effectiveness of early- generation yield selection of heterogeneous lines in soybeans. **Crop Science**, Madison, v.15, n.3, p. 313-315, May/June 1975.
- BOWMAN, D. T. et al. Visual selection for yield in cotton breeding programs. **The Journal of Cotton Science**, Baton Rouge, v. 8, n. 2, p. 62-68, Aug. 2004
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos – Safra 2016/17**, v.4, n.12, Brasília, p.1-158, 2017.
- CORTE, H.R.; RAMALHO, M. A. P.; GONÇALVES, F. M. A.; ABREU, A. de F. B. A. Natural selection for grain yield in dry bean populations bred by the bulk method. **Euphytica**. Wageningen, v. 123, n.3, p. 287-393, 2002.
- CUTRIM, V. A. **Eficiência da seleção visual na produtividade de grãos de Arroz (*Oryza Sativa*)**. 1994. 92 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1994.
- DAHIYA, B.S. et al. Early generation yield testing versus visual selection in chickpea (*Cicer arietinum* L.). **Theoretical and Applied Genetics**, Ludhiana, v. 68, n. 6, p. 525-529, May./Oct. 1984.
- DePAUW, R. M.; SHEBESKI, L. H. An evaluation of an early generation yield testing procedure in *Triticum aestivum*. **Canadian Journal of Plant Science**, Monitoba, v. 53, n. 4, p. 465-470, July 1973.
- ENGLEDOW, F.L.; WADHAM, S.M. Investigation on yield in the cereals II: a spacing experiment with wheat. **Jornal of Agricultural Science**, Cambridge v.15, n.2, p.390-439, Apr 1925.
- ERSKINE, W.; ISAWI, J.; MASOUD, K. Single plant selection for yield in lentil. **Euphytica**, Wageningen, v. 48, n. 2, p. 113-116, July 1990.
- FEHR, W.R. **Principles of cultivar development: theory and technique**. New York: Mamillann, 1987. V.1, 525p.

FOUILLOUX, G.; BANNEROT, H. Selection methods in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In: GEPTS, P. **Genetic resources of *Phaseolus beans***. Dordrecht Kluwer Academic, 1998. P. 503-541.

FUNDAÇÃO BRADESCO. **Departamento de pesquisas e estudos econômicos (DEPEC) – Junho de 2017.**

GESTEIRA, G. S. **Seleção de linhagens de soja precoce para produtividade e qualidade de grãos.** 2017. 56 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

GONÇALVES, F. M. A.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. de F. B. A. Natural selection in four common bean traits. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. Londrina, v. 1, n.3, p. 213-220, 2001.

JENSEN, N. F. **Plant breeding methodology**. New York: J. Wiley, 1988. 676 p.

KASTER, M.; FARIAS, J.R.B.; **Regionalização dos testes de Valor de Cultivo e Uso e da indicação de cultivares de soja – Terceira Aproximação.** Documento 330, Londrina, p. 1-70, 2012.

KNAPP, S.J.; STROUP, W. W.; ROSS, W. M. Exact confidence intervals for heritability on a progeny mean basis. **Crop Science**. Madison, v.25, p.192-194, Jan. 1985.

KNOTT, D. R. Effects of selection for F2 plant yield on subsequent generations in wheat. **Canadian Journal Plant Science**, Ottawa, v. 52, n. 5, p. 721-726, Sept. 1972.

KNOTT, D. R. The use of bulk F2 and F3 yield test to predict the performance of durum wheat crosses. **Canadian Journal Plant Science**, Ottawa, v. 74, n. 2, p. 241-245, Nov. 1994.

LIMA, D. C. **Seleção precoce de populações segregantes de feijoeiro para alguns caracteres simultaneamente.** 2013. 78 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

MAIA, L.G.S.; CASTRO, C.E C.; FERNANDES, S.B.; **Comparação Entre Seleção Massal Visual e Produtividade na Cultura do Milho. XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo**, CD Rom, 2010.

MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (1981). **A soja no Brasil**. Instituto de tecnologia de Alimentos-ITAL, Campinas, 1061p.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ABREU, A. F. B.; NUNES, J. A. R. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas.** UFLA. V.1, p. 217, 2012.

RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J.B. Precisão e controle de qualidade de experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.3, p. 182-194, set. 2007.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**. Raleigh, v.30, n.3, p.507-512, Sept, 1974.

SEDIYAMA, T. **Melhoramento genético da soja**. Londrina: Ed. Mecenas, v.1, 2015. 352p.

SILVA, F. C. S. **Eficiência da seleção visual de caracteres agronômicos para produção de soja sob em ambiente protegido**. 2017. 76 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2017.

SILVA, K.B. ; BRUZI, A.T. ; ZUFFO, A.M. ; ZAMBIAZZI, E.V. ; SOARES, I.O. ; DE REZENDE, P.M. ; FRONZA, V. ; VILELA, G.D.L. ; BOTELHO, F.B.S. ; TEIXEIRA, C.M. ; DE O. COELHO, M.A. Adaptability and phenotypic stability of soybean cultivars for grain yield and oil content. **Genetics and Molecular Research** v. 15, p. 1-11, 2016.

SOARES, I. O. ; REZENDE, P. M ; BRUZZI, A. T. ; ZUFFO, A. M. ; ZAMBIAZZI, E. V. ; FRONZA, V. ; TEIXEIRA, C. M . Interaction between Soybean Cultivars and Seed Density. **American Journal of Plant Sciences** , v. 06, p. 1425-1434, 2015.

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

UNFRIED, J.R.; BRAGA, N.R. (2011). Os desafios da soja tropical no Brasil, **Boletim de Pesquisa de Soja, 2011**. Fundação MT, p.23-43.

WEATHERWAX. E. I. **Indian corn in old America**. New York: Macmillan, 1954. 253p.