



EMANOEL SANCHES MARTINS

**CONTROLE GENÉTICO DO NÚMERO DE FLORES E DO
VINGAMENTO FLORAL EM FEIJÃO**

**LAVRAS - MG
2017**

EMANOEL SANCHES MARTINS

**CONTROLE GENÉTICO DO NÚMERO DE FLORES E DO VINGAMENTO
FLORAL EM FEIJÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação 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
Dra. Ângela de Fátima Barbosa Abreu
Co-orientadora

**LAVRAS - MG
2017**

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

Martins, Emanuel Sanches.

Controle Genético do Número de Flores e do Vingamento
Floral em Feijão / Emanuel Sanches Martins. - 2017.

56 p. : il.

Orientador(a): Magno Antonio Patto Ramalho.

Coorientador(a): Ângela de Fátima Barbosa Abreu

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2017.

Bibliografia.

1. Cruzamentos dialélicos. 2. Melhoramento vegetal. 3.

Phaseolus vulgaris. I. Ramalho, Magno Antonio Patto. II. Abreu,
Ângela de Fátima Barbosa. III. Título.

EMANOEL SANCHES MARTINS

**CONTROLE GENÉTICO DO NÚMERO DE FLORES E DO VINGAMENTO
FLORAL EM FEIJÃO
GENETIC CONTROL OF NUMBER OF FLOWERS AND FLOWER SET IN BEANS**

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

Aprovada em 16 de Janeiro de 2017
Dr. Adriano Teodoro Bruzi – UFLA
Dra. Aurinelza Batista Teixeira Condé - EPAMIG

Prof. Dr. Magno Antonio Patto Ramalho
Orientador

**LAVRAS - MG
2017**

*Aos meus pais, Edivaldo e Marislei e a meu afilhado Victor, **Dedico.***

AGRADECIMENTOS

A Deus por sempre estar ao meu lado e iluminar todo meu caminho.

Aos meus pais, Edivaldo e Marislei, meus irmãos Edicarlos, Edimari, Emilly, minha cunhada Tamires, e meu afilhado Victor, pelo incentivo e apoio, sendo sempre uma válvula de escape, amo vocês.

Ao professor Magno pelas inúmeras oportunidades oferecidas em dois anos de convivência, ensinamentos, liderança e orientação dedicados a mim e a esse trabalho. Como também ao exemplo de pessoa que sempre se mostrou, sempre apoiando em qualquer que fosse a ocasião, lembrarei dos seus conselhos sempre.

À Ângela pelo apoio, confiança e aconselhamentos, principalmente a calma, serenidade e disposição em sempre me ajudar desde a graduação.

Aos membros da banca Professor Bruzi e a doutora Aurinelza pela excelente contribuição com este trabalho.

A Professora Livia, uma mãe mais que especial em minha vida, que mesmo distante se fez presente em todos os momentos. Obrigado por todos conselhos, incentivo e apoio, a senhora foi e sempre será lembrada em minhas conquistas.

Aos amigos Kellen, Vavá, Fran, Chico, Thaise e Ramom agradeço principalmente pela família que nos tornamos sendo nas horas vagas pessoas que estavam sempre dispostos a proporcionarem momentos agradáveis de alegria, descontração e lazer.

A Dona Eloiza, Seu Ferreira, Dona Malda e Edmar que foram grandes pais aqui em Lavras.

Aos amigos e colegas de trabalho do “Feijão”, em especial ao Chico, que em finais de semana, feriados, “dias santos” e até a noite ajudaram diretamente para realizar este trabalho, foram horários de trabalho que apesar de incomuns foram necessários mais que se tornaram muito prazerosos e principalmente alegres, principalmente na hora dos lanches, levarei todos na memória e no coração.

Agradeço também aos funcionários do campo Léo, Lindolfo e Zé Carlinho que se tornaram também grandes amigos e contribuíram para a realização deste trabalho.

A turma de mestrado apáticos 2015/1, pessoas especiais que sempre levarei comigo. Foram momentos de muito sacrifício, mas que ao final de tudo vemos que tudo foi válido, não só pelos momentos de estudos, mas também todos os momentos de descontração.

Não poderia deixar de agradecer em especial aos grandes amigos Zina, Gabrielzinho, Carolzinha, Roxane, Ariri e Fernanda (Fito) pessoas que sempre me apoiaram e incentivaram, vocês foram peças fundamentais para esse momento.

A todos os professores do Programa que contribuíram e muito para que eu pudesse chegar até aqui.

À Universidade Federal de Lavras e ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas pela oportunidade.

Ao pessoal da secretaria, em especial a querida e amiga Lilian que sempre esteve ao nosso lado.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pela concessão de bolsa de estudos.

Para todos os amigos do GEN que contribuíram de forma imprescindível para a minha vida acadêmica.

A todos que de alguma maneira contribuíram para este trabalho.

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

O número de vagens por planta do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é um dos principais componentes primários da produtividade de grãos. Este depende do número de flores produzidas e da percentagem destas que originam vagens, ou seja, do vingamento floral. Assim informações a respeito do controle genético do número de flores e do vingamento floral em uma dada condição, é uma das alternativas para se avaliar o potencial produtivo de uma planta/cultivar e possíveis estratégias de seleção. Visando o estudo do controle genético destes caracteres e verificar se sua estimativa varia com as condições ambientais e o pool gênico de origem foi realizado o presente estudo. Para isso foi realizado um dialelo completo sem considerar os recíprocos, utilizando seis linhagens. Os 21 tratamentos foram avaliados em três safras/gerações - F₂, F₃ e F₄ – durante os anos de 2015/2016. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições. A parcela era constituída de três linhas com 4m. Na linha central foi colocado um receptáculo de tela de 1 m de comprimento, visando coletar as flores/vagens e outras partes da planta que caíam antes da colheita. Os seguintes caracteres foram considerados: número de vagens/planta (X), número de flores/planta (N), percentagem de vingamento floral/planta (V), número de grãos/planta (Y), peso de 100 grãos (Z) e produção de grãos/planta (W). Utilizando as médias procedeu-se a análise dialélica conjunta utilizando a metodologia de Griffing (1956). Posteriormente foi estimado as correlações entre N, V e W. O número de flores de uma planta de feijão é em média de 31,9 e a percentagem de vingamento floral é de 40,4%. A média dos genitores de origem Mesoamericana, em geral, para N e V é maior que nos Andinos. A seleção realizada pelos melhoristas ao longo do tempo não contribuiu para o aumento do N e V. A capacidade específica de combinação (CEC) explicou a maior parte da variação para o número de flores totais, evidenciando predomínio de efeito de dominância no sentido de aumentar a expressão do caráter em seu controle genético. Contudo para a percentagem de vingamento floral a contribuição da dominância foi ligeiramente menor que a capacidade geral de combinação (CGC) e visando a redução do caráter. Indicando que para o controle genético de V, ocorrem locos com efeito aditivo e também de dominância. Os genitores diferiram na estimativa da CGC (gi) para N e V. Sendo que para a V linhagens de origem Mesoamericana sempre apresentaram estimativas de CGC positivas. Quanto maior o número de flores totais, menor foi a percentagem de vingamento floral. Enquanto maior a percentagem de vingamento floral ou maior número de flores, maior é a produção de grãos. Esses dois caracteres são muito influenciados pelo ambiente e devem atuar como uma estratégia para maior estabilidade da produção de grãos do feijoeiro.

Palavras chaves: Cruzamentos dialélicos. Melhoramento vegetal. *Phaseolus vulgaris*.

ABSTRACT

The pods' number per plant of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is one of the main primary components of grain yield. It depends on the number of flowers that are produced and the percentage of these flowers that give rise to pods, that is, flower set. Thus, information about the genetic control of the number of flowers and flower set in a given condition is one of the alternatives to evaluate the productive potential of a plant/cultivar and possible selection strategies. The objectives of this study was to understand the genetic control of these traits and to verify if their estimate differs with the environmental conditions and the gene pool of origin. For this, a complete diallel was performed without the reciprocal ones, using six lines. The 21 treatments were evaluated in three harvests/generations - F₂, F₃ and F₄ - during the 2015/2016 year. The experiment was conducted in a randomized block design with four replications. The plot had three rows with 4m. In the central rows There was a 1 m long screen receptacle to collect the flowers/pods and other parts of the plants that fell before harvest. The following traits were considered: number of pods / plant (X), number of flowers / plant (N), percentage of flower set / plant (V), number of grains / plant (Y), weight of 100 grains and grain / plant production (W). Using the means, a combined diallel analysis was performed applying the Griffing methodology (1956). The correlation between N, V and W was estimated later. The bean usually have a mean of 31.9 flowers/plant and a flower set percentage of 40.4%. The mean of the genitors that have Mesoamerican origin, in general, for N and V is higher than Andean genitors. The selection done by the breeders over the time did not contribute to increase N and V. The specific capacity ability (SCA) explained most of the variation for the number of total flowers, evidencing the dominance effect in order to increase the expression of the trait in its genetic control. However, for the flower set percentage, the dominance contribution was slightly lower than the general combining ability (GCC) and aiming the trait reduction. Indicating that for the genetic control of V, loci occur with additive effect and also dominance. The genitors differed in the GCC (gi) estimate for N and V. The genitors differed in the GCC (gi) estimate for N and V. the Mesoamerican lines always presented estimates of positive CGC for V. As higher as the number of total flowers, the percentage of flower set was smaller..We observed that the grain yield was greater when the number of flowers and flower set was greater. . These two traits are very influenced by the environment and should act as a strategy for greater stability of bean grainyield.

Keywords: Diallell crosses. Plant breeding. *Phaseolus vulgaris*.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	Florescimento e o vingamento floral do feijoeiro	12
2.2	Controle Genético de Caracteres Associado ao Florescimento e Vingamento Floral..	14
3	MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1	Local.....	17
3.2	Características dos genitores envolvidos no dialelo	17
3.3	Obtenção das combinações híbridas	17
3.4	Avaliação das Populações Segregantes e Genitores.....	17
4	RESULTADOS.....	23
5	DISCUSSÃO	44
6	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS	50
	APÊNDICE	55

1 INTRODUÇÃO

A procura de estratégia que possa incrementar a produtividade de grãos das plantas cultivadas é um desafio a ser superado pelos melhoristas. No caso do feijoeiro e outras leguminosas, a produtividade depende de vários fatores bióticos e abióticos, e consequentemente o potencial produtivo das plantas quase nunca é obtido devido aos estresses.

A produtividade potencial em grãos do feijoeiro (W) é dependente do número de vagens (X), número de sementes por vagens (Y) e peso médio dos grãos (Z), o produto $X.Y.Z = W$. A contribuição de cada um desses componentes primários da produção é variável, contudo, em inúmeras situações o número de vagens/planta tem se mostrado o mais importante (COSTA; ZIMMERMANN, 1988; ZILIO et al., 2011; GUILHERME et al., 2015).

O número de vagens por sua vez é dependente dos números de flores produzidas pela planta e o vingamento floral, ou seja, a proporção de flores que originam vagens. Normalmente o número de flores por planta é muito superior ao de vagens, isto é, o vingamento floral é quase sempre pequeno. Em consequência a planta não tem condições de expressar todo o seu potencial, como já mencionado, pois os estresses bióticos e abióticos afetam o vingamento floral.

Infelizmente não existem muitos relatos de estimativa da proporção do vingamento floral no feijoeiro. As existentes são relativamente antigas e utilizando cultivares e sistemas de manejo diferentes dos que ocorrem atualmente (RAMALHO; FERREIRA, 1979; IZQUIERDO; HOSFIELD, 1981; REIS; RAMALHO; CRUZ, 1985).

O conhecimento do número de flores e vingamento floral numa dada condição, como já salientado, é uma das alternativas para se avaliar o potencial produtivo de uma planta/cultivar. Para os melhoristas seria importante não só avaliar esse potencial produtivo das linhagens, como também ter informações a respeito do controle genético destes caracteres. Não foram encontrados relatos a respeito do controle genético do número de flores e da porcentagem de vingamento floral. No estudo do controle genético, existem na literatura vários métodos (BERNARDO, 2010; HALLAUER; MIRANDA FILHO; CARENA; 2010; RAMALHO et al., 2012). Entre esses métodos um dos mais utilizados é o dos cruzamentos dialelos, sobretudo pela sua versatilidade e o tipo de informação que é de grande interesse aos melhoristas.

O feijão tem dois centros principais de domesticação, o Andino e o Mesoamericano, que originaram pools gênicos bem distintos, com reflexo em vários caracteres sendo um deles o florescimento. O melhoramento genético que vem sendo realizado na região do Sul de Minas Gerais teve e tem como foco, alguns caracteres além da produtividade. Contudo, nenhum relato

foi encontrado de um possível efeito direto ou indireto na seleção no número de flores produzidas ou no vingamento floral do feijoeiro.

Assim, o objetivo deste trabalho foi: obter informações a respeito do controle genético do número de flores e a percentagem do vingamento floral no feijoeiro a partir de cruzamento dialélico; verificar se o número de flores e/ou a porcentagem de vingamento floral varia com as condições ambientais e o pool gênico da cultivar; mostrar se a seleção realizada ao longo do tempo afetou indiretamente o número de flores e a percentagem de vingamento floral.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Florescimento e o Vingamento Floral do Feijoeiro

O início da fase reprodutiva na cultura do feijoeiro é marcado pelo florescimento. Essa fase é subdividida em cinco etapas e estende-se até o final da maturação (SANTOS et al., 2015). No feijão o florescimento pode se dar de duas maneiras dependendo do seu hábito de crescimento, podendo ser determinado ou indeterminado. Em cultivares de hábito determinado o início do florescimento, se dá inicialmente, pelo surgimento do primeiro botão floral, já nas de hábito indeterminado aparece a primeira inflorescência. Para identificar essa etapa, é necessário distinguir as fases juvenis entre uma primeira inflorescência e uma nova haste. No caso da inflorescência são características as brácteas de forma triangular e as bractéolas de forma arredonda, enquanto na nova haste é a primeira folha trifoliolada (SANTOS et al., 2015).

Em geral, em plantas de hábito indeterminado, a fase vegetativa e a fase reprodutiva ocorrem juntas até no final do ciclo da planta, razão pela qual a fase reprodutiva é mais longa nas cultivares de hábito indeterminado do que nas de hábito determinado, além de que, observa-se normalmente, nessas plantas, vagens maduras e ainda algumas flores (SANTOS et al., 2015).

As flores do feijoeiro são agrupadas em ráculos, nascidos nas axilas das folhas (LEON 1968; SANTOS et al., 2015). São compostas por um pedúnculo que sustenta os botões florais, formando a inflorescência floral (SILVA, 2008). O aparelho reprodutor masculino (androceu) é formado de dez estames diadelfos, isto é, nove aderentes pelo filete (estruturas que contém os grãos de pólen) e um livre. A estrutura feminina (gineceu) possui ovário com vários óvulos (pluriovulado), um estilete (filamento que liga o estigma ao ovário) encurvado e um estigma terminal (parte apical do estilete que recebe os grãos de pólen).

A deiscência das anteras ocorre aproximadamente no momento da abertura da flor, sendo sua morfologia favorável a autopolinização. Quando ocorre a deiscência das anteras (antese), os grãos de pólen caem diretamente sobre o estigma (SANTOS et al., 2015). Após a fecundação, ocorre a queda da corola expondo a primeira vagem em início de desenvolvimento. A partir dessa etapa dá-se início a formação das vagens, enchimento das vagens e o período de maturação (SANTOS et al., 2015).

Nem todas as flores vingam em vagens, sendo o número de vagens/planta um dos componentes primários da produção e em inúmeras situações o mais importante (COSTA; ZIMMERMANN, 1988; GUILHERME et al., 2015). O número de vagens por unidade de área é determinado pela população de plantas, pela produção de flores por planta e pelo número de

flores que efetivamente desenvolvem vagens, ou seja, do vingamento floral. Vários fatores afetam esse último fator, entre eles: temperatura máxima muito elevada, temperatura mínima muito baixa, umidade do solo, umidade relativa, nutrição mineral inadequada e ataque de insetos (FANCELLI, 2009; ZÍLIO et al., 2011).

Altas temperaturas na fase de antese reduzem o número de vagens e sementes no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), devido a um aumento da abscisão de botões florais, flores e vagens jovens (MONTERROSO; WIEN, 1990). Temperaturas superiores a 29°C podem provocar abortamento de flores e queda de vagens jovens, bem como reduzir o número de grãos (SILVA et al., 2006), com efeito negativo na produção e produtividade (BALLARDIN; COSTA; RIBEIRO, 2000).

Em um trabalho realizado por Hoffman Júnior et al. (2007), visou-se estudar a resposta de cultivares de feijão em temperaturas elevadas. Foi observado que, em temperaturas superiores a 30°C, cultivares mais precoces tiveram maior relação com flores e vagens abortados. Além disso na maioria das cultivares estudadas, a taxa de aborto foi alta o que levou a uma redução nos componentes de produção.

Para evitar perdas de produtividade, recomenda-se o plantio do feijoeiro nas épocas em que a floração ocorra em temperaturas diurnas não superiores a 30° C e noturnas a 25°C, tais temperaturas aumentam a taxa de abscisão dos órgãos reprodutivos, causando prejuízo de até 75% na produção (KAY, 1979; GONÇALVES et al., 1997).

Além de altas temperaturas, as baixas temperaturas também exercem influência na redução do vingamento floral. Trabalhos realizados por Farlow (1981), em ambiente controlado, mostraram redução no número de vagens por planta em temperaturas inferiores a 11,4°C. O crescimento do tubo polínico é também retardado com a temperatura inferior a 16,7°C, ocasionando redução no vingamento, além de ocasionar o abortamento de óvulos (FARLOW; BYTH; KRUGER; 1979; DICKSON; BOETTGER, 1984; PAULA JUNIOR; VENZON, 2007).

O vingamento floral é limitado também pela demanda hídrica. O requerimento hídrico é ainda influenciado por diversos fatores como época e local de semeadura, cultivar, condições edafoclimáticas e estágio de desenvolvimento (GOMES et al., 2000). No momento de formação dos botões florais o comprometimento na produção é percebido se ocorre deficiência hídrica (FAGERIA; BALIGAR; JONES, 1991). Os efeitos do déficit hídrico são mais críticos nos estádios de florescimento, formação de vagens e o enchimento de grãos (MAGALHÃES; MILLAR, 1978; HOSTALÁCIO; VÁLIO, 1984)

Além da água, outro fator que influencia o vingamento floral é a umidade relativa do ar. Baixa umidade relativa do ar associada a altas temperaturas, levam a uma maior busca por água na planta, o que ocasiona um aumento na tensão hídrica, reduzindo o pegamento e a retenção final de vagens (PORTES, 1988).

Pelo exposto, o vingamento floral em geral é baixo, e o potencial produtivo da planta nem sempre é atingido. Em um estudo envolvendo cinco cultivares de feijão: Rico 23, Jalo, Carioca, Pintado e Esal 1, durante dois anos - 1975 e 1976, realizado em Lavras, foi constatado que as cultivares utilizadas apresentaram comportamento semelhante com relação ao florescimento. Mais de 90% das flores ocorreram por um período de dez dias, sendo que o vingamento floral foi de apenas 28%, em média (RAMALHO e FERREIRA, 1979).

Avaliando a abscisão em feijoeiro comum, Izquierdo e Hosfield (1981), observaram que em média o vingamento floral foi de 39,5%, não atingindo assim sua produtividade potencial. Estudando os arranjos de populações do feijoeiro na consorciação com o milho também foi constatado que o vingamento floral do feijão, independentemente dos tratamentos e dos locais avaliados, foi de apenas 31%. Constatou-se, também, que o vingamento floral médio dos feijoeiros consorciados foi inferior ao do monocultivo em 11%, independentemente dos tratamentos utilizados. Sendo evidenciado com este resultado que não só o número de flores como também o vingamento floral foram responsáveis pela diminuição na produção de vagens e, conseqüentemente, de grãos do feijoeiro consorciado (REIS; RAMALHO; CRUZ, 1985).

2.2 Controle Genético de Caracteres Associados ao Florescimento e Vingamento Floral

Para o estudo do controle genético de caracteres quantitativos tem sido empregado diversos métodos, podendo empregar componentes de média e ou variância. Várias métodos têm sido utilizadas com esta finalidade e detalhadas em diversos livros-textos (HALLAUER et al., 2010; CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012; RAMALHO et al., 2012).

Dentre os diversas métodos utilizados, o uso da análise dialélica tem sido enfatizada. Cruzamentos dialélicos referem-se ao intercruzamento de n genitores cruzados dois a dois. Tais cruzamentos podem ser empregados com algumas finalidades como: escolha de genitores, obtenção de informações do controle genético de caracteres e predição de compostos – cultivares sintéticas (RAMALHO et al., 2012).

Existem diversos tipos de cruzamentos dialélicos, entre eles, os mais utilizados são:

- a) dialelos completos ou balanceados - que incluem os híbridos nas gerações F_1 ou F_2 , ou qualquer outra geração entre todos os pares de combinações dos genitores, produzindo $p(p-1)/2$ híbridos, sem os cruzamentos recíprocos;
- b) dialelos parciais - dialelos que envolvem dois grupos de genitores, possibilitando incluir um maior número de genitores;
- c) dialelos circulantes - dialelos em que os genitores são representados nas combinações híbridas, sendo que o número de vezes que um genitor participa dos cruzamentos é sempre inferior a $p-1$;
- d) dialelos desbalanceados - aqueles em que algumas das combinações híbridas programadas não foram obtidas.

Entre os métodos que foram desenvolvidos para análise em esquema de dialelo, destacam-se: o método de Jinks e Hayman (1953); o método de Griffing (1956); e o método de Gardner e Ebehart (1966). O enfoque neste trabalho foi dado ao método de Griffing (1956).

São possíveis algumas alternativas de análise pelo método de Griffing (1956). No método I são incluídos os genitores, os híbridos e seus recíprocos; o método II inclui os genitores e os híbridos, sem os recíprocos; no método III consideram-se os híbridos e seus recíprocos, sem os genitores; e, no método IV, são incluídos somente os híbridos, sem recíprocos e genitores.

Para cada um desses métodos existe a possibilidade de se avaliar pelo modelo fixo ou aleatório. Será fixo quando os genitores são “escolhidos” e seus resultados não podem ser extrapolados para a população. O interesse neste caso está em comparar a capacidade de combinação dos pais, quando os próprios são usados como testadores, e identificar as combinações mais produtivas. Quando o modelo é considerado aleatório, os genitores representam uma amostra ao acaso de alguma população como um todo, e as conclusões não são feitas sobre os genitores individualmente, mas sim sobre a população parental. O maior interesse neste caso é estimar os componentes genéticos e ambientais da variância da população; para isso deve-se supor que os efeitos no modelo (exceto a média) têm distribuição normal e independente com média zero e variância conhecida.

A metodologia de Griffing (1956) ainda permite estimar a capacidade geral (CGC) que está relacionada com a concentração de genes predominante aditivos, e da capacidade específica de combinação (CEC) dos híbridos relacionada com a concentração de genes de efeito dominante, podendo-se inferir sobre o controle genético dos caracteres (RAMALHO et al., 2012).

Estudos visando o controle genético combinando vários caracteres de interesse no melhoramento das espécies por meio de cruzamentos dialélicos tem sido relatado por diversos autores (SANTOS; VENCovsky, 1985; KUREK et al., 2001; SILVA; RAMALHO; ABREU, 2007; ARANTES; RAMALHO; ABREU, 2008; PIRES et al., 2014).

Para determinar o controle genético do início do florescimento em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), Santos e Vencovsky (1985) procederam a análise dialélica de oito cultivares e suas descendentes F₂, considerando o modelo aditivo-dominante. Observou-se um ajuste dos dados adequado ao modelo genético empregado, verificando-se que a ação genica aditiva foi predominante em relação a de dominância.

Estudando caracteres associados a produção do feijoeiro, Kurek et al. (2001) estimou a capacidade geral e específica de combinação dos caracteres em análise dialélica utilizando seis diferentes genitores e concluiu que para estes o controle genético se dava por genes de ação aditiva.

A literatura do controle genético dos caracteres do feijoeiro é relativamente ampla. Apesar disso, relatos sobre possíveis estudos quanto ao controle genético do número de flores e da porcentagem de vingamento floral, que é o foco deste trabalho, não foram encontrados.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

Os experimentos foram conduzidos, no Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico da Universidade Federal de Lavras – UFLA, que está situado a 919 metros de altitude, 21°14' de latitude sul e 45° 59' de longitude oeste.

3.2 Características dos genitores utilizados no dialelo

Foram utilizadas seis linhagens provenientes do banco de germoplasma da Universidade Federal de Lavras – UFLA, diferindo em vários atributos, entre eles o número de dias para o florescimento, o pool gênico a que pertence e a época de origem/obtenção (Tabela 1).

Tabela 1. Origem e algumas características das linhagens avaliadas no cruzamento dialélico.

Linhagens	Pool Gênico	Hábito de Crescimento	Nº de dias Florescimento	Período de Obtenção
Eriparsa	Andino	Tipo I	38	Antes de 1970
Goiano	Andino	Tipo I	37	Antes de 1970
Precoce				
Madrepérola	Mesoamericano	Tipo III	44	Após 2010
MAII-22	Mesoamericano	Tipo III	46	Após 2010
Amarelinho	Mesoamericano	Tipo III	46	Antes de 1970
Paraná	Mesoamericano	Tipo III	46	Antes de 1970

Fonte: Do Autor 2017.

3.3 Obtenção das combinações híbridas

Foi realizado cruzamento dialélico envolvendo as seis linhagens, sem considerar os recíprocos. Os cruzamentos para obtenção da geração F₁ foram realizados em casa de vegetação. Para obtenção dos híbridos foi adotada a técnica de hibridação artificial, onde não é feita a emasculação do botão floral (ANTUNES; TEIXEIRA; ZIMMERMANN, 1980). Os 15 híbridos F₁ obtidos, juntamente com os genitores foram semeados em campo, para obtenção da geração F₂.

3.4 Avaliação das Populações Segregantes e Genitores

As populações segregantes foram avaliados nas gerações F_2 , F_3 e F_4 , na safra das águas, seca e outono/inverno, respectivamente, cada qual em uma safra distinta, juntamente com os genitores. Os genitores e os 15 híbridos foram avaliados no delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições. As parcelas eram constituídas por três linhas de 4 m de comprimento com 15 sementes/m linear sendo deixadas 10 plantas/ m linear após o desbaste. Os tratos culturais foram os normalmente adotados na região (RAMALHO; ABREU; GUILHERME, 2014).

A coleta das flores abortadas foi realizada utilizando metodologia semelhante a Izquierdo e Hosfield (1981). Para isso foram construídos receptáculos que foram colocados na linha central de cada parcela (Figura 1A e 1B). Esse receptáculo teve uma dimensão de 1,0 m de comprimento, por 0,50 m de largura e 0,60 m de altura. Como revestimento foi utilizada uma tela de nylon com abertura de 1 mm, de modo que esta ficasse em formato de U. Para confecção do receptáculo foi feita uma armação de madeira com o intuito de sustentar a tela de nylon. Na extremidade inferior ela era cortada. Após a germinação e as plantas estarem nos estádios V3 e V4, eles eram colocados e posteriormente costurado a parte inferior (Figura 1A).

As coletas foram iniciadas cerca de 10 dias após o florescimento. Elas eram realizadas a cada três dias. Em cada receptáculo era cuidadosamente coletado todo o material e observada a presença de flores contendo ovário. O número de flores abortadas foi obtido em cada época de coleta.

Figura 1 - Receptáculo utilizado visando a coleta das flores abortadas. **A.** Aspecto do receptáculo no momento da sua colocação na parcela. **B.** Receptáculo durante o florescimento das plantas.



Na colheita foram obtidos os seguintes caracteres:

a) Número Vagens por planta (X) - no momento da colheita era anotado o número de vagens dentro da rede coletora;

b) Número de flores totais (N) - obtido pelo somatório do número de flores abortadas e o número de vagens;

c) Percentagem de vingamento floral (PV) - obtida pelo estimador:

$$PV = \frac{X}{N} \times 100$$

d) Número de grãos por vagem (Y) – foi obtido o número de grãos pelo estimador:

$$Y = \frac{Y/planta}{X/planta}$$

e) Peso de 100 grãos (Z);

f) Produção de grãos (W) - foram colhidas as plantas individualmente e obtida a produção de grãos por planta.

Todos os dados foram submetidos a Análise de variância por geração/época de semeadura. Para análise foi considerado o efeito de genótipo fixo. O modelo de análise adotado foi:

$$y_{ik} = \mu + t_i + b_k + e_{ik}$$

em que:

y_{ik} : valor observado referente ao tratamento i no bloco k ;

μ : constante associada a todas as observações;

t_i : efeito do tratamento (linhagens/híbridos) i ($i= 1, 2, 3, \dots, 21$);

b_k : efeito do bloco k dentro do ambiente (geração/época de semeadura) j ($k= 1, 2, 3, 4$);

e_{ik} : erro experimental associado à observação y_{ik} , assumindo que os erros são independentes e normalmente distribuídos com média zero e com uma variância comum ou seja $e_{ik} \cap N(0, \sigma^2)$.

Para verificar um possível efeito da rede coletora utilizada para obtenção das flores abortadas, foram coletados dados das plantas contíguas e na mesma linha do coletor. O mesmo número de plantas dentro do coletor, foi colhida na linha contíguas. Procedeu-se uma análise de variância subdividida para os caracteres número de vagens (X) e peso de grão (W). Foi realizada a análise conjunta das gerações/época, considerando todos os efeitos como fixos

exceto o bloco e o erro. O modelo estatístico para o experimento em parcela subdividida conjunta no delineamento em blocos casualizados utilizado foi o seguinte:

$$y_{ilkj} = \mu + b_{k(j)} + t_i + a_j + (ta)_{ij} + (tb)_{ik(j)} + p_l + (pt)_{il} + (ap)_{jl} + (pat)_{lji} + e_{ikjl}$$

em que:

y_{ilkj} : valor observado na parcela experimental que recebeu o tratamento i , na posição l , no ambiente j , no bloco k ;

μ : representa uma constante geral;

$b_{k(j)}$: efeito do bloco k dentro do ambiente (geração/época de semeadura) j ($k=1,2,3,4$);

t_i : efeito do tratamento (linhagens/híbridos) i ($i=1,2,3,\dots,21$);

a_j : efeito do ambiente (geração/época de semeadura) j ($j=1,2,3$);

$(ta)_{ij}$: efeito da interação dos tratamentos x ambientes;

$(tb)_{ik(j)}$: efeito da interação entre os tratamentos i e os blocos k dentro dos ambientes j

(erro a);

p_l : efeito da posição l ($l=1, 2$);

$(pt)_{il}$: efeito da interação entre os tratamentos i e as posições l ;

$(ap)_{jl}$: efeito da interação entre os ambientes j e as posições l ;

$(pat)_{lji}$: efeito da interação entre os tratamentos i , os ambientes j e as posições l ;

e_{ikjl} : erro experimental associado a parcela y_{ilkj} (erro b), assumindo que os erros são independentes e normalmente distribuídos com média zero e com uma variância comum ou seja $e_{ijk} \cap N(0, \sigma_2)$.

A análise conjunta das gerações/época, considerando todos os efeitos como fixos exceto blocos e erro, utilizando os dados obtido apenas dentro do receptáculo, foi realizada utilizando o seguinte modelo:

$$y_{ijk} = \mu + t_i + a_j + b_{k(j)} + (ta)_{ij} + e_{ijk}$$

em que:

y_{ijk} : valor observado referente ao tratamento i , no ambiente j , no bloco k ;

μ : constante associada a todas as observações;

t_i : efeito do tratamento (linhagens/híbridos) i ($i= 1, 2, 3,\dots, 21$);

a_j : efeito do ambiente (geração/época de semeadura) j ($j= 1, 2, 3$);

$b_{k(j)}$: efeito do bloco k dentro do ambiente j ($k= 1, 2, 3, 4$);

$(ta)_{ij}$: efeito da interação dos tratamentos x ambientes;

e_{ijk} : erro experimental associado à observação y_{ijk} , assumindo que os erros são independentes e normalmente distribuídos com média zero e com uma variância comum ou seja $e_{ijk} \cap N(0, \sigma_2)$.

Utilizando as médias foi realizada a análise dialélica, utilizando o método II de Griffing (1956), pelo seguinte modelo:

$$y_{jmm'} = \mu + g_m + s_{mm'} + a_j + (ga)_{jm} + (sa)_{jmm'} + e_{jmm'}$$

em que:

$y_{jmm'}$: média da combinação híbrida ($m \neq m'$) ou genitor ($m = m'$) no ambiente (j);

μ : constante associada a todas as observações;

g_m : efeitos da capacidade geral de combinação do genitor (CGC), ($m= 1, 2, 3, \dots, 6$);

$s_{mm'}$: efeitos da capacidade específica de combinação (CEC), para os cruzamentos entre os genitores de ordem m e m';

a_j : efeito do ambiente j ($j= 1, 2, 3$);

$(ga)_{jm}$: efeito da interação da CGC x ambientes;

$(sa)_{jmm'}$: efeito da interação CEC x ambientes;

$e_{jmm'}$: erro experimental associado à combinação híbrida de ordem mm', no ambiente j, os erros são independentes e normalmente distribuídos com média zero e com uma variância comum $e_{jmm'} \cap N(0, \sigma_2)$.

Estimaram-se as correlações fenotípicas dos caracteres dois a dois (r_{nv}), por safra e na média das safras, utilizando-se o estimador (FALCONER; MACKAY, 1996):

$$r_{nv} = \frac{COV_{nv}}{\sigma_n \cdot \sigma_v}$$

Em que:

COV_{nv} : covariância entre as características N (número de flores totais) e V (percentagem de vingamento floral);

σ_n : desvio fenotípico associado a característica N;

σ_v : desvio fenotípico associado a características V.

Posteriormente estimaram-se as correlações fenotípicas parciais dos caracteres N, V e W. Para tanto foi utilizado o seguinte estimador proposto por Cruz, Regazzi e Carneiro (2012):

$$r_{nw.v} = \frac{r_{nw} - r_{nv}r_{wv}}{\sqrt{(1 - r_{nv}^2)(1 - r_{wv}^2)}}$$

$r_{nw.v}$ = correlação fenotípica parcial entre N e W, após removidos os efeitos de V;

r_{nw} = correlação fenotípica entre N e W;

r_{nv} = correlação fenotípica entre N e V;

r_{wv} = correlação fenotípica entre W e V.

As análises foram realizadas com o auxílio do software genético estatístico Genes (Cruz, 2013) e também do programa estatístico MSTAT (1991).

4 RESULTADOS

Os resumos das análises da variância para os diferentes caracteres avaliados estão apresentados na Tabela 1, do Apêndice A. As acurácias obtidas em cada geração foram semelhantes e de elevada magnitude, todas acima de 73,1%, indicando uma boa precisão experimental, condição essa indispensável para a realização da pesquisa (TABELA 1, APÊNDICE A). Verifica-se que para o efeito de tratamentos ocorreu diferença significativa ($P \leq 0,01$ e $P \leq 0,05$) para todos os caracteres em todas as gerações avaliadas.

Como os tratamentos avaliados envolveram pais e híbridos, procedeu-se decomposição desta fonte de variação. Constatou-se que entre os pais ocorreu diferença significativa em todas as análises, exceto para o número de flores totais por planta (N) na geração F₄ e para porcentagem de vingamento floral por planta (V) na geração F₂. Fato semelhante ocorreu para a fonte de variação híbridos, que apresentou também teste F significativo na maioria das situações. Deve-se destacar o contraste pais vs híbridos que foi significativo para algumas análises, evidenciando a ocorrência de heterose para os diferentes caracteres avaliados.

Para verificar o possível efeito da rede coletora utilizada para obtenção das flores abortadas, procedeu-se uma análise de variância para o número de vagens (X) e peso de grão (W), considerando as plantas dentro da rede coletora e as situadas na mesma linha da parcela, contígua ao coletor. Constatou-se (TABELA 2, APÊNDICE A) na análise conjunta das três gerações que não ocorreu diferença significativa para o efeito de posição (dentro ou fora do coletor) e para interação posições x tratamentos. Depreende-se que a rede coletora utilizada não afetou o desempenho das plantas e conseqüentemente que as informações obtidas podem ser generalizadas.

As médias obtidas para cada caráter em cada geração e o respectivo teste de média estão apresentados na Tabela 2. Fica evidenciado o efeito das gerações para a maioria das características avaliadas. Na maioria dos casos a geração F₂ foi a que sempre apresentou as maiores médias.

Tabela 2 - Estimativas de Médias e seus respectivos teste de médias para os caracteres: Número de flores totais por planta (N), %Vingamento floral (V), Número de vagem por planta (X), Número de grão por planta (Y), Peso de 100 grãos (Z) e Produção de grãos por planta (W). Dados obtidos na avaliação da geração F₂, F₃ e F₄ de um cruzamento dialélico.

Caracteres	F ₂	F ₃	F ₄	Média
N	40,35 a	27,53 b	27,98 b	31,95
V	43,96 a	40,34 a	36,83 a	40,38
W	14,43 a	10,68 b	8,93 b	11,35
Z	22,94 a	18,48 b	25,60 a	22,34
X	17,42 a	10,98 b	10,35 a	12,92
Y	3,86 a	5,67 a	3,48 a	4,34

* Médias seguidas da mesma letra na linha pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott Knott (1974). Fonte: Do Autor 2017.

Verificou-se nas análises conjuntas resultados bem coerentes com as análises por geração (TABELAS 3 e 4). Foi detectada diferença significativa ($P \leq 0,05$) para os caracteres, tanto para o efeito de tratamentos quanto para gerações. A interação Tratamentos x Gerações foi significativa também, podendo assim inferir que, a resposta dos tratamentos avaliados não foi coincidente nas diferentes gerações. Verificou-se que os pais apresentaram diferenças significativas para todos os caracteres o mesmo ocorreu com a fonte de variação híbridos. Já para o contraste pais vs híbridos, com exceção dos caracteres Y e W, em todos os outros foram detectadas diferenças significativas. Constatou-se também que as fontes de variação interação Gerações x Pais e Gerações x Híbridos foi significativa para a maioria dos caracteres. Apenas a interação envolvendo o contraste Pais vs Híbridos com gerações não foi significativa na quase totalidade dos casos.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância conjunta para os caracteres: Número de flores totais por planta (N), % Vingamento floral (P) e Produção de grãos por planta (W). Dados obtidos na avaliação da geração F₂, F₃ e F₄ de um cruzamento dialélico de feijão.

FV	GL	QM		
		N	V	W
Bloco/Geração	9	74,73	83,86	28,03
Tratamento	20	334,00**	308,05**	56,18**
Entre Pais	5	281,80**	525,16**	106,70**
Entre Híbridos	14	231,29**	236,71**	41,97**
Pais vs Híbridos	1	2033,00**	221,00*	2,48 ^{ns}
Geração	2	4449,04**	1069,30**	661,72**
Ger. x Trat.	40	114,53**	64,53*	14,71*
Ger. x Pais	10	134,92*	75,16*	18,68*
Ger. x Híbridos	28	107,35*	65,07*	14,28 ^{ns}
Ger. x P vs H	2	113,50 ^{ns}	4,00 ^{ns}	0,40 ^{ns}
Resíduo	180	59,53	38,22	9,69
Média	-	31,96	40,38	11,35

** , * e ns: significativo ($p < 0,01$), significativo ($p < 0,05$) e não significativo ($p > 0,05$) pelo teste F, respectivamente. Fonte: Do Autor 2017.

Tabela 4 - Resumo da análise de variância conjunta para os caracteres: Peso de 100 grãos (Z), Número de vagens por planta (X) e Número de grãos por planta (Y). Dados obtidos na avaliação da geração F₂, F₃ e F₄ de um cruzamento dialélico de feijão.

FV	GL	QM		
		Z	X	Y
Bloco/Geração	9	9,14	8,80	1,47
Tratamento	20	167,64**	81,24**	6,61**
Entre Pais	5	240,60**	152,08**	4,21**
Entre Híbridos	14	140,55**	50,05**	7,81**
Pais vs Híbridos	1	182,10**	163,70**	1,83 ^{ns}
Geração	2	1083,72**	1285,15**	114,78**
Ger. x Trat.	40	72,12**	17,56*	3,01**
Ger. x Pais	10	80,12**	16,31 ^{ns}	3,90**
Ger. x Híbridos	28	71,93**	17,88*	2,56**
Ger. x P vs H	2	34,70 ^{ns}	19,70 ^{ns}	4,74*
Resíduo	180	20,94	11,01	1,27
Média	-	23,98	12,91	4,22

** , * e ns: significativo ($p < 0,01$), significativo ($p < 0,05$) e não significativo ($p > 0,05$) pelo teste F, respectivamente. Fonte: Do Autor 2017.

A existência de interação Tratamentos x Gerações ($P \leq 0,05$), fica evidenciada por meio das médias dos genitores e dos híbridos para todos os caracteres avaliados (TABELAS 5, 6, 7, 8, 9 e 10). Veja que a classificação dos pais ou híbridos não apresentou coincidência nas diferentes gerações avaliadas.

Observou-se que o genitor Paraná foi o que mais se destacou na média das três gerações para o N (TABELA 5). Sendo que a linhagem Goiano Precoce foi a que apresentou menor N entre os genitores. Na média das três gerações os híbridos produziram 22,90% mais flores que os pais. Esse resultado evidencia a ocorrência de heterose média expressiva para o número de flores por planta.

Tabela 5 - Médias do número de flores totais por planta, por geração/época de semeadura e na média. Dados obtidos nas gerações F₂, F₃ e F₄ do cruzamento dialélico de feijão.

PAIS	F₂		F₃		F₄		Média	
Madrepérola	32,38	b	21,60	b	28,87	a	27,61	b
Paraná	44,69	a	35,71	a	26,88	b	35,76	a
Eriparsa	27,15	b	30,01	a	21,92	b	26,36	b
Amarelinho	43,62	a	17,46	b	23,03	b	28,04	b
Goiano precoce	23,58	b	20,68	b	17,85	b	20,70	b
MAII-22	31,35	b	21,42	b	26,18	b	26,32	b
Média	33,79		24,48		24,12		27,46	
HÍBRIDOS	F₂		F₃		F₄		Média	
Paraná x Amarelinho	39,64	a	24,47	b	29,60	a	31,23	b
Paraná x Goiano precoce	59,74	a	36,51	a	28,81	a	41,69	a
Paraná x Eriparsa	55,70	a	32,50	a	29,35	a	39,18	a
Paraná x MAII22	47,80	a	30,95	a	34,30	a	37,68	a
Paraná x Madrepérola	47,57	a	29,95	a	23,32	b	33,61	a
Goiano precoce x Eriparsa	24,30	b	24,60	b	23,64	b	24,18	b
Goiano precoce x MAII22	41,48	a	32,39	a	31,25	a	35,04	a
Goiano precoce x Amarelinho	42,93	a	34,25	a	29,68	a	35,62	a
Goiano precoce x Madrepérola	30,46	b	23,23	b	35,09	a	29,59	b
MAII22 x Amarelinho	36,49	b	24,45	b	30,89	a	30,61	b
MAII22 x Madrepérola	42,51	a	29,71	a	30,85	a	34,36	a
MAII22 x Eriparsa	43,86	a	28,14	a	35,44	a	35,81	a
Madrepérola x Amarelinho	41,81	a	22,32	b	21,98	b	28,70	b
Madrepérola x Eriparsa	44,08	a	31,04	a	27,05	b	34,05	a
Eriparsa x Amarelinho	46,37	a	26,72	b	31,75	a	34,94	a
Média	42,98		28,75		29,53		33,75	

* Médias seguidas da mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott Knott (1974). Fonte: Do Autor 2017.

Com relação a porcentagem de vingamento floral, os genitores do pool gênico mesoamericano (Madrepérola, Paraná, Amarelinho e MAII-22) apresentaram médias das três gerações de maior magnitude (TABELA 6). Ao contrário do que ocorreu com o N, a média dos híbridos foi 5% inferior à média dos pais, evidenciando também a ocorrência de heterose média, porém no sentido de reduzir a expressão do caráter.

Tabela 6 - Médias da porcentagem de vingamento floral por planta, por geração/época de semeadura e na média. Dados obtidos nas gerações F₂, F₃ e F₄ do cruzamento dialélico de feijão.

PAIS	F₂		F₃		F₄		Média	
Madrepérola	50,90	a	45,07	a	43,20	a	46,39	a
Paraná	47,63	a	53,10	a	44,62	a	48,45	a
Eriparsa	39,72	b	26,27	b	28,97	b	31,65	b
Amarelinho	42,52	b	46,27	a	42,18	a	43,66	a
Goiano precoce	45,50	a	34,05	b	27,91	b	35,82	b
MAII-22	48,26	a	46,53	a	40,75	a	45,18	a
Média	45,76		41,88		37,94		41,86	
HÍBRIDOS	F₂		F₃		F₄		Média	
Paraná x Amarelinho	51,94	a	52,04	a	44,47	a	49,48	a
Paraná x Goiano precoce	40,47	b	36,30	b	38,51	a	38,43	b
Paraná x Eriparsa	35,18	b	40,81	b	40,52	a	38,84	b
Paraná x MAII22	45,79	a	38,84	b	42,02	a	42,22	a
Paraná x Madrepérola	40,16	b	41,19	b	25,69	b	35,68	b
Goiano precoce x Eriparsa	42,36	b	31,80	b	33,12	b	35,76	b
Goiano precoce x MAII22	42,86	b	31,97	b	32,80	b	35,88	b
Goiano precoce x Amarelinho	36,93	b	33,13	b	29,92	b	33,33	b
Goiano precoce x Madrepérola	41,77	b	33,12	b	33,74	b	36,21	b
MAII22 x Amarelinho	49,43	a	46,57	a	34,05	b	43,35	a
MAII22 x Madrepérola	42,25	b	44,35	a	39,59	a	42,06	a
MAII22 x Eriparsa	47,53	a	38,01	b	41,15	a	42,23	a
Madrepérola x Amarelinho	53,11	a	47,53	a	37,18	a	45,94	a
Madrepérola x Eriparsa	40,61	b	40,16	b	40,76	a	40,51	a
Eriparsa x Amarelinho	38,33	b	40,08	b	32,26	b	36,89	b
Média	43,25		39,73		36,39		39,79	

* Médias seguidas da mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott Knott (1974). Fonte: Do Autor 2017.

Para o caráter produção de grãos por planta (W) na média das três gerações, os genitores Madrepérola, Paraná e MAII-22 foram os mais produtivos, sendo os demais classificados em um mesmo grupo (TABELA 7). Para W apenas as combinações híbridas Paraná x Amarelinho, Paraná x MAII22, MAII22 x Madrepérola e MAII22 x Eriparsa, estiveram no grupo de maiores W.

Tabela 7 - Médias da produção de grãos por planta, por geração/época de semeadura e na média. Dados obtidos nas gerações F₂, F₃ e F₄ do cruzamento dialélico de feijão.

PAIS	F₂		F₃		F₄		Média	
Madrepérola	19,24	a	10,88	a	13,95	a	14,69	a
Paraná	17,30	a	16,66	a	8,36	b	14,11	a
Eriparsa	9,41	b	9,39	a	7,15	b	8,65	b
Amarelinho	12,20	b	7,80	a	5,72	b	8,57	b
Goiano precoce	10,81	b	7,80	a	6,53	b	8,38	b
MAII-22	16,51	a	11,32	a	10,46	a	12,76	a
Média	14,25		10,64		8,70		11,19	
HÍBRIDOS	F₂		F₃		F₄		Média	
Paraná x Amarelinho	13,98	b	13,10	a	11,56	a	12,88	a
Paraná x Goiano precoce	16,49	a	9,30	a	7,40	b	11,06	b
Paraná x Eriparsa	14,11	b	11,47	a	7,59	b	11,06	b
Paraná x MAII22	21,48	a	10,60	a	11,94	a	14,67	a
Paraná x Madrepérola	14,36	b	11,64	a	5,37	b	10,46	b
Goiano precoce x Eriparsa	10,17	b	9,83	a	8,76	b	9,58	b
Goiano precoce x MAII22	13,76	b	10,22	a	7,13	b	10,37	b
Goiano precoce x Amarelinho	11,05	b	7,34	a	7,89	b	8,76	b
Goiano precoce x Madrepérola	11,44	b	7,23	a	10,01	a	9,56	b
MAII22 x Amarelinho	13,97	b	11,64	a	8,92	b	11,51	b
MAII22 x Madrepérola	20,98	a	14,82	a	11,53	a	15,78	a
MAII22 x Eriparsa	15,52	b	9,88	a	10,92	a	12,11	a
Madrepérola x Amarelinho	14,85	b	11,08	a	8,00	b	11,31	b
Madrepérola x Eriparsa	13,27	b	11,42	a	9,47	b	11,39	b
Eriparsa x Amarelinho	12,13	b	10,84	a	8,99	b	10,65	b
Média	14,50		10,69		9,03		11,41	

* Médias seguidas da mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott Knott (1974). Fonte: Do Autor 2017.

Quanto ao restante dos caracteres, Z, X e Y, em sua maioria apresentaram resultados coerentes com os apresentados anteriormente (TABELAS 8, 9 e 10). Em relação a heterose média, para os caracteres Y e Z, ela atuou de forma a diminuir a expressão destes em 1,04% e 1,08% respectivamente, enquanto que para X aumentou sua expressão em 1,15%.

Tabela 8 - Médias do peso de 100 grão, por geração/época de semeadura e na média. Dados obtidos nas gerações F₂, F₃ e F₄ do cruzamento dialélico de feijão.

PAIS	F₂		F₃		F₄		Média	
Madrepérola	23,53	a	18,93	b	18,44	c	20,30	b
Paraná	16,06	b	24,89	b	31,80	a	24,25	a
Eriparsa	29,83	a	26,67	a	30,98	a	29,16	a
Amarelinho	16,19	b	11,48	c	22,79	b	16,82	b
Goiano precoce	29,92	a	22,46	b	28,33	a	26,90	a
MAII-22	29,19	a	21,08	b	23,73	b	24,67	a
Média	24,12		20,91		26,01		23,68	
HÍBRIDOS	F₂		F₃		F₄		Média	
Paraná x Amarelinho	16,68	b	12,40	c	19,81	c	16,30	b
Paraná x Goiano precoce	21,36	b	21,71	b	28,28	a	23,78	a
Paraná x Eriparsa	27,71	a	14,77	c	26,34	a	22,94	a
Paraná x MAII22	26,41	a	10,56	c	18,36	c	18,44	b
Paraná x Madrepérola	16,08	b	17,02	c	16,11	c	16,40	b
Goiano precoce x Eriparsa	24,32	a	20,53	b	29,36	a	24,74	a
Goiano precoce x MAII22	24,52	a	32,37	a	27,93	a	28,27	a
Goiano precoce x Amarelinho	22,06	a	8,73	c	26,37	a	19,05	b
Goiano precoce x Madrepérola	24,19	a	19,89	b	26,86	a	23,65	a
MAII22 x Amarelinho	20,29	b	16,38	c	25,46	a	20,71	b
MAII22 x Madrepérola	23,99	a	14,32	c	24,42	b	20,91	b
MAII22 x Eriparsa	24,96	a	21,15	b	29,38	a	25,16	a
Madrepérola x Amarelinho	16,74	b	10,43	c	31,90	a	19,69	b
Madrepérola x Eriparsa	24,92	a	20,78	b	21,08	b	22,26	a
Eriparsa x Amarelinho	22,72	a	21,68	b	29,77	a	24,72	a
Média	22,46		17,51		25,43		21,80	

* Médias seguidas da mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott Knott (1974). Fonte: Do Autor 2017.

Tabela 9 - Médias do número de vagem por planta, por geração/época de semeadura e na média, Dados obtidos nas gerações F₂, F₃ e F₄ do cruzamento dialélico de feijão.

PAIS	F₂		F₃		F₄		Média	
Madrepérola	16,53	a	9,50	c	12,47	a	12,83	a
Paraná	21,19	a	18,75	a	12,04	a	17,33	a
Eriparsa	10,28	b	7,92	c	6,35	b	8,18	b
Amarelinho	17,91	a	8,46	c	9,82	a	12,06	a
Goiano precoce	10,55	b	6,93	c	4,95	b	7,48	b
MAII-22	15,15	b	10,00	c	10,72	a	11,96	a
Média		15,26		10,26		9,39		11,64
HÍBRIDOS	F₂		F₃		F₄		Média	
Paraná x Amarelinho	20,95	a	13,02	b	13,27	a	15,75	a
Paraná x Goiano precoce	23,64	a	13,18	b	11,25	a	16,02	a
Paraná x Eriparsa	19,14	a	13,13	b	11,90	a	14,72	a
Paraná x MAII22	21,45	a	11,55	b	14,03	a	15,67	a
Paraná x Madrepérola	19,10	a	12,38	b	5,94	b	12,47	a
Goiano precoce x Eriparsa	10,27	b	7,83	c	7,78	b	8,62	b
Goiano precoce x MAII22	17,44	a	10,30	c	10,22	a	12,65	a
Goiano precoce x Amarelinho	15,91	a	11,55	b	8,86	b	12,11	a
Goiano precoce x Madrepérola	12,58	b	7,19	c	11,73	a	10,50	b
MAII22 x Amarelinho	17,14	a	11,86	b	10,50	a	13,16	a
MAII22 x Madrepérola	17,87	a	13,01	b	11,83	a	14,24	a
MAII22 x Eriparsa	20,67	a	10,45	c	14,66	a	15,26	a
Madrepérola x Amarelinho	22,27	a	10,63	c	8,11	b	13,67	a
Madrepérola x Eriparsa	17,97	a	12,32	b	10,92	a	13,74	a
Eriparsa x Amarelinho	17,75	a	10,63	c	9,95	a	12,78	a
Média		18,28		11,27		10,73		13,42

* Médias seguidas da mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott Knott (1974). Fonte: Do Autor 2017.

Tabela 10 - Médias do número de grão por vagem, por geração/época de semeadura e na média. Dados obtidos nas gerações F₂, F₃ e F₄ do cruzamento dialélico de feijão.

PAIS	F₂		F₃		F₄		Média	
Madrepérola	5,06	a	5,43	b	4,92	a	5,14	a
Paraná	5,16	a	4,31	b	2,19	b	3,89	b
Eriparsa	3,15	b	4,52	b	3,69	a	3,79	b
Amarelinho	4,28	a	7,59	a	3,65	a	5,17	a
Goiano precoce	3,54	b	5,08	b	4,70	a	4,44	a
MAII-22	3,77	b	5,33	b	4,13	a	4,41	a
Média	4,16		5,38		3,88		4,47	
HÍBRIDOS	F₂		F₃		F₄		Média	
Paraná x Amarelinho	4,10	a	8,11	a	4,49	a	5,57	a
Paraná x Goiano precoce	3,47	b	3,85	b	2,50	b	3,27	b
Paraná x Eriparsa	2,85	b	5,66	b	2,51	b	3,67	b
Paraná x MAII22	3,95	a	7,66	a	4,64	a	5,42	a
Paraná x Madrepérola	4,89	a	4,78	b	4,69	a	4,79	a
Goiano precoce x Eriparsa	4,67	a	6,24	a	3,96	a	4,96	a
Goiano precoce x MAII22	3,17	b	4,40	b	2,57	b	3,38	b
Goiano precoce x Amarelinho	3,12	b	7,26	a	3,07	b	4,48	a
Goiano precoce x Madrepérola	3,74	b	4,90	b	3,17	b	3,94	b
MAII22 x Amarelinho	4,16	a	6,26	a	2,83	b	4,42	a
MAII22 x Madrepérola	4,99	a	8,10	a	3,20	b	5,43	a
MAII22 x Eriparsa	2,99	b	4,43	b	2,50	b	3,31	b
Madrepérola x Amarelinho	4,20	a	5,81	b	2,90	b	4,30	a
Madrepérola x Eriparsa	2,81	b	4,86	b	3,75	a	3,81	b
Eriparsa x Amarelinho	3,05	b	4,47	b	2,99	b	3,50	b
Média	3,74		5,79		3,32		4,28	

* Médias seguidas da mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott Knott (1974). Fonte: Do Autor 2017.

Na análise dialélica das três gerações, constatou-se diferença significativa ($P \leq 0,01$) para a capacidade geral de combinação (CGC) e para a capacidade específica de combinação (CEC) para o N (TABELA 11). Quanto as interações apenas a CGC x Gerações foi significativa ($P \leq 0,01$).

Tabela 11 - Resumo da análise dialélica conjunta para o número de flores totais por planta (N) e porcentagem de vingamento floral por planta (V). Dados obtidos na avaliação das gerações F₂, F₃ e F₄ de um cruzamento dialélico.

FV	N				V		
	GL	QM	P	R ²	QM	P	R ²
Tratamentos (T)	20	334,06	0,00	-	308,07	0,00	-
CGC	5	407,65	0,00	30,5	735,72	0,00	59,7
CEC	15	309,52	0,00	69,5	165,51	0,00	40,3
Gerações (G)	2	4449,97		-	1069,55		-
T x G	40	114,54	0,00	-	64,53	0,00	-
CGC x G	10	184,23	0,00	-	98,88	0,00	-
CEC x G	30	91,32	0,13	-	53,09	0,19	-
Erro Médio	180	59,53			38,22		
Média				31.96			40.38

R²: variação da soma de quadrados dos tratamentos. Fonte: Do Autor 2017.

A soma de quadrados dos tratamentos explicada pela CGC (R²) foi inferior à da CEC, explicando apenas 30,5% da variação total dos tratamentos (TABELA 11). Estes menores valores de R², em princípio, indicam que para o controle do caráter N ocorre efeito de dominância, como já mencionado anteriormente.

As estimativas da capacidade geral de combinação (g_i) para a N estão apresentadas na Tabela 12. Como era esperado, o genitor Paraná, que obteve maior média para N, foi o que apresentou maior estimativa de g_i, isto é, ele contribuiu para melhorar a expressão do caráter nas combinações híbridas que participou. O contrário, como era aguardado, ocorreu com o Goiano Precoce. Nas estimativas de CGC novamente a interação com gerações fica bem evidenciada. Contudo, em todos os casos o “Paraná” sempre apresentou estimativas de CGC positiva.

Tabela 12 - Efeito da capacidade geral de combinação (CGC) em cada geração/época de semeadura para o número de flores totais (N).

PAIS	F ₂	F ₃	F ₄	Média
Paraná	7,17	4,14	0,40	3,90
Eriparsa	-1,74	1,29	-0,60	-0,35
Amarelinho	1,49	-3,19	-0,74	-0,81
G. Precoce	-4,55	-0,05	-1,47	-2,02
MAII 22	-0,96	-0,53	2,39	0,30
Madrepérola	-1,41	-1,66	0,01	-1,02
DP (Gi)	1,71	0,92	0,94	1,19
DP (Gi-Gj)	2,65	1,43	1,45	1,84

Fonte: Do Autor 2017.

Em relação a capacidade específica de combinação foram encontrados resultados coerentes com o teste de média realizado (TABELA 13). Em todos os casos aquelas combinações híbridas que se apresentaram em média no grupo de maior número de flores por planta, também tiveram valores de CEC altas e positivas.

Para a característica porcentagem de vingamento floral (V) houve efeito tanto para a capacidade geral de combinação (CGC) como para a capacidade específica de combinação (CEC), na análise dialélica envolvendo as três gerações (TABELA 11). A soma de quadrados da CGC foi superior à da CEC, explicando 59,7% desta variação (TABELA 11). A princípio pode-se inferir que ocorre efeito aditivo e de dominância no controle do caráter porcentagem de vingamento floral.

Os resultados para V quanto ao efeito da CGC foram semelhantes aos de N (TABELA 14). Novamente os genitores com maiores médias de V (Paraná, Amarelinho, MAII-22 e Madrepérola) foram os que apresentaram as maiores estimativas da CGC (g_i). Tal resultado demonstra que estes genitores apresentam uma maior performance média em combinações híbridas.

Tabela 13 - Estimativas da capacidade específica de combinação (CEC) em cada geração/época de semeadura para o número de flores totais (N).

PAIS	F ₂	F ₃	F ₄	Média
Parana	-10,00	-0,09	-1,91	-4,00
Eriparsa	-9,73	-0,10	-4,86	-4,90
Amarelinho	0,27	-3,67	-3,47	-2,29
Goiano Precoce	-7,67	-6,76	-7,20	-7,21
Maii-22	-7,09	-5,05	-6,60	-6,25
Madreperola	-5,15	-2,62	0,85	-2,30
Paraná x Amarelinho	-9,38	-4,00	1,95	-3,81
Paraná x Goiano precoce	16,77	4,89	1,89	7,85
Paraná x Eriparsa	9,91	-0,46	1,57	3,67
Paraná x MAII22	1,24	-0,19	3,51	1,52
Paraná x Madrepérola	1,46	-0,06	-5,09	-1,23
Goiano precoce x Eriparsa	-9,77	-4,17	-2,28	-5,41
Goiano precoce x MAII22	6,64	5,43	2,33	4,80
Goiano precoce x Amarelinho	5,63	9,96	3,90	6,50
Goiano precoce x Madrepérola	-3,93	-2,60	8,56	0,68
MAII22 x Amarelinho	-4,41	0,64	1,25	-0,84
MAII22 x Madrepérola	4,53	4,37	0,45	3,12
MAII22 x Eriparsa	6,20	-0,15	5,66	3,90
Madrepérola x Amarelinho	1,37	-0,36	-5,28	-1,42
Madrepérola x Eriparsa	6,87	3,88	-0,35	3,47
Eriparsa x Amarelinho	6,25	1,09	5,11	4,15
DP(Sii)	3,87	2,09	2,13	2,70
DP(Sij)	4,69	2,53	2,58	3,27
DP(Sii - Sjj)	5,29	2,85	2,91	3,68
DP(Sij - Sik)	7,00	3,77	3,86	4,88
DP(Sij - Skl)	6,48	3,49	3,57	4,51

Fonte: Do Autor 2017.

Tabela 14 - Efeito da capacidade geral de combinação (CGC) em cada geração/época de semeadura para a porcentagem de vingamento floral (V).

PAIS	F ₂	F ₃	F ₄	Média
Paraná	0,13	4,12	2,83	2,36
Eriparsa	-3,04	-4,87	-1,51	-3,14
Amarelinho	0,88	3,69	0,55	1,71
G. Precoce	-1,55	-6,00	-4,24	-3,93
MAII 22	2,08	1,30	1,67	1,68
Madrepérola	1,49	1,76	0,69	1,32
DP (Gi)	1,03	1,16	0,76	0,98
DP (Gi-Gj)	1,59	1,80	1,18	1,52

Fonte: Do Autor 2017.

As estimativas de CEC estão apresentadas na Tabela 15, o cruzamento Paraná x Amarelinho foi o que apresentou a maior estimativa de CEC 5,04. Vale lembrar que estes dois genitores foram os que também apresentaram maior g_i . Ao contrário do que foi visto para o N, as estimativas de CEC não foram condizentes com os valores médios obtidos para cada combinação híbrida. Neste caso, nem sempre as combinações com maiores médias para V, tiveram estimativa da CEC alta e positiva.

A contribuição da heterose média e específica estão apresentadas nas Tabelas 16 e 17 respectivamente, para os caracteres N e V. Verifica-se que para o N, tanto a heterose média quanto a específica, as estimativas foram altas e positivas, sendo que neste caso, esta contribui para aumentar o N. Já para a V a contribuição da heterose foi sempre negativa, no sentido de reduzir a expressão fenotípica da característica.

As estimativas das correlações entre N, V e W estão apresentadas na Tabela 18. Como era esperado as estimativas entre N ou V com W sempre foram positivas. Veja, contudo, que a estimativa de r entre N e V foram, na maioria dos casos, negativas. Desse modo parte da correlação entre N com W ou V com W é influenciada pelo efeito da associação negativa de N e V. Por isso foram estimadas as correlações parciais de N com W, desconsiderando o efeito de V, e V com W, desconsiderando o efeito de N (TABELA 19). Em todos os casos, as correlações foram sempre positivas, como relatado anteriormente, contudo, a magnitude das correlações parciais foram superior em relação as correlações apresentadas na Tabela 18, na maioria dos casos.

Tabela 15 - Estimativas da capacidade específica de combinação (CEC) em cada geração/época de semeadura para a porcentagem de vingamento floral (V).

PAIS	F ₂	F ₃	F ₄	Média
Parana	3,40	4,52	2,13	3,35
Eriparsa	1,83	-4,32	-4,84	-2,45
Amarelinho	-3,20	-1,44	4,24	-0,13
Goiano precoce	4,63	5,70	-0,45	3,30
Maii-22	0,14	3,59	0,59	1,44
Madreperola	3,95	1,21	4,98	3,38
Paraná x Amarelinho	6,97	3,89	4,25	5,04
Paraná x Goiano precoce	-2,08	-2,17	3,09	-0,39
Paraná x Eriparsa	-5,88	1,22	2,37	-0,76
Paraná x MAII22	-0,38	-6,93	0,70	-2,20
Paraná x Madrepérola	-5,43	-5,04	-14,67	-8,38
Goiano precoce x Eriparsa	2,98	2,33	2,03	2,45
Goiano precoce x MAII22	-1,64	-3,68	-1,46	-2,26
Goiano precoce x Amarelinho	-6,37	-4,90	-3,23	-4,83
Goiano precoce x Madrepérola	-2,14	-2,99	0,45	-1,56
MAII22 x Amarelinho	2,51	1,24	-4,99	-0,42
MAII22 x Madrepérola	-5,29	0,95	0,41	-1,31
MAII22 x Eriparsa	4,53	1,24	4,16	3,31
Madrepérola x Amarelinho	6,77	1,74	-0,90	2,54
Madrepérola x Eriparsa	-1,81	2,93	4,75	1,96
Eriparsa x Amarelinho	-3,48	0,93	-3,62	-2,06
DP(Sii)	2,33	2,64	1,73	2,23
DP(Sij)	2,82	3,19	2,09	2,70
DP(Sii - Sjj)	3,18	3,60	2,36	3,05
DP(Sij - Sik)	4,20	4,76	3,12	4,03
DP(Sij - Skl)	3,89	4,41	2,89	3,73

Fonte: Do Autor 2017.

Tabela 16 - Estimativa da heterose média (h. média) em porcentagem. para o número de flores totais (N) e porcentagem de vingamento floral (V). Dados obtidos na avaliação das geração/época de semeadura F₂, F₃ e F₄ de um cruzamento dialélico.

Caracter	Tratamento	Gerações			Média
		F ₂	F ₃	F ₄	
N	Pais	33,79	24,48	24,12	27,46
	Híbrido	42,98	28,75	29,53	33,75
	h. média (%)	27,20	17,44	22,42	22,91
V	Pais	45,76	41,88	37,94	41,86
	Híbridos	43,25	39,73	36,39	39,79
	h. média (%)	-5,49	-5,13	-4,08	-4,95

Fonte: Do Autor 2017.

Tabela 17 - Estimativa da heterose específica em porcentagem. para o número de flores totais (N) acima da diagonal e porcentagem de vingamento floral (V) abaixo da diagonal. Dados obtidos na avaliação das gerações/épocas de semeadura F₂, F₃ e F₄ de um cruzamento dialélico.

PAIS	Paraná	Amarelinho	G. Precoce	Eriparsa	Madrepérola	MAII-22
Paraná	-	55,11	36,13	25,05	33,25	14,95
Amarelinho	-32,19	-	36,77	34,82	65,10	59,49
G. Precoce	-1,06	-10,37	-	51,98	49,91	52,61
Eriparsa	-2,17	-7,21	-28,32	-	50,12	56,98
Madrepérola	-29,12	-36,26	-28,01	-12,74	-	55,79
MAII-22	-19,51	-31,09	-13,48	-6,78	-24,95	-

Fonte: Do Autor 2017.

Tabela 18 - Estimativa da correlação fenotípica simples para o número de flores totais (N), porcentagem de vingamento floral (V) e Produção de grãos (W). Dados obtidos na avaliação das gerações/épocas de semeadura F₂, F₃ e F₄ de um cruzamento dialélico.

Caracteres	F ₂	F ₃	F ₄	Média
N x W	0,40	0,30	0,57**	0,33
N x V	-0,54*	-0,60*	0,01	-0,29
V x W	0,38	0,68**	0,58**	0,70**

** e *: significativo (p<0,01) e significativo (p<0,05) pelo teste F, respectivamente. Fonte: Do Autor 2017.

Tabela 19 - Estimativa da correlação fenotípica parcial para o número de flores totais (N), porcentagem de vingamento floral (V) e Produção de grãos (W). Dados obtidos na avaliação das gerações/épocas de semeadura F₂, F₃ e F₄ de um cruzamento dialélico.

Caracteres	F ₂	F ₃	F ₄	Média
N x W	0,59*	0,62*	0,48	0,43
V x W	0,57*	0,79*	0,50	0,72**

** e *: significativo (p<0,01) e significativo (p<0,05) pelo teste F, respectivamente. Fonte: Do Autor 2017.

A análise dialélica para as três gerações em relação aos caracteres peso de grão (W) e peso de 100 grãos (Z), estão exibidos na Tabela 20. Infere-se que para estes dois caracteres houve efeito tanto da CGC quanto a CEC (P<0,01). A soma de quadrados da CGC sempre foi maior que da CEC explicando cerca de 72,78% para W e 69,97 % para Z da variação total dos tratamentos. Sendo assim infere-se que para estes caracteres há um predomínio de efeito aditivo em seu controle genético.

As estimativas da capacidade geral de combinação (g_i) para o W estão dispostos na Tabela 21. Pode-se visualizar que os genitores Paraná, MAII-22 e Madrepérola obtiveram maiores estimativa de g_i, sendo estes também os que apresentaram maiores médias para o caráter, como já foi comentado. Já para Z, as maiores estimativas de CGC, foram para Goiano

Precoce, Eriparsa e MAII-22, que em sua maioria foram concordantes com dados médios obtidos para este caráter (TABELA 22).

Em relação a estimativa da capacidade específica de combinação, novamente os resultados condizem para aqueles apresentados nos valores médios em relação as combinações híbridas. Em sua maioria as combinações que apresentaram maior W ou maior Z foram as que tiveram maior estimativa da CEC (TABELAS 23 e 24).

Tabela 20 - Resumo da análise dialélica conjunta para produção de grãos (W) e peso de 100 grãos (Z). Dados obtidos na avaliação das geração/época de semeadura F₂, F₃ e F₄ de um cruzamento dialélico.

FV	W				Z		
	GL	QM	P	R ² (%)	QM	P	R ² (%)
Tratamentos (T)	20	56,13	0,00	-	167,59	0,00	-
CGC	5	163,41	0,00	72,78	469,06	0,00	69,97
CEC	15	20,38	0,01	27,22	67,101	0,00	30,03
Gerações (G)	2	661,88			1083,76		
T x G	40	14,72	0,22	-	72,10	0,03	-
CGC x G	10	25,17	0,00	-	67,44	0,00	-
CEC x G	30	11,23	0,32	-	73,65	0,00	-
Erro Médio	180	9,68			20,95		
Média				11,35			22,34

R²: variação da soma de quadrados dos tratamentos. Fonte: Do Autor 2017.

Tabela 21 - Efeito da capacidade geral de combinação (CGC) em cada geração/época de semeadura para a produção de grãos (W).

PAIS	F ₂	F ₃	F ₄	Média
Paraná	1,75	1,84	-0,25	1,11
Eriparsa	-2,12	-0,32	-0,32	-0,92
Amarelinho	-1,33	-0,65	-0,72	-0,89
G. Precoce	-2,06	-1,90	-1,04	-1,67
MAII 22	2,22	0,63	1,10	1,32
Madrepérola	1,55	0,39	1,22	1,05
DP (Gi)	0,64	0,51	0,30	0,48
DP (Gi-Gj)	0,99	0,79	0,46	0,75

Fonte: Do Autor 2017.

Tabela 22 - Efeito da capacidade geral de combinação (CGC) em cada geração/época de semeadura para o peso de 100 grãos (Z).

PAIS	F ₂	F ₃	F ₄	Média
Paraná	-2,53	-0,40	-0,83	-1,25
Eriparsa	2,97	2,86	2,34	2,72
Amarelinho	-3,71	-4,60	-0,04	-2,78
G. Precoce	1,97	2,34	2,04	2,12
MAII 22	2,25	0,94	-0,77	0,81
Madrepérola	-0,95	-1,14	-2,74	-1,61
DP (Gi)	0,91	0,68	0,59	0,72
DP (Gi-Gj)	1,40	1,06	0,92	1,27

Fonte: Do Autor 2017.

Tabela 23 - Estimativas da capacidade específica de combinação (CEC) em cada geração/época de semeadura para a produção de grãos (W).

PAIS	F ₂	F ₃	F ₄	Média
Parana	-0,63	2,31	-0,08	0,53
Eriparsa	-0,77	-0,65	-1,16	-0,86
Amarelinho	0,43	-1,59	-1,78	-0,98
Goiano precoce	0,50	0,93	-0,33	0,37
MAII22	-2,35	-0,62	-0,68	-1,22
Madreperola	1,72	-0,60	2,58	1,23
Paraná x Amarelinho	-0,87	1,24	3,59	1,32
Paraná x Goiano precoce	2,37	-1,32	-0,25	0,27
Paraná x Eriparsa	0,05	-0,72	-0,78	-0,49
Paraná x MAII22	3,08	-2,55	2,15	0,89
Paraná x Madrepérola	-3,37	-1,27	-4,54	-3,06
Goiano precoce x Eriparsa	-0,08	1,37	1,18	0,82
Goiano precoce x MAII22	-0,83	0,82	-1,87	-0,63
Goiano precoce x Amarelinho	0,01	-0,80	0,71	-0,03
Goiano precoce x Madrepérola	-2,48	-1,94	0,90	-1,17
MAII22 x Amarelinho	-1,35	0,98	-0,40	-0,26
MAII22 x Madrepérola	2,79	3,11	0,28	2,06
MAII22 x Eriparsa	1,00	-1,12	1,20	0,36
Madrepérola x Amarelinho	0,20	0,64	-1,43	-0,20
Madrepérola x Eriparsa	-0,58	0,66	-0,37	-0,10
Eriparsa x Amarelinho	1,15	1,12	1,09	1,12
DP(Sii)	1,45	1,16	0,68	1,10
DP(Sij)	1,75	1,40	0,82	1,32
DP(Sii - Sjj)	1,98	1,57	0,03	1,19
DP(Sij - Sik)	2,62	2,09	1,22	1,98
DP(Sij - Skl)	2,42	1,93	1,14	1,83

Fonte: Do Autor 2017.

Tabela 24 - Estimativas da capacidade específica de combinação (CEC) em cada geração/época de semeadura para o peso de 100 grãos (Z).

PAIS	F ₂	F ₃	F ₄	Média
Parana	-1,83	7,20	7,87	4,41
Eriparsa	0,96	2,47	0,71	1,38
Amarelinho	0,67	2,20	-2,74	0,05
Goiano precoce	3,05	-0,71	-1,34	0,33
MAII22	1,76	0,71	-0,33	0,71
Madrepérola	2,49	2,72	-1,68	1,18
Paraná x Amarelinho	-0,02	-1,09	-4,92	-2,01
Paraná x Goiano precoce	-1,02	1,28	1,48	0,58
Paraná x Eriparsa	4,33	-6,18	-0,76	-0,87
Paraná x MAII22	3,75	-8,47	-5,63	-3,45
Paraná x Madrepérola	-3,39	0,07	-5,91	-3,08
Goiano precoce x Eriparsa	-3,55	-3,16	-0,62	-2,44
Goiano precoce x MAII22	-2,63	10,60	1,07	3,01
Goiano precoce x Amarelinho	0,87	-7,50	-1,23	-2,62
Goiano precoce x Madrepérola	0,23	0,20	1,97	0,80
MAII22 x Amarelinho	-1,19	1,56	0,67	0,35
MAII22 x Madrepérola	-0,25	-3,97	2,33	-0,63
MAII22 x Eriparsa	-3,19	-1,13	2,22	-0,70
Madrepérola x Amarelinho	-1,54	-2,32	9,08	1,74
Madrepérola x Eriparsa	-0,04	0,58	-4,12	-1,19
Eriparsa x Amarelinho	0,54	4,94	1,87	2,45
DP(Sii)	2,06	1,55	1,34	1,65
DP(Sij)	2,49	1,87	1,62	1,99
DP(Sii - Sjj)	2,81	2,11	1,83	2,25
DP(Sij - Sik)	3,71	2,80	2,42	2,98
DP(Sij - Skl)	3,44	2,59	2,24	2,76

Fonte: Do Autor 2017.

Os resultados da análise dialélica para as três gerações quanto ao caráter X e Y evidenciaram que para X tanto a CGC quanto a CEC foram significativas (TABELA 25). Veja, contudo, que para X a CGC apresentou maior contribuição para explicar a variação total entre os tratamentos. Já para o Y apenas a CEC foi significativa e também obteve, como era esperado, R² de maior magnitude, podendo inferir que para este ocorre efeito de dominância em seu controle genético.

As estimativas da capacidade geral de combinação (g_i) para o X e para Y estão dispostos nas Tabelas 26 e 27 respectivamente. Pode-se visualizar que, em geral, sempre os genitores mesoamericanas obtiveram maiores estimativa de g_i, sendo estes também os que apresentaram maiores médias para o caráter, como já encontrado para outros caracteres.

Em relação a estimativa da capacidade específica de combinação, os resultados foram coerentes com aqueles apresentados nos valores médios em relação as combinações híbridas. Na maioria dos casos as combinações que apresentaram maiores médias em relação ao X ou maior Y foram as que tiveram maior estimativa da CEC (TABELAS 28 e 29).

Tabela 25 - Resumo da análise dialélica conjunta para o número de vagens por planta (X) e número de grãos por planta (Y). Dados obtidos na avaliação das geração/época de semeadura F₂, F₃ e F₄ de um cruzamento dialélico.

FV	X				Y		
	GL	QM	P	R ² (%)	QM	P	R ² (%)
Tratamentos (T)	20	81,22	0,00	-	6,62	0,00	-
CGC	5	209,88	0,00	64,60	7,40	0,00	27,95
CEC	15	38,33	0,00	35,40	6,36	0,00	72,05
Gerações (G)	2	1285,33			114,71		
T x G	40	17,57	0,21	-	3,01	0,09	-
CGC x G	10	20,91	0,00	-	3,75	0,00	-
CEC x G	30	16,46	0,14	-	2,76	0,02	-
Erro Médio	180	11,01			1,26		
Média				12,91			4,34

R²: variação da soma de quadrados dos tratamentos. Fonte: Do Autor 2017.

Tabela 26 - Efeito da capacidade geral de combinação (CGC) em cada geração/época de semeadura para o número de vagens (X).

PAIS	F ₂	F ₃	F ₄	Média
Paraná	3,09	2,99	1,01	2,36
Eriparsa	-1,95	-0,83	-0,57	-1,11
Amarelinho	0,99	-0,28	-0,26	0,15
G. Precoce	-2,62	-1,62	-1,59	-1,94
MAII 22	0,37	0,04	1,28	0,56
Madrepérola	0,12	-0,29	0,13	-0,02
DP (Gi)	0,71	0,47	0,38	0,52
DP (Gi-Gj)	1,09	1,72	0,58	1,13

Fonte: Do Autor 2017.

Tabela 27 - Efeito da capacidade geral de combinação (CGC) em cada geração/época de semeadura para o número de grãos (Y).

PAIS	F ₂	F ₃	F ₄	Média
Paraná	0,32	-0,13	-0,14	0,02
Eriparsa	-0,55	-0,62	-0,16	-0,44
Amarelinho	0,02	0,93	-0,10	0,28
G. Precoce	-0,22	-0,36	0,04	-0,18
MAII 22	-0,03	0,23	-0,04	0,05
Madrepérola	0,46	-0,05	0,40	0,27
DP (Gi)	0,15	0,23	0,15	0,18
DP (Gi-Gj)	0,24	0,35	0,24	0,27

Fonte: Do Autor 2017.

Tabela 28 - Estimativas da capacidade específica de combinação (CEC) em cada geração/época de semeadura para o número de vagem (X).

PAIS	F₂	F₃	F₄	Média
Parana	-2,41	1,79	-0,32	-0,31
Eriparsa	-3,25	-1,39	-2,87	-2,50
Amarelinho	-1,49	-1,96	-0,00	-1,15
Goiano precoce	-1,62	-0,81	-2,22	-1,55
MAII22	-3,01	-1,06	-2,19	-2,08
Madreperola	-1,12	-0,89	1,86	-0,05
Paraná x Amarelinho	-0,55	-0,67	2,18	0,32
Paraná x Goiano precoce	5,75	0,83	1,49	2,69
Paraná x Eriparsa	0,58	-0,01	1,11	0,56
Paraná x MAII22	0,57	-2,45	1,39	-0,16
Paraná x Madrepérola	-1,53	-1,29	-5,54	-2,79
Goiano precoce x Eriparsa	-2,58	-0,69	-0,42	-1,23
Goiano precoce x MAII22	2,28	0,90	0,18	1,12
Goiano precoce x Amarelinho	0,13	2,47	0,36	0,99
Goiano precoce x Madrepérola	-2,33	-1,88	2,84	-0,46
MAII22 x Amarelinho	-1,64	1,12	-0,87	-0,46
MAII22 x Madrepérola	-0,03	2,28	0,07	0,77
MAII22 x Eriparsa	4,823	0,26	3,59	2,89
Madrepérola x Amarelinho	3,75	0,22	-2,10	0,62
Madrepérola x Eriparsa	2,38	2,46	1,01	1,95
Eriparsa x Amarelinho	1,29	0,76	0,43	0,83
DP(Sii)	1,60	1,06	0,85	1,17
DP(Sij)	1,94	1,28	1,03	1,42
DP(Sii - Sjj)	2,19	1,45	1,17	1,60
DP(Sij - Sik)	2,89	1,92	1,54	2,12
DP(Sij - Skl)	2,68	1,77	1,42	1,96

Fonte: Do Autor 2017

Tabela 29 - Estimativas da capacidade específica de combinação (CEC) em cada geração/época de semeadura para o número de grão (Y).

PAIS	F ₂	F ₃	F ₄	Média
Parana	0,66	-1,11	-1,01	-0,49
Eriparsa	0,38	0,10	0,52	0,33
Amarelinho	0,38	0,07	0,36	0,27
Goiano precoce	0,13	0,13	1,14	0,47
MAII22	-0,03	-0,80	0,75	-0,03
Madreperola	0,27	-0,15	0,64	0,25
Paraná x Amarelinho	-0,10	1,64	1,26	0,93
Paraná x Goiano precoce	-0,49	-1,33	-0,88	-0,90
Paraná x Eriparsa	-0,78	0,74	-0,66	-0,24
Paraná x MAII22	-0,20	1,89	1,34	1,01
Paraná x Madrepérola	0,25	-0,72	0,96	0,16
Goiano precoce x Eriparsa	1,58	1,55	0,60	1,24
Goiano precoce x MAII22	-0,44	-1,14	-0,91	-0,83
Goiano precoce x Amarelinho	-0,54	1,02	-0,35	0,04
Goiano precoce x Madrepérola	-0,36	-0,36	-0,74	-0,49
MAII22 x Amarelinho	0,31	-0,56	-0,51	-0,26
MAII22 x Madrepérola	0,69	2,25	-0,64	0,77
MAII22 x Eriparsa	-0,30	-0,84	-0,78	-0,64
Madrepérola x Amarelinho	-0,15	-0,74	-0,89	-0,59
Madrepérola x Eriparsa	-0,97	-0,14	0,03	-0,36
Eriparsa x Amarelinho	-0,29	-1,50	-0,23	-0,67
DP(Sii)	0,35	0,51	0,35	0,40
DP(Sij)	0,42	0,62	0,42	0,49
DP(Sii - Sjj)	0,48	0,71	0,48	0,56
DP(Sij - Sik)	0,63	0,93	0,63	0,73
DP(Sij - Skl)	0,58	0,86	0,58	0,67

Fonte: Do Autor 2017.

5 DISCUSSÃO

O número de vagens por planta (X) no feijoeiro é um dos componentes primários da produção mais importante como já salientado (COSTA; ZIMMERMANN, 1988; ZILIO et al., 2011; GUILHERME et al., 2015). O número de vagens depende do número de flores produzido (N) e da percentagem de vingamento floral (V). Assim para ter informações a respeito do potencial produtivo de uma planta, deve-se ter informações de N e V. Contudo, esses são dois caracteres de difícil mensuração, tanto é assim que são escassas informações a esse respeito.

Um dos trabalhos pioneiros a respeito do número de flores foi realizado nos Estados Unidos (SMITH; PRYOR, 1962). Posteriormente, Ramalho e Ferreira (1979) conduziram trabalho semelhante com cultivares brasileiras. Para estimar o N, cada flor quando surgia era identificada por meio de um fio de lã. A dificuldade de se realizar essa marcação é enorme e de precisão duvidosa, porque em uma mesma inflorescência, podem ocorrer várias flores, e que abrem em momentos diferentes. Além do mais o constante manuseio das flores deve afetar o vingamento floral.

Em trabalho visando estimar o V, Izquierdo e Hosfield (1981) propuseram o uso de um receptáculo de tela. Nesse caso, as flores abortadas caem no receptáculo sendo contadas periodicamente. Posteriormente na colheita é obtido o número de vagens produzidas. Somando o número de vagens com o das flores abortadas, tem-se o número total de flores. Reis, Ramalho e Cruz (1985) trabalhando com feijoeiro em consórcio com a cultura do milho, também utilizaram esse processo para obter estimativas da produção de flores e percentagem de vingamento floral do feijoeiro no Brasil. Foi esse o procedimento utilizado no presente trabalho.

Contudo, poder-se-ia argumentar, que o receptáculo e o manuseio dentro dele para coletar as flores caídas, poderia reduzir o vingamento floral, e assim fornecer uma estimativa não fidedigna. Para comprovar ou não esse fato, nesse trabalho, foram coletadas as vagens, no momento da colheita, não só das plantas dentro do receptáculo, como também na mesma linha e contígua ao mesmo. Constatou-se, que não houve diferença significativa no número de vagens produzidas e principalmente que a interação linhagens e híbridos x posições (dentro ou fora do receptáculo), não foi significativa nas épocas de avaliação (TABELA 2, APÊNDICE A). Depreende-se que o receptáculo não interferiu no N ou V.

Procurou-se avaliar as gerações em diferentes épocas de semeadura, para se ter resultados que pudessem ser generalizados. Os experimentos foram realizados nas épocas de cultivo predominante na região sul do Estado de Minas Gerais. As semeaduras foram realizadas em novembro, fevereiro e julho. Essas épocas de semeadura possuem uma ampla variação nas

condições de temperatura e precipitação (RAMALHO; ABREU; GUILHERME, 2014). Adicionalmente em cada época foi colocada uma geração diferente das populações do dialelo. Assim, o efeito de gerações e de época de semeadura não é possível de ser individualizado. Constatou-se que houve efeito da época de semeadura/geração (TABELAS 3 e 4). Para quase todos os caracteres a maior média geral foi obtida na geração F₂, semeadura em novembro. Nessa época, a temperatura e precipitação são maiores, o que deve ter contribuído para o melhor desempenho das plantas de feijão. Contudo, a geração F₂, também possui mais heterozigose que F₃ e F₄, e em ocorrendo dominância, é esperado que a média dessa geração seja maior que as demais (RAMALHO et al., 2012).

A interação Tratamentos (genitores e híbridos) x Gerações/épocas foi significativa, podendo inferir que os comportamentos, tanto dos genitores quanto dos híbridos avaliados, não foram coincidentes entre as gerações/épocas (TABELAS 3 e 4). Na cultura do feijoeiro diversos trabalhos relatam a ocorrência de interação genótipos x época de semeadura especialmente para produtividade de grãos (LIMA et al., 2014; FERREIRA et al., 2015). Existem relatos também da ocorrência de interação genótipos x ambientes para outros caracteres do feijoeiro, entre eles o número de vagens por planta, de grãos por vagem e a massa dos grãos (RIBEIRO; DOMINGUES; ZEMOLIN, 2014). É preciso salientar que embora tenha ocorrido interação, os resultados mais expressivos foram concordantes entre as gerações/épocas, e por essa razão a ênfase na discussão dos resultados será direcionada ao que ocorreu na média das três gerações.

Obter o N e a V por planta é difícil como já mencionado, contudo, apenas obter o dado para algumas linhagens não é suficiente, é preciso ter informações a respeito do controle genético. Existem algumas opções de metodologia para se atingir esse objetivo (HALLAUER; MIRANDA FILHO; CARENA, 2010; RAMALHO et al., 2012). Entre elas os cruzamentos dialélicos se destaca.

O sucesso do emprego dos cruzamentos dialélicos dependem, em uma primeira instância, da escolha criteriosa dos genitores. Neste trabalho optou-se por escolher genitores/linhagens que representem algumas “eras” de obtenção e também pertencentes a pool gênico diferente. Do grupo Andino, as cultivares Goiano Precoce e Eriparsa foram utilizadas na década de 70 e 80 do século passado na região. Entre os Mesoamericanos duas também foram utilizadas amplamente no passado, a Amarelinho e Paraná. Já a Madrepérola é uma cultivar atualmente recomendada para o cultivo em Minas Gerais (CARNEIRO et al., 2012) e a MAII-22 é uma linhagem recentemente obtida no programa de seleção recorrente visando a resistência a mancha angular do feijoeiro. As cultivares Andinas tem hábito de crescimento determinado e grão grande. As Mesoamericanas são todas de hábito de crescimento

indeterminado, tipo III e grão considerado médio. Assim utilizaram-se genitores com uma ampla variação em caracteres que os melhoristas consideraram no processo seletivo.

Como comentado anteriormente, o número de vagens é dependente do número de flores (N) que uma planta produz. O N médio foi de 31,9 flores por planta (TABELA 2). O genitor Paraná obteve a maior estimativa média das três gerações 35,8 flores (TABELA 5). Tal linhagem foi obtida anterior aos anos de 1970, podendo assim inferir que a seleção de linhagens realizadas nos últimos 40 anos, não contribuiu para o aumento do número de flores. Ainda em relação ao N, depreende-se que, em geral, as cultivares do grupo Andino sempre apresentaram, na média, N relativamente baixos, em especial o genitor Goiano Precoce que obteve na média das três gerações apenas 20,7 flores (TABELA 5). Esse fato pode ser explicado devido ao seu hábito de crescimento ser determinado e menor tempo de florescimento do que o Mesoamericano.

Em relação ao controle genético do N, destaca-se que a CEC explicou a maior proporção da soma de quadrados de tratamento ($R^2 = 69,5\%$), indicando a princípio locos, controlando o caráter, com efeito dominante (TABELA 11). Este fato é comprovado comparando média dos híbridos que foi 22,9% superior ao dos genitores (TABELA 16). Relatos quanto ao controle genético para o número de flores não foram encontrados para a cultura do feijoeiro. Contudo, em soja foram encontrados resultados que indicam que o N, tem no seu controle locos com interação alélica dominante, como ocorreu no presente trabalho (VAN SCHAIK; PROBST, 1958).

Outro caráter que influencia o número de vagens é a porcentagem de vingamento floral (V). A V média foi de 40,4%, ou seja, apenas 40,4% das flores produzidas originaram vagens. Normalmente o vingamento floral é pequeno, relatos na literatura indicam valores menores que os obtidos neste trabalho. Izquierdo e Hosfield (1981) estudando abscisão de flores no feijoeiro, observaram resultados semelhantes ao encontrado neste trabalho. Contudo Ramalho e Ferreira (1979) em um estudo envolvendo cinco cultivares de feijão em relação ao florescimento e ao vingamento de vagens, verificaram a porcentagem de vingamento floral foi de 28%. Provavelmente essa discrepância no resultado pode ser devido a metodologia utilizada por Ramalho e Ferreira (1979), onde cada flor era marcada por um fio de lã, que como já mencionado pode ter afetado o vingamento floral. Tais resultados mostram que a planta não expressa todo seu potencial, isso se deve a diversos fatores edafoclimáticos como já demonstrado para o feijão (FANCELLI, 2009; ZÍLIO et al., 2011).

Na média das três gerações, as cultivares do pool gênico mesoamericano apresentaram valores de maior magnitude em relação a V (TABELA 6). A princípio, pode-se inferir que, a V

depende do pool gênico, ou seja, de sua origem. Infere-se ainda que os genótipos mesoamericanos, exceto Paraná, apesar de terem obtidas maior V em média, foram classificadas no grupo de menor N. Verifica-se que enquanto para o N a heterose atua no sentido de aumentar a expressão do caráter, já para V esta age no sentido de reduzir. Para V, nota-se que a estimativa de heterose média foi negativa (-4,95%), indicando que se ocorrer dominância no controle da V, esta é no sentido de reduzir a expressão do caráter.

A estimativa da soma de quadrados explicada pela CGC e CEC para V, confirma que a heterose nesse caso é menor que de N, pois o R^2 da CGC (59,7%) foi ligeiramente maior que o da CEC (TABELA 11). Na literatura não foram encontrados trabalhos a esse respeito. Depreende-se ainda que os genitores de origem mesoamericana apresentaram as maiores estimativas de CGC (g). Altos valores de g (positivos ou negativos) indicam melhor performance nas combinações híbridas. Portanto, linhagens com CGC elevada contribuem para uma maior expressão do caráter nos cruzamentos que participam. Na análise dialélica de V as estimativas de CGC foram bem coerentes com as obtidas em relação à média da V dos genitores, o que já era esperado (TABELAS 6 e 14). Em estudos realizados por Oliveira et al. (1996), procurando avaliar florescimento e produtividade, foi observado que, quando ocorre predomínio de efeitos aditivos no controle dos caracteres, ocorre boa concordância entre o desempenho médio dos genitores e a estimativa da CGC. O que corrobora com os comentários feitos anteriormente para o presente trabalho.

No caso da produção de grãos (W) tanto a CGC quanto a CEC foram significativas. Porém a soma de quadrados da CGC sempre foi maior que da CEC, o que explicou 72,78% da variação total dos tratamentos (TABELA 20). A W dos genitores em média foi muito semelhante aos encontrados para os híbridos 11,19 g/planta para os genitores e 11,41 g/planta com relação aos híbridos (TABELA 7). Neste caso o efeito de dominância é pequeno. Como os genitores são genotipicamente diferentes para W, pode-se inferir que nesse caso a expressão do caráter foi dependente, predominantemente, de locos com alelos aditivos. Trabalhos encontrados na literatura diferem quanto ao controle genético deste caráter. Diversos trabalhos relatam a presença de genes de efeito aditivo, semelhantes aos que foram encontrados neste trabalho (TAKEDA; SANTOS; RAMALHO; 1991; VIZGARRA; MORALES; RAMALHO, 1992; SILVA et al., 2004; MORETO et al., 2007). Contudo, há relatos que na W, a ocorrência de dominância também foi importante (CHUNG; STEVENSON, 1973; FOOLAD; BASSIRI, 1983; GUILHERME et al., 2015).

As correlações parciais de N com W, fixando o efeito de V, ou de V com W, fixando o efeito de N, foram sempre positivas (TABELA 19). Ou seja, como era esperado, tanto o número de flores quanto o vingamento floral afetam positivamente a produtividade de grãos.

Entretanto, a correlação entre N e V foi sempre negativa. Na média das três gerações ela foi de $r_{NV} = -0,29$ (TABELA 18). Infere-se que as plantas com maior número de flores tendem a ter menor vingamento floral. Esse fato também tem sido constatado para as correlações dos três componentes primários da produção de grãos de feijão (X, Y e Z) com W (LIMA; RAMALHO; 2016). A contribuição relativa de X, Y e Z varia de acordo com as condições ambientais como ocorreu nesse trabalho. Lima e Ramalho (2016) discutem essa questão sob a ótica da geometria. Segundo esses autores a produção de grãos (W) é como se fosse um paralelepípedo, em que os produtos dos eixos X, Y e Z, seria igual a W. Como o paralelepípedo de maior volume, para uma dada condição, é o cubo, ou seja, a contribuição de X, Y e Z para o máximo de W teria que ser a mesma. Extrapolando para o caso de N e V, poder-se-ia inferir que o ideal seria ter uma condição em que a contribuição relativa de N e V para W fosse semelhante. Em realidade, não há independência entre N e V, ou seja, para uma determinada condição ambiental, se uma planta produz muitas flores, certamente o seu vingamento floral será menor do que uma outra em que o N foi menor. Esse fato pode explicar porque a performance em produtividade de grãos dos genitores Andinos em relação ao Mesoamericano normalmente é menor. Nos Andinos, pelo que já foi exposto, o N é pequeno em relação ao Mesoamericano e normalmente também o vingamento floral é menor, como foi observado nesse trabalho. Contudo, dentro do mesmo pool gênico, o N e V atuam como sendo um fator de estabilidade da produção de grãos, isto é, quando a condição ambiental é favorável para o florescimento e desfavorável para o enchimento de grãos o N é grande e o V menor. Se ocorrer o contrário o N será pequeno e V maior. O ideal seria a condição ambiental favorável nas duas épocas, nesse caso o maior N e V, contribuiriam com proporções relativas mais semelhantes para a produtividade de grãos. Os melhoristas selecionando para a produtividade de grãos, como normalmente o fazem, indiretamente estão selecionando para o maior equilíbrio de N e V em função da condição ambiental prevalecente.

6 CONCLUSÃO

O número de flores de uma planta de feijão é em média de 31,9 e a porcentagem de vingamento floral é de 40,4%. A média dos genitores de origem Mesoamericana, em geral, para N e V é maior que nos Andinos. A seleção realizada pelos melhoristas ao longo do tempo não contribui para o aumento do N e V.

A capacidade específica de combinação (CEC) explicou a maior parte da variação para o número de flores totais, evidenciando predomínio de efeito de dominância no sentido de aumentar a expressão do caráter em seu controle genético. Contudo para a porcentagem de vingamento floral a contribuição da dominância foi ligeiramente menor que a CGC e visando a redução do caráter. Indicando que para o controle genético de V, ocorrem locos com efeito aditivo e também de dominância.

Os genitores diferiram na estimativa da CGC (g_i) para N e V. Sendo que para a V linhagens de origem mesoamericana sempre apresentaram estimativas de CGC positivas.

Quanto maior o número de flores totais, menor foi a porcentagem de vingamento floral. Enquanto maior a porcentagem de vingamento floral ou maior número de flores, maior é a produção de grãos. Esses dois caracteres são muito influenciado pelo ambiente e devem atuar como uma estratégia para maior estabilidade da produção de grãos do feijoeiro.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, I. F.; TEIXEIRA, M. O.; ZIMMERMANN, M. J. **Maximização da eficiência de cruzamentos artificiais em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 1980. 24 p.
- ARANTES L. de O ; RAMALHO, M. A. P. ; ABREU, Â. de F. B . Controle Genético da Incompatibilidade Do Cruzamento entre Cultivares Andinas e Mesoamericanas de Feijoeiro Comum. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, p. 978-980, 2008.
- BALLARDIN, R. S.; COSTA, E. C. C.; RIBEIRO, N. D. (Ed.). **Feijão, recomendações técnicas para cultivo no Rio Grande do Sul**. Santa Maria, Comissão Estadual de Pesquisa do Feijão – CEPEF, 2000. 80 p.
- BERNARDO, R. **Breeding for quantitative traits in plants**. 2nd ed. Woodbury: Stemma, 2010. 390 p.
- CARNEIRO, J. E. S. et al. BRSMG Madrepérola: common bean cultivar with late-darkening Carioca grain. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 4, n. 12, p. 281-284, 2012.
- CHUNG, J. H.; STEVENSON, E. Diallel analyses of the genetic variation in some quantitative characters in dry beans. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 16, n. 2, p. 223-231, 1973.
- COSTA, J. C. G.; ZIMMERMANN, M. J. O. Melhoramento genético. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **A cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafós, p. 229-245, 1988.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. v. 1, 4. ed. Viçosa: UFV, 2012. 514 p.
- CRUZ C. D. GENES - A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.35, p. 271-276, 2013.
- DICKSON, M.H.; BOETTGER, M.A. Effect of higt and low temperature on pollen germination and seed set in snap beans. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, St. Joseph. v. 109, n. 3, p.372-374. 1984.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; JONES, C. A. **Growth and mineral nutricion of fields crops**. New York-USA: Marcel Dekker, 1991. 476 p.
- FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. 4nd. ed. Edinburgh : Longman Group Limited, 1996. 464p.
- FANCELLI, A. L. **Feijão: Tópicos Especiais de Manejo**. Piracicaba: ESALQ/USP/LPV, 2009. 208 p.

FARLOW, P. J. Effect of low temperature on number and location of developed seed in two cultivars of French bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 32, p. 325-330. 1981.

FARLOW, P. J.; BYTH, D. E.; KRUGER, N. S. Effect of temperature on seed set and in vitro pollen germination in french beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Melbourne. v.19, p.725- 731. 1979.

FERREIRA, R. A. C. et. al. Implications of the number of years assessment on recommendation of common bean cultivars. **Plant Breeding**, v.134, p. 599-604, 2015.

FOOLAD, M. R.; BASSIRI, A. Estimates of combining ability, reciprocal effects and heterosis for yield and yield components in a common bean diallel cross. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 100, n. 1, p. 103-108, 1983.

GARDNER, C.O.; EBERHART, S.A. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. **Biometrics**, Texas, v.22, p.439-452, 1966.

GOMES, A. A. et al. Acumulação de biomassa, características fisiológicas e rendimento de grão em cultivares de feijoeiro irrigado e sob sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 35, n. 10, p. 1927-1937, 2000.

GONÇALVES, S. L. et al. Probabilidade de ocorrência de temperaturas superiores a 30°C no florescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L), cultivado na safra das águas no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria-RS, v.5, n.2, p. 99-107, 1997.

GRIFFING, B. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. **Heredity**, v.10, p. 31-50, 1956.

GUILHERME, S. R. et al. Genetic control of inflorescence in common bean, **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v.13, p. 10349–10358. 2015.

HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B.; CARENA, M. J. **Quantitative genetics in maize breeding**. Springer, New York, 2010. 663p.

HOFFMANN JÚNIOR, L. et al. Resposta de cultivares de feijão à alta temperatura do ar no período reprodutivo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1543-1548, 2007.

HOSTALÁCIO, S.; VALIO, I. F. M. Desenvolvimento de plantas de feijão cv. Goiano Precoce, em diferentes regimes de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.19, p. 211-218, 1984.

IZQUIERDO, J.; G.L. HOSFIELD. A collection receptacle for field abscission studies in common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Crop Science**, v.21, p. 622- 625, 1981.

JINKS, J. L.; HAYMAN, B. 1. The analysis of diallel crosses. **Maize Genetics News Letter**, v.27, p. 48-54, 1953.

KAY, D. E. **Food legumes**. London-UK: Tropical Products Institute, 1979, 435p.

KUREK, A. J. et al. Capacidade combinatória como critério de eficiência na seleção de genitores em feijoeiro. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília-DF, v. 36, n. 4, p. 645-651, 2001.

LEON, J. **Fundamentos botânicos de los cultivos tropicales**. San José-CRC: IICA, 1968. 487 p.

LIMA, J. G.; RAMALHO, M. A. P. Geometry applied to breeding common beans (*Phaseolus vulgaris*). **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 15, n. 2, p. 1-7, 2016.

LIMA, L. K. et al. Implications of predictable and unpredictable environmental factors in common bean VCU trials in Minas Gerais. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 14, p. 146-153, 2014.

MAGALHÃES, A. A.; MILLAR, A. A. Efeito do déficit de água no período reprodutivo sobre a produção de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 13, n. 2, p. 55-60, 1978.

MONTERROSO, V. A.; WIEN, H. C. Flower and Pod Abscission Due to Heat Stress in Beans. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Melbourne, v. 115, p. 631-634. 1990.

MORETO, A. L. et al. Estimação dos componentes da variância fenotípica em feijoeiro utilizando método genealógico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1035-1042, 2007.

MSTAT – Microcomputer Statistical Program. **East Lansing/Michigan**: Michigan State University, 1991. 400p.

OLIVEIRA, L. B. ; RAMALHO, M. A. P. ; ABREU, A. de F.B. ; FERREIRA, D. F. . Alternative procedures for parent choice in a breeding program for the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 19, n.4, p. 611-615, 1996.

PAULA JUNIOR, T. J.; VENZON, M. **101 Culturas: Manual de Tecnologias Agrícolas**. 2007

PIRES, L. P. M. et al. Recurrent mass selection for upright plant architecture in common bean. **Scientia Agricola** (USP. Impresso), v. 71, p. 240-243, 2014.

PORTES, T. A. Ecofisiologia. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.) **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba-SP: Potafos, 1988. p. 125-156.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A.F.B. ; GUILHERME, S. R. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na região Central-Brasileira**. Lavras: FUNDECC, 2014. 168 p.

RAMALHO, M. A. P. et al. **Aplicações da Genética Quantitativa no Melhoramento de Plantas Autógamas**. Lavras, UFLA, 2012. 522 p.

RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, M.M. Comportamento de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em relação ao florescimento e vingamento das vagens. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 80-83, 1979.

REIS, W.P.; RAMALHO, M.A.P; CRUZ, J.C. Arranjos e populações do feijoeiro na consorciação com o milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 5, p. 575-584, 1985.

RIBEIRO, N. D.; DOMINGUES, L. da S.; ZEMOLIN, A. E. M. Avaliação dos componentes da produtividade de grãos em feijão de grãos especiais. **Científica**, São Paulo, v. 42, n. 2, p. 178-186, 2014.

SANTOS, J. B. et al. Botânica. In: SOUZA, J.E.; PAULA JR., T. J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão: do Plantio à Colheita**. 1º ed. Viçosa: UFV, 2015. 38-66 p.

SANTOS, J.B.; VENCOSKY, R. Controle genético do início do florescimento em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 20, p. 841-845, 1985.

SILVA, H. T. da. Morfologia do feijoeiro. 2008. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Embrapa arroz e feijão**. Disponível em: < http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/CONTAG01_9_1311200215101.html >. Acesso em: 01 de Maio, 2016.

SILVA, F. B. ; RAMALHO, M. A. P. ; ABREU, A. F. B. . Seleção recorrente fenotípica para florescimento precoce de feijoeiro carioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 42, p. 1437-1442, 2007.

SILVA, V.R.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Variação na temperatura do solo em três sistemas de manejo na cultura do feijão. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa-MG, v. 30, p. 391-399, 2006.

SILVA, M. P. et al. Análise dialélica da capacidade combinatória em feijão-de- vagem, **Horticultura Brasileira**, Brasília-DF, v. 22, n. 2, p. 277-280, 2004.

SMITH F. L.; PRYOR R.H. Effects of maximum temperature and age of flowering and seed production in there bean variets. **Hilgardia**, Berkeley. v.33 p. 669-687, 1962.

TAKEDA, C.; SANTOS, J. B.; RAMALHO, M. A. P. Progeny test for the ESAL 501 x A354 common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) hybrid at different locations. **Brazilian Journal of Genetics**, Ribeirão Preto, v. 14, n. 3, p. 771-779, 1991.

VAN SCHAİK, P. H.; PROBST, A. H. Effects of some environmental factors on flower production and reproductive efficiency in soybeans. **Agronomy Journal**, v. 50, p. 192- 197, 1958.

VIZGARRA, O. N. ; MORALES, F. J. ; RAMALHO, M. A. P. . Combining Abilities Of Some Common Bean (*Phaseolus Vulgaris* L.) Cultivars Having Mechanisms Of Resistance To Bean Golden Mosaic Virus (BGMV). **Brazilian Journal of Genetics**, Ribeirão Preto, v. 15, n.4, p. 871-878, 1992.

ZILIO, M. et al. Contribuição dos componentes de rendimento na produtividade de genótipos crioulos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L .). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 429-438, 2011.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Análises de variâncias individuais e em parcela subdividida conjunta.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância e acurácias obtidas para os caracteres: Número de flores totais por planta (N), % Vingamento floral (V), Número de vagem por planta (X), Número de grão por planta (Y), Peso de 100 grãos (Z) e Produção de grãos por planta (W). Dados obtidos na avaliação da geração F₂, F₃ e F₄ de um cruzamento dialélico.

Caráter	Geração	Quadrado Médio					
		Tratamento 20 ¹	Pais 5 ¹	Híbridos 14 ¹	P vs H 1 ¹	Erro 60 ¹	Acurácia r ² _{gg}
N	F ₂	359,28*	297,37*	303,79*	1445,60*	112,07	82,95
	F ₃	115,33*	190,46*	74,45*	310,04*	32,50	84,75
	F ₄	88,47*	63,81 ^{ns}	67,73*	502,08*	34,03	78,45
V	F ₂	100,68*	66,57 ^{ns}	112,38*	107,32 ^{ns}	40,39	77,38
	F ₃	202,40*	385,55*	145,71*	80,00 ^{ns}	51,87	86,24
	F ₄	134,04*	223,38*	108,75*	10,33 ^{ns}	22,39	91,27
X	F ₂	60,67*	72,64*	49,64*	155,12*	19,16	80,63
	F ₃	28,78*	74,02*	13,41 ^{ns}	17,44 ^{ns}	8,46	73,14
	F ₄	26,91*	37,93*	22,74*	30,72*	5,44	90,69
Y	F ₂	2,38*	2,70*	2,22*	2,92 ^{ns}	0,91	78,65
	F ₃	7,27*	5,49*	8,22*	2,84 ^{ns}	1,99	93,48
	F ₄	2,97*	3,81*	2,51*	5,40*	0,91	91,99
Z	F ₂	82,71*	176,11*	51,85 ^{ns}	47,68 ^{ns}	31,54	82,71
	F ₃	141,90*	115,43*	147,25*	199,20*	17,89	84,08
	F ₄	87,28*	109,21*	85,26*	5,88 ^{ns}	13,42	89,32
W	F ₂	44,68*	63,09*	41,21*	1,12 ^{ns}	15,63	78,68
	F ₃	21,45*	43,59*	15,08 ^{ns}	0,04 ^{ns}	9,98	85,23
	F ₄	19,46*	37,41*	14,29*	2,00 ^{ns}	3,45	83,31

¹ Grau de liberdade.

* e ns: significativo (p<0,05) e não significativo (p>0,05) pelo teste F, respectivamente. Fonte: Do Autor 2017.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância de parcela subdividida conjunta para o número de vagem/planta (X) e produção de grãos por planta (W) de feijão (g/planta), quanto ao efeito da posição da rede coletora. Dados obtidos na avaliação das gerações F₂, F₃ e F₄ de um cruzamento dialélico.

FV	X			W	
	GL	QM	P	QM	P
Blocos/Geração	9	21,94	0,23	46,06	0,01
Genótipo	20	109,93	0,00	62,99	0,00
Geração	2	1649,40	0,00	1078,58	0,00
Gen. x Ger.	40	31,26	0,00	31,09	0,01
Erro A	180	16,65		17,49	
Posição	1	0,813	1,00	1,07	1,00
Pos. x Ger.	2	479,57	0,00	481,61	0,00
Pos. x Gen.	20	21,35	0,11	17,11	0,05
Pos x Gen. x Ger.	40	15,98	0,37	17,25	0,02
Erro B	189	14,95		10,61	

Fonte: Do Autor 2017