



JÚLIO AUGUSTO DE CASTRO MIGUEL

**VARIABILIDADE PARA O MOMENTO DE MÁXIMO
ACÚMULO DE MATÉRIA SECA DE GRÃOS ENTRE
LINHAGENS DE FEIJOEIRO DO TIPO CARIOCA**

LAVRAS – MG

2017

JÚLIO AUGUSTO DE CASTRO MIGUEL

**VARIABILIDADE PARA O MOMENTO DE MÁXIMO ACÚMULO DE MATÉRIA
SECA DE GRÃOS ENTRE LINHAGENS DE FEIJOEIRO DO TIPO CARIOCA**

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

Profa. Dra. Elaine Aparecida de Souza

Orientadora

Prof. Dr. Magno Antônio Patto Ramalho

Coorientador

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).

Miguel, Júlio Augusto de Castro.

Variabilidade para o momento de máximo acúmulo de matéria seca de grãos entre linhagens de feijoeiro do tipo carioca / Júlio Augusto de Castro Miguel. - 2017.

46 p. : il.

Orientadora: Elaine Aparecida de Souza.

Coorientador: Magno Antônio Patto Ramalho.

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

Bibliografia.

1. Feijão comum. 2. Matéria seca. 3. Produção. I. Souza, Elaine Aparecida de. II. Ramalho, Magno Antônio Patto. III. Título.

JÚLIO AUGUSTO DE CASTRO MIGUEL

**VARIABILIDADE PARA O MOMENTO DE MÁXIMO ACÚMULO DE MATÉRIA
SECA DE GRÃOS ENTRE LINHAGENS DE FEIJOEIRO DO TIPO CARIOCA**

***VARIABILITY FOR THE MOMENT OF MAXIMUM ACCUMULATION OF GRAIN
DRY MATTER BETWEEN CARIOCA-TYPE BEAN LINES***

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

APROVADA em 24 de agosto de 2017.

Prof. Dr. Magno Antônio Patto Ramalho	UFLA
Prof. Dr. Silvino Guimarães Moreira	UFLA
Dr. César Elias Botelho	EPAMIG

Profa. Dra. Elaine Aparecida de Souza
Orientadora

LAVRAS - MG

2017

A minha mãe, Maria Nunes, pelo amor e apoio em todas as etapas e por ser
a minha maior fonte de inspiração.

Ao meu pai Augusto de Castro Miguel (*in memoriam*), pelo exemplo de
Honestidade.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as oportunidades oferecidas em toda minha vida, por sempre me fortalecer nos momentos mais difíceis.

À minha querida mãe, Maria Nunes, pelo amor e maior exemplo de força, humildade, honestidade, por sempre estar do meu lado, te amo mãe.

Aos meus irmãos, especialmente Gilberto, Francisca, Cassimo pelo apoio, amizade, aconselhamento, incentivo e companheirismo em vários momentos da minha vida, amo vocês.

Ao meu tio, Pinto Ossufo, e a minha avô, Elianda Afonso, por terem contribuído na minha educação, pelo aconselhamento e apoio moral prestado.

A todos meus familiares e amigos, em especial, Aris, Passe, Ringo, Matias, Marco Tulio, Tuzine, Nasma, Zitha, João, Tabua, Denilson, Joel, Pascoal, Marlete, Ludimila, David, Stelio (in memoriam), Arlete, Jonas, Constantino, Joaquim pelo apoio, aconselhamento, compreensão e momentos de alegria descontração e lazer.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq-MCT-Mz) pela concessão da bolsa de estudos.

À professora e orientadora, Elaine Aparecida de Souza, pela paciência, atenção, apoio, disponibilidade, carinho e pelos ensinamentos transmitidos durante a minha formação, o meu muito obrigado.

Ao prof. Magno Antônio Patto Ramalho, pelo apoio, paciência, compreensão, persistência e coorientação dedicados a mim e a esse trabalho, exemplo de pessoa e profissional que sempre demonstrou, levo comigo os seus ensinamentos, o meu muito obrigado.

À Dra. Ângela pela assistência, serenidade e sempre disponível em me ajudar durante a elaboração do presente trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, João Candido, Flavia M. Avelar Gonçalves, João Bosco, José Airton, César Brasil e Welison Pereira pelos conhecimentos transmitidos e pelo exemplo de dedicação e profissionalismo.

Em especial, aos companheiros de trabalho do “Feijão” e do Laboratório de Resistência de Plantas à doença, Paula Furtado, Rita, Jéssica, Scheila, Rafael Pereira, Rafael Nalin, Larissa, Idalecio, Samanta, Suellen, Mariana, Suellen, Nathalia, Ana Carolina, Ana Reale, Luana, Getúlio, Reberth, Queijem, Everton, Daniel, Alice, Bruno, Roxane, Lala, Vinício, Vivian, Alex e Lucas que, em todos os dias da semana, ajudaram, diretamente, para realizar-se o presente

trabalho, pela amizade, conselhos, espírito de trabalho em equipe e pela harmoniosa convivência, o meu muito obrigado.

Aos laboratoristas, Miller e Lamartine, pela ajuda, alegria, e disposição sempre que necessário.

Às secretárias do Programa de Génica e Melhoramento de Plantas, Lilian, Rafaela e Zélia, e às funcionárias, dona Iron e Patrícia pelo apoio e carinho em vários momentos.

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

À Universidade Pedagógica de Moçambique (UP) pela autorização na continuação dos meus estudos.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização de mais essa conquista em minha vida. Saibam que serei sempre grato por isso!

RESUMO

A produtividade de grãos de uma planta é dependente, em última instância, do acúmulo de matéria seca nos grãos. Esse acúmulo é maior quando se aproxima da maturação fisiológica. Dada a importância dessa informação, foi realizado esse trabalho com objetivo de verificar se ocorre variabilidade entre as linhagens do grupo Carioca de feijão com relação à taxa de acúmulo de matéria seca dos grãos no final do ciclo e qual implicação dessa taxa na colheita antecipada da cultura que ocorre com certa frequência. Para isso foram conduzidos experimentos em três safras, durante o período de julho de 2016 a maio de 2017, no Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. Foram avaliadas 16 linhagens de feijão do tipo Carioca no delineamento de blocos ao acaso, com cinco repetições. A parcela foi constituída por quatro linhas de quatro metros. Utilizando uma das linhas da parcela, foram coletadas de forma contígua cinco plantas, a partir de 26 a 35 dias após o florescimento (DAF), dependendo da safra. A amostragem repetiu-se a intervalos de 2 a 4 dias até a colheita. Em cada época de amostragem, foi obtida a matéria seca dos grãos (MS). Com os dados da MS por grão, foi estimado o máximo de acúmulo de matéria seca como indicador da maturação fisiológica e posteriormente, a porcentagem de matéria seca acumulada por dia, em relação ao máximo obtido. Constatou-se que existe variabilidade no período de acúmulo de matéria seca no grão, no entanto, esta foi de pequena magnitude entre as linhagens de feijão avaliadas, desestimulando a seleção específica para esse caráter. Comprovou-se que o momento ideal da colheita é quando 100% dos grãos apresentam estrias típicas do feijão Carioca. Contudo, a ocorrência de estria varia entre as vagens de uma planta e até, entre os grãos de uma mesma vagem. A redução na matéria seca acumulada no grão e, conseqüentemente, na produtividade em relação ao máximo de acúmulo de matéria seca é, em média, de 2,75% por dia, isto é, a cada dia de antecipação da colheita antes de atingir a maturação fisiológica total, a produtividade de grão é reduzida em 2,75% por dia.

Palavras-chave: Feijão comum. Matéria seca. Produção.

ABSTRACT

Grain productivity of a plant depends, in the last instance, on the accumulation of dry matter in the grain. This accumulation is higher when nearing physiological maturation. Given the importance of this information, this work was conducted with the objective of verifying if variability occurs between the lines of the Carioca group of beans, relative to the accumulation rate of grain dry matter at the end of the cycle. The implications of this rate in the anticipated harvest of the culture, which occurs with certain frequency, were also verified. For this, experiments were conducted with three harvests during the periods from July of 2016 to May of 2017, in the Center for Scientific and Technological Development of the Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, Brazil. Sixteen lines of the Carioca-type bean were evaluated in a randomized blocks design, with five replicates. Four lines of four meters each constituted a plot. Using one of the lines in a plot, five plants were continuously collected from 26 to 35 days after blooming (DAB), depending on the harvest. Sampling was repeated at intervals of 2 to 4 days until harvest. Grain dry matter (DM) was obtained at each sampling time. With the data of DM per grain, the maximum accumulation of dry matter was estimated as indicator of physiological maturation, and, subsequently, the percentage of accumulated dry matter per day in relation to the maximum obtained. Variability was observed during the period of dry matter accumulation in the grain, however, it was of small magnitude between the evaluated bean lines, discouraging the specific selection of this trait. It was proven that the ideal moment for harvest is when 100% of the grain present streaks typical of the Carioca bean. However, the occurrence of streaks ranges between the pods of a plant, and even between grains of a same pod. The reduction of dry matter accumulated in the grain and, consequently, in productivity in relation to the maximum of dry matter accumulation is, in average, of 2.75% per day, that is, each day of harvest anticipation before reaching total physiological maturation, grain productivity is reduced in 2.75% per day.

Keywords: Common bean. Dry matter. Production.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Precipitação e temperatura durante a semeadura em julho (julho a outubro de 2016).....	22
Figura 2 - Precipitação e temperatura durante a semeadura em novembro (novembro de 2016 a janeiro de 2017)	22
Figura 3 - Precipitação e temperatura durante a semeadura em fevereiro (fevereiro a maio de 2017).	23
Figura 4 - Matéria seca/grãos (g) das linhagens de feijoeiro avaliadas nas safras de julho e novembro de 2016 e fevereiro de 2017, ao longo das épocas de amostragem em dias (EAD).	28
Figura 5 - Distribuição de frequência da produtividade de grãos (kg ha^{-1}) das 16 linhagens de feijoeiro avaliadas nas safras de julho e novembro de 2016 e fevereiro de 2017.	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição dos estádios de desenvolvimento da planta de feijão	18
Tabela 2 - Características das linhagens de feijoeiro utilizadas na presente pesquisa.....	23
Tabela 3 - Equações de regressão quadrática do acúmulo de matéria seca/grão (g) e da estimativa do número de dias para o acúmulo máximo de matéria seca obtidos no experimento de avaliação de linhagens de feijão. Dados médios das três safras de avaliação.	29
Tabela 4 - Resumo da análise de variância conjunta da porcentagem média de acúmulo da matéria seca por grão de feijão. Dados obtidos na avaliação de linhagens de feijão em três safras de semeadura, Lavras, 2016-2017.	30
Tabela 5 - Taxa de acúmulo da matéria seca/grão/dia (%) em relação ao máximo (b) e o coeficiente de determinação (R^2) das linhagens de feijão nas safras de julho e novembro de 2016 e fevereiro de 2017, Lavras, MG.	31
Tabela 6 - Resumo da análise de variância conjunta para produtividade (kg ha^{-1}) das 16 linhagens avaliadas em três safras de feijão.	32
Tabela 7- Porcentagem da redução da matéria seca dos grãos com estrias em relação aos sem estrias de quatro linhagens de feijoeiro nas safras de julho, novembro de 2016 e fevereiro de 2017.	33
Tabela 8 - Estimativas dos coeficientes de correlação (r) entre os caracteres número de dias para o máximo de acúmulo de MS ($X_{\text{máx}}$), o máximo de MS/grão ($Y_{\text{máx}}$), a taxa de acúmulo de matéria seca/grão/dia em relação ao máximo (b) e a produtividade de grãos (prod) na safra de julho e novembro de 2016 e fevereiro de 2017.	33

ANEXO A

Tabela 1 - Resumo das análises de variâncias individuais da matéria seca/grãos (g) das 16 linhagens de feijão avaliadas nas safras de julho e novembro de 2016 e fevereiro de 2017.	45
Tabela 2 - Resumo da análise de variância individual da porcentagem média de acúmulo da matéria seca por grão de feijão. Dados obtidos na avaliação de linhagens de feijão em três safras de semeadura, Lavras, 2016-2017	45

Tabela 3 - Resumo da análise de variância individual para produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de feijão. Dados obtidos na avaliação de linhagens de feijão em três safras de semeadura, Lavras, 2016-2017	45
Tabela 4 - Resumo das equações de regressão quadrática obtida para cada linhagem, na safra em julho e novembro de 2016 e fevereiro de 2017.....	46

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	A cultura do Feijão no Mundo e no Brasil.....	15
2.2	O feijão tipo Carioca	15
2.3	Época de semeadura.....	16
2.4	Desenvolvimento da planta de feijão	17
2.5	Formação do fruto de feijão	18
2.6	Acúmulo de matéria seca na planta e nos grãos do feijoeiro.....	19
2.7	Emprego de dessecantes na cultura do feijoeiro.....	20
3	MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1	Local	22
3.2	Linhagens utilizadas.....	23
3.3	Condução dos Experimentos	24
3.4	Análise estatística dos dados.....	24
4	RESULTADOS	27
5	DISCUSSÃO	35
6	CONCLUSÃO	40
	REFERÊNCIAS	41
	APÊNDICE A - TABELAS	45

1 INTRODUÇÃO

A despeito dos grandes avanços tecnológicos no cultivo do feijão no Brasil, ainda existem dúvidas nas práticas que podem afetar a produtividade. Uma delas é o momento ideal de se proceder à colheita das plantas. A princípio, quando todas as vagens estão secas, seria o momento ideal da colheita. Contudo, nem sempre isso é possível. O cultivo de feijão é realizado todo ano e, frequentemente, a colheita coincide com o período de precipitação – chuvas intermitentes que podem danificar o produto colhido e o sucesso com a cultura. Por essa razão, muitas vezes, os agricultores antecipam a colheita ou utilizam dessecantes para acelerar o processo. Nessa condição, não se sabe qual seria o momento ideal para se antecipar a colheita sem afetar a qualidade dos grãos sobretudo, a produtividade.

O incremento na produtividade é o objetivo prioritário de qualquer programa de melhoramento. Esse caráter, certamente, depende de praticamente todos os genes da planta. Contudo, existem alguns genes que estão mais diretamente relacionados com essa característica que seriam os genes envolvidos na manifestação dos componentes primários da produção. No caso do feijoeiro, por exemplo, são o número de vagens, o número de sementes/vagens e o peso de 100 grãos (COSTA; ZIMMERMANN, 1988; ZILIO et al., 2011). Desses caracteres, o peso de 100 grãos está diretamente associado ao acúmulo de matéria seca durante o período de enchimento de grãos. O acúmulo de matéria seca nos grãos tem uma fase linear em que ocorre o maior acúmulo (GASURA et al., 2014). É esperado que quanto maior a duração dessa fase, maior o peso dos grãos e em consequência, a produtividade.

Na literatura, existem relatos do controle genético do período de enchimento de grãos em algumas espécies. No milho, Gasura et al. (2013) mostraram que a taxa de enchimento dos grãos e a duração da fase de maior acúmulo possuem alto coeficiente de determinação genética e são, positivamente, associados com a produtividade e com pequena interação com o ambiente. Em trigo, Aude et al. (1994) relataram que o aumento do período de enchimento dos grãos proporciona resposta similar no peso dos grãos e, conseqüentemente, no rendimento dos grãos.

No caso específico do feijoeiro, tem sido conduzida uma pesquisa na UFPA visando à obtenção de informações do controle genético do número de dias para a maturação fisiológica. Já foi constatado que existe variação entre os genitores utilizados (GUILHERME et al., 2015). Entretanto, neste trabalho, não foi possível verificar qual a implicação da antecipação da colheita na produtividade de grãos por entre as cultivares estudadas.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi verificar se ocorre variabilidade entre cultivares/linhagens de feijão do tipo Carioca com relação à taxa de acúmulo de matéria seca

dos grãos no final do ciclo e qual a implicação dessa taxa na colheita antecipada da cultura que ocorre com certa frequência.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura do Feijão no Mundo e no Brasil

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é a espécie mais cultivada entre as demais do gênero *Phaseolus* de grande importância econômica e social, no Brasil e no mundo. Além da importância econômica, a cultura é relevante quanto ao fator de segurança alimentar e nutricional na culinária de diversos países. Os grãos constituem uma das principais e mais acessíveis fontes de proteína e de energia para a população, sobretudo de menor renda (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO, 2011).

O feijoeiro é cultivado em todos os continentes, África, América, Ásia, Europa e Oceania, em 127 países, com produção em torno de 26,5 milhões de toneladas, em uma área de 30,6 milhões de hectares. Em 2016, 64% (23,8 milhões de toneladas) da produção mundial do gênero *Phaseolus* foram originados de apenas sete países e considerados os maiores produtores de feijão nomeadamente: Índia, Mianmar, Brasil, Estados Unidos da América, México, China, Tanzânia (FAO, 2016; MOURA; BRITO, 2015; RAMALHO; ABREU; GUILHERME, 2014).

O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial de *P. vulgaris* L, seu cultivo é difundido em todo o território nacional, e tem sido cultivado por agricultores familiares, com baixo uso de insumos externos, utilizado para a subsistência das famílias. Nestas últimas duas décadas, tem se verificado o interesse crescente de produtores de outras classes econômicas, que vêm adotando tecnologias avançadas, tais como, irrigação, controle fitossanitário e colheita mecanizada em cultivos de feijão em grande escala. Esses produtores com maior aporte de insumos no processo produtivo chegam a alcançar produtividades superiores a 3.500 kg. ha⁻¹ (SILVA; WANDER, 2013). Considerando as três safras de 2016/2017, estima-se que a área cultivada deverá ser de 3,09 milhões de hectares e a produção nacional de 3,3278 milhões toneladas. O estado de Minas Gerais é responsável por, aproximadamente, 16,2% da produção nacional, segundo maior produtor do Brasil, com área cultivada estimada de mais de 340 mil hectares. O feijão é cultivado em quase todos os Estados (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2017).

2.2 O feijão tipo Carioca

Um marco expressivo no melhoramento do feijoeiro no Brasil foi a obtenção da cultivar Carioca. Segundo relatos, um agricultor do município de Palmital, no estado de São Paulo, na década de sessenta, do século passado, selecionou uma planta que produzia grãos de cor diferente da existente naquela época. O serviço de extensão encaminhou, em 1966, uma amostra ao Instituto Agrônomo de Campinas. A linhagem foi testada e, logo mostrou o seu potencial.

Em 1971, a cultivar foi recomendada para o estado de São Paulo com o nome de Carioca (ALMEIDA; LEITÃO FILHO; MIYASAKA, 1971). O seu nome foi escolhido pelo proprietário da fazenda que denominou de “carioquinha”. A razão foi a semelhança da cor dos grãos a uma raça de suínos comum na região denominada de carioca e que possui listras pelo corpo à semelhança do grão Carioca (INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS - IAC, 2008).

A princípio, a adoção da cultivar pelos agricultores foi lenta, pois havia ressalva do mercado quanto à cor dos grãos. No entanto, quando a cultivar Carioca foi experimentada por agricultores e consumidores, a aceitação foi imediata. Em pouco tempo, a cultivar passou a ser cultivada em todas as regiões do país onde, antes, predominavam feijões de cores. Pesquisas de melhoramento têm sido realizadas em várias instituições, com finalidade de obter novas cultivares com características mais produtivas, resistência a doenças, eretas bem como a cor clara dos grãos, pois agrega maior valor comercial. Desde a sua identificação, foram apresentadas e recomendadas, no Brasil e, em particular, Minas Gerais várias cultivares de feijão do tipo carioca originárias de estudos agronômicos e com fenótipos com algumas características de interesse, a exemplo das cultivares BRSMG Talismã, BRSMG Majestoso, BRSMG Pioneiro, BRSM Madreperola, BRS 9435 Cometa, BRS Estilo, BRS Pontal, BRS Requite, IAC Alvorada, IAC Formoso, Iapar 81, BRS Pérola e, recentemente, BRSMG UAI.

2.3 Época de semeadura

A ampla adaptação edafoclimática da cultura do feijão e a diversidade climática do Brasil permitem que o seu cultivo seja feito em, praticamente, todos estados brasileiros, em diferentes períodos ou safras. Contudo, em qualquer mês, sempre haverá produção em algum ponto do país, possibilitando o fornecimento do produto durante todo o ano e auxiliando no abastecimento interno e na estabilização dos preços (MOURA; BRITO, 2015; RAMALHO; ABREU; GUILHERME, 2014).

O feijoeiro é cultivado no estado de Minas Gerais, praticamente, durante todo o ano. Contudo, no sul de Minas Gerais ele é cultivado em três épocas principais, isto é, semeadura em outubro/novembro conhecida como “safra das águas”, semeadura de fevereiro/março, “feijão da seca”, semeadura no mês de julho, “feijão de outono/inverno”, cada uma com as suas particularidades.

Na safra das águas, por exemplo, como o próprio nome enfatiza, normalmente não há problemas com a falta de precipitação, ao contrário, o seu excesso pode contribuir para grandes perdas, especialmente quando esta ocorre no momento da colheita. Na semeadura de fevereiro,

a falta de chuva pode ser um fator limitante, especialmente, no final do ciclo da cultura, mas, em muitos casos, a colheita pode, ainda, coincidir com períodos de precipitação intermitente. Segundo Andrade et al. (2009), geralmente, nessa época há boa disponibilidade de água no solo durante a fase vegetativa ou até o florescimento, mas a umidade pode ser limitante no período da formação de vagens ao enchimento de grãos, reduzindo a produtividade. No cultivo de outono-inverno, a cultura tem que ser irrigada, especialmente nas primeiras fases do cultivo. Nessa safra, a colheita coincide com os meses de outubro e novembro, quando ocorre o início das precipitações de verão. Assim, na colheita, também, se tem o risco de coincidência com o período de precipitações intermitentes. Depreende-se então, que o cultivo do feijão no sul do estado de Minas Gerais é submetido a diferentes condições ambientais, especificamente, a ocorrência de precipitação (ARAÚJO; FERREIRA, 2006).

2.4 Desenvolvimento da planta de feijão

Durante o ciclo da planta de feijoeiro, ocorrem modificações morfológicas e fisiológicas a partir das quais podem ser identificados os estádios de desenvolvimento. O desenvolvimento da planta do feijoeiro, de maneira geral, compreende duas fases sucessivas: a vegetativa e a reprodutiva, divididos em dez estádios fenológicos (TABELA 1). As cultivares e os fatores ambientais influenciam a duração dos estádios (COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO, 2012). A identificação de cada estádio é feita com base em código com uma letra e um número. A letra corresponde à fase à qual o estádio pertence: V: fase vegetativa e R: fase reprodutiva. Os números de zero a nove, indicam, de forma crescente, a posição do estádio na escala. Cada estádio começa quando 50% das plantas apresentam as condições relativas ao estádio.

Tabela 1 - Descrição dos estádios de desenvolvimento da planta de feijão

FASE	ESTÁDIOS	DESCRIÇÃO
VEGETATIVA	V0	Germinação: absorção de água pela semente; emissão da radícula e caulículo e sua transformação em raiz primária;
	V1	Emergência: os cotilédones aparecem ao nível do solo, separam-se e o epicótilo começa seu desenvolvimento;
	V2	Folhas primárias: folhas primárias totalmente abertas;
	V3	Primeira folha trifoliada: abertura da primeira folha trifoliolada e aparecimento da segunda folha trifoliolada;
	V4	Terceira folha trifoliolada: abertura da terceira folha trifoliolada e formação de ramos nas gemas dos nós inferiores.
REPRODUTIVA	R5	Pré-floração: aparecimento do primeiro botão floral e do primeiro rácemo;
	R6	Floração: abertura da primeira flor;
	R7	Formação das vagens: aparecimento da primeira vagem até apresentar 2,5 cm de comprimento, ou seja, com corola murcha ainda ligada ou caída;
	R8	Enchimento das vagens: início do enchimento da primeira vagem (crescimento da semente). Ao final do estágio, as sementes perdem a cor verde e começam a mostrar as características da variedade. Início da desfoliação
	R9	Maturação: as vagens perdem sua pigmentação e começam a secar. As sementes desenvolvidas a cor típica da cultivar.

Fonte: Adaptado de Fernández, Gepts e López (1985).

2.5 Formação do fruto de feijão

O feijão é uma planta autógama, portanto ocorre autopolinização, que consiste na transferência de grão de pólen (gameta masculino) da antera para o estigma e para o ovário da mesma flor em que ocorrer a fecundação. Após o grão de pólen atingir o estigma, ele absorverá água e nutrientes e iniciará a germinação para formar tubos polínicos, que se desenvolvem no interior do estilete até alcançar o ovário.

O fruto do feijoeiro, como na maioria das leguminosas, é um legume (vagem), isto é, um fruto de um só carpelo, seco, deiscente, zigomorfo (vagem dividida por um plano em duas metades laterais simétricas), geralmente alongado e comprimido, com as sementes em uma fileira central, cuja a deiscência ocorre nas suturas dorsal (placenta) e ventral, separando duas valvas ou metade do carpelo (SANTOS et al., 2015).

A semente do feijão é exalbumina, isto é, não possui albume; suas reservas nutritivas estão concentradas nos cotilédones; apresenta forma variada, desde esférica a quase cilíndrica. A coloração externa é muito variada e pode ser uniforme, pintada, listrada ou manchada. Nas cultivares mais comuns, a semente tem a forma de rim, cuja a parte côncava corresponde ao hilo (cicatriz deixada pelo funículo, que conectava a semente com a placenta), geralmente elíptico cuja a porção mais profunda existe um disco esbranquiçado. Na porção inferior do hilo,

encontra-se a micrópila, que é uma abertura na cobertura seminal, através da qual ocorre a absorção de água. O desenvolvimento da semente é dividido em duas fases principais: desenvolvimento do embrião e endosperma, e maturação das sementes (BEWLEY; BLACK, 1985; GUTIERREZ; WUYTSWINKEL; SANTOS, 2015). A formação e o desenvolvimento do embrião (embriogênese) iniciam logo após a polinização.

O ponto de maturidade fisiológica da semente (PMF) é caracterizado como o momento em que se observa o máximo de acúmulo de peso seco e a transferência de matéria seca da planta para a semente é interrompida. Esse processo ocorre no final da fase de expansão e representa um marco importante no desenvolvimento da semente, pois tem sido proposto como o momento em que ela atinge o máximo desempenho (BLACK; BEWLEY; HALMER, 2006; TEKRONY; EGLI, 1997).

2.6 Acúmulo de matéria seca na planta e nos grãos do feijoeiro

Vários fatores exercem influência significativa no acúmulo de matéria seca (MS) na planta: área foliar, teor de clorofila, grau de reflexão da luz (albedo), arquitetura foliar da cultivar, intensidade e qualidade da luz incidente, dinâmica das trocas gasosas, disponibilidade de água no solo, espaçamento das plantas e tipo de grão (ANDRADE et al., 2009; DIDONET; COSTA, 2004; PIMENTA; FANCELLI; DOURADO NETO, 1999). Entretanto, cultivares com características semelhantes (produção, tipo de grão, porte, ciclo, etc.), de modo geral, tendem a acumular matéria seca em quantidades semelhantes (ANDRADE et al., 1975; MEHLA; SINGH, 1980). A taxa de acúmulo de matéria seca é sequencial, modificando-se conforme o estágio de crescimento da planta. No início, folhas e raízes são drenos preferenciais; por certo período, os caules assumem relevância e, a partir do florescimento, com o aparecimento das vagens, estas passam a ser os drenos preferenciais (LOPES; CARVALHO, 1988). Os grãos sofrem acúmulo acentuado de matéria seca desde o seu surgimento até a colheita.

Durante o período de 10 a 15 dias após a floração, ocorre, principalmente, um crescimento longitudinal das vagens e pouco crescimento das sementes. Quando as valvas alcançam seu tamanho final e peso máximo, se inicia o enchimento das vagens. Esse estágio tem início quando 50% das plantas apresentam a primeira vagem preenchida e começa então, o crescimento das sementes. O peso das valvas aumenta entre 15 a 20 dias após a floração. O peso dos grãos só aumenta acentuadamente, quando as vagens atingem o tamanho e peso máximo. Dessa forma, os grãos atingem o seu peso máximo de 30 -35 dias após o florescimento. Ao finalizar essa fase, também, observa-se o início da desfolha das plantas.

A maturação fisiológica é considerada a última fase do desenvolvimento da planta, a qual é caracterizada pelo início da mudança da cor e secagem das vagens. Essas mudanças na coloração das vagens indicam o início da maturação da planta, continua o amarelecimento e todas as folhas e demais partes da planta secam. As sementes com 15% de umidade apresentam sua coloração típica, dependendo da cultivar, culminando, assim, com o fim do ciclo biológico e a planta se torna apta para ser colhida (DEBOUCK; HIADALGO, 1985; FANCELLI, 2009).

Pesquisa interessante a respeito da maturação do feijoeiro foi realizada por Vieira e Vieira (1997). Para isso, tomaram amostra de 50 plantas por cultivar, foram utilizadas três cultivares, apenas uma Carioca, infelizmente, sem repetições. A primeira amostragem foi realizada aos 60 dias, após emergência (DAE) e, posteriormente, de três em três dias até 73 dias. No laboratório, as vagens foram colhidas, classificadas em imatura (verde), em amadurecimento e maduras (seca). A umidade, o acúmulo de matéria seca e o poder germinativo foram estimados e classificados, também, de acordo com o seu aspecto. Os autores concluíram que é possível determinar o ponto de maturação fisiológica do feijão pela cor do tegumento da semente. O ponto máximo de acúmulo de matéria seca coincide com o momento em que os grãos apresentaram a cor característica da cultivar. Ficou evidenciado que, no feijão Carioca, a principal referência da maturação é o aparecimento das estrias.

2.7 Emprego de dessecantes na cultura do feijoeiro

Em algumas situações, é necessário antecipar a colheita ou, então, reduzir a incidência de plantas daninhas para facilitar a colheita. Esse tipo de procedimento pode ser adotado na agricultura familiar, mas predomina entre os empresários rurais que utilizam a colheita mecânica. A antecipação da colheita é realizada utilizando-se produtos químico-dessecantes.

A colheita é uma das fases mais importantes do processo de produção do feijão e, quando bem processada, reduz as perdas de grãos e contribui de maneira decisiva para a obtenção de um produto de boa qualidade, com alto valor comercial. A colheita da lavoura pode ser realizada após as sementes alcançarem a maturação fisiológica, ou seja, o ponto em que as sementes atingem o seu máximo conteúdo de matéria seca, poder germinativo e vigor (VIEIRA, 1987). O emprego de dessecantes é realizado, usando-se produtos comerciais apropriados resultando na rápida secagem de todas as partes da planta (KAPPES et al., 2012).

Na literatura é relatado que a época de aplicação de dessecantes deve ser feita no ponto de maturação fisiológica (CARVALHO; NAKAGAWA, 1983; POPINIGIS, 1985). A aplicação precoce de dessecante pode acarretar redução significativa no rendimento. Por outro lado, aplicar tardiamente, isto é, após a maturação fisiológica, possibilita que as sementes

fiquem expostas no campo a condições adversas de umidade, temperatura, microrganismos e insetos causando danos à qualidade e ao rendimento (PELEGRINI, 1986; TEÓFILO et al., 1996).

A dificuldade de determinar, precisamente, o ponto de maturação fisiológica no feijoeiro é uma das restrições no uso de desseccantes. No entanto, Teófilo, Medeiros Filho e Messias (1999) relatam que os maiores benefícios com a aplicação dos desseccantes (paraquat e paraquat + diquat) estiveram entre 49 e 50 dias pós a floração.

Estudos realizados por Kappes et al. (2012) com aplicação de paraquat em diferentes doses na cultura do feijoeiro mostraram que as plantas apresentaram maior acúmulo de matéria seca no grão com a dessecação realizada aos 40 dias após a floração. Contudo, observaram também que a pré-colheita causou danos às sementes de feijão.

Estudo a respeito da antecipação da colheita usando desseccantes foi realizado por Rocha et al. (1983). A cultivar Carioca foi avaliada, e a antecipação da colheita por meio do desfolhante paraquat foi realizada a partir de 75 dias após a emergência (DAE), em intervalos de 5 dias até 105 DAE. Os autores concluíram que é possível antecipar a colheita em até 20 dias, sem perdas significativas na produtividade e na qualidade dos grãos.

Como se observa, não existe consenso a respeito do emprego de desseccantes, sobretudo porque as informações existentes a respeito das perdas na produtividade por antecipação da colheita, não são conclusivas e foram realizadas utilizando um pequeno número de cultivares.

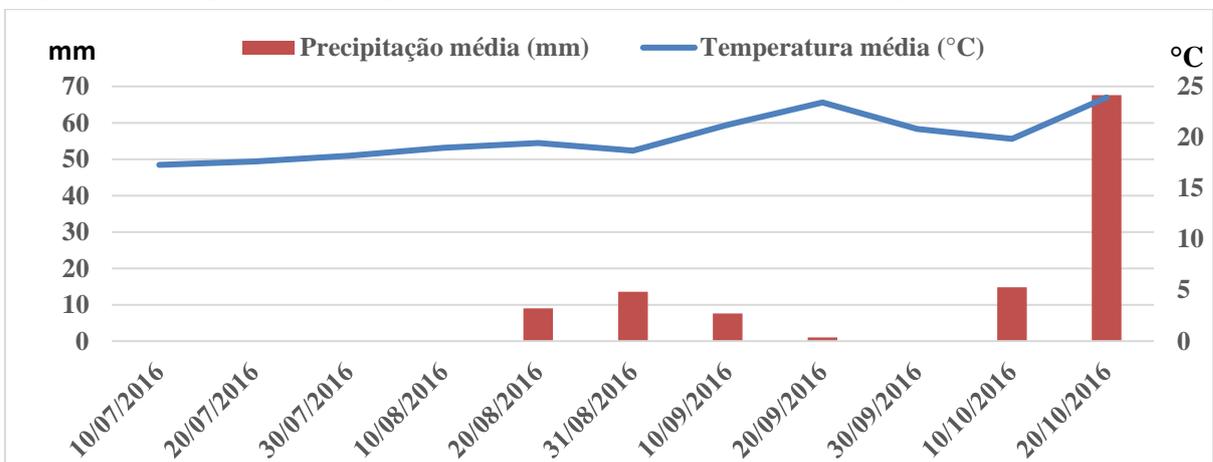
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

Os experimentos foram conduzidos no Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico da Universidade Federal de Lavras (UFLA). O município de Lavras situa-se na região Sul do estado de Minas Gerais, a 918,8 metros de altitude, 21°14' de latitude Sul e 45° 59' de longitude Oeste.

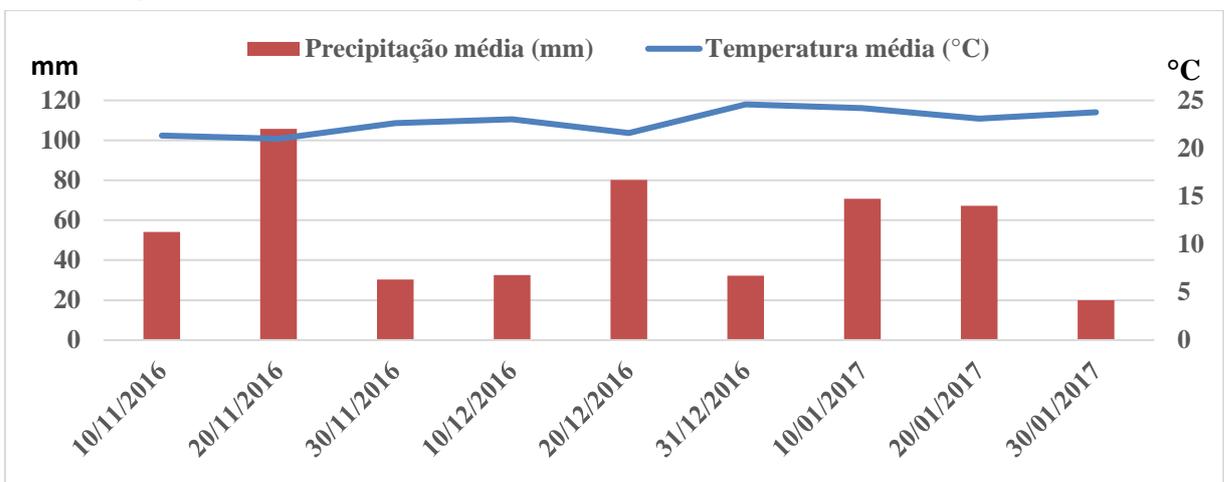
Foram obtidas informações sobre temperatura e precipitação, durante o período das três safras, na Estação Climatológica Principal da UFLA. (FIGURA 1, 2, 3)

Figura 1 - Precipitação e temperatura durante a semeadura em julho (julho a outubro de 2016)



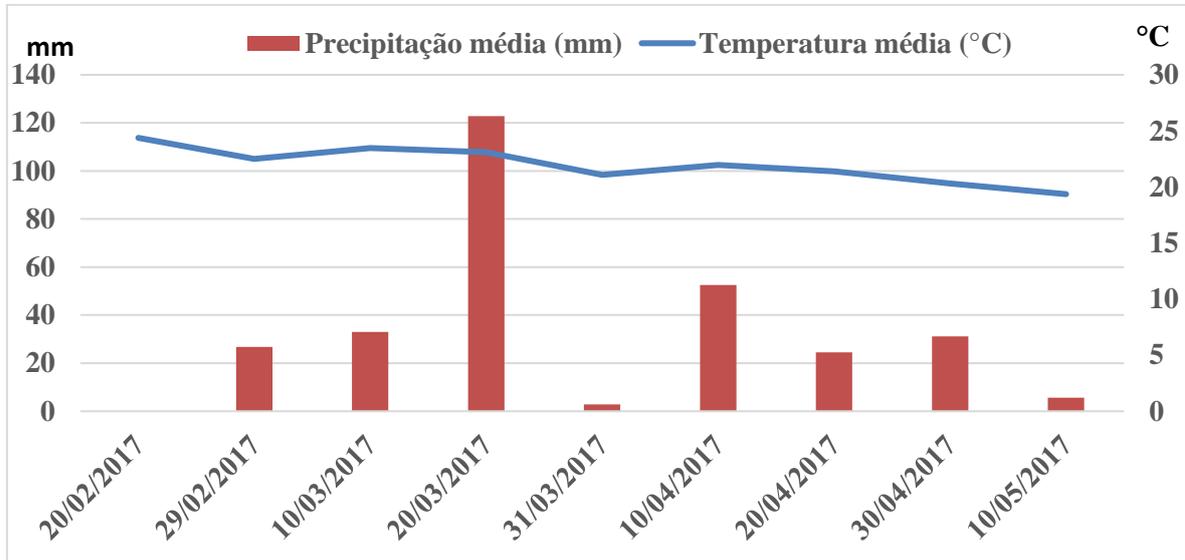
Fonte: Adaptado da Estação Climatológica Principal da Universidade Federal de Lavras (UFLA, 2017).

Figura 2 - Precipitação e temperatura durante a semeadura em novembro (novembro de 2016 a janeiro de 2017)



Fonte: Adaptado da Estação Climatológica Principal da UFLA (2017).

Figura 3 - Precipitação e temperatura durante a semeadura em fevereiro (fevereiro a maio de 2017).



Fonte: Adaptado da Estação Climatológica Principal da UFLA (2017).

3.2 Linhagens utilizadas

Foram avaliadas dezesseis linhagens/cultivares de feijão do tipo Carioca, oito linhagens são oriundas do programa de melhoramento da UFLA e as outras cultivares são ou já foram recomendadas para o cultivo, no estado de Minas Gerais (TABELA 2).

Tabela 2 - Características das linhagens de feijoeiro utilizadas na presente pesquisa.

Linhagem	Porte	Tipo de Planta	Ciclo (Classe)
BRSMG-Talismã	prostrado	III	Semiprecoce
BRSMG-Majestoso	semiereto	II/III	Normal
BRS-Estilo	ereto	II	Normal
Pérola	semiereto	II/III	Normal
Carioca	prostrado	II	Normal
Carioca-MG	ereto	II	Normal
BRMG-Uai	ereto	II	Normal
BRSMG-Madrepérola	prostrado	III	Semiprecoce
RPXI-1	ereto	II	Normal
RPVIII-1	ereto	II	Normal
CXII-15	prostrado	III	Normal
CXI-1	prostrado	III	Normal
CXI-26	prostrado	III	Normal
MAX-1	prostrado	III	Normal
MAII-7	prostrado	III	Normal
VC-25	semiprostrado	II/III	Normal

Fonte: Do autor (2017).

3.3 Condução dos Experimentos

Foram realizados três experimentos, o primeiro com semeadura em julho de 2016, o segundo em novembro de 2016, e o terceiro em março de 2017. As linhagens foram avaliadas, no delineamento de blocos, ao acaso, com arranjo em faixa e cinco repetições. A parcela foi constituída de quatro linhas de quatro metros. Os tratos culturais e o manejo da cultura foram os comumente usados na região. Os seguintes caracteres foram avaliados:

- a) Número de dias para o início do florescimento (NDF);
- b) Foi considerado o dia da semeadura até quando 50% das plantas das duas linhas centrais da parcela apresentaram pelo menos uma flor aberta;
- c) Matéria seca dos grãos;
 - Utilizando uma das linhas da parcela, foram colhidas de forma contígua cinco plantas, a partir de 35 dias após o florescimento (DAF), na safra de julho de 2016, 26 DAF nas safras de novembro de 2016 e fevereiro de 2017. No laboratório, foram retiradas as vagens, os grãos e a matéria verde e seca de todos os grãos e de uma amostra de 100 grãos. Para a obtenção da matéria seca, foi utilizada uma estufa a 65°C, por 72 horas. Na safra de julho de 2016, as coletas subsequentes foram efetuadas aos 37, 40, 43, 47 e 49 DAF o que corresponde a 12, 9, 6, 2 e 0 dias de antecipação do ponto tradicional da colheita. Na safra de novembro de 2016, as coletas subsequentes foram efetuadas aos 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40 DAF o que corresponde a 12, 10, 8, 6, 4, 2, 0 dias de antecipação do ponto tradicional de colheita. Na safra de fevereiro de 2017, as coletas subsequentes foram efetuadas aos 30, 33, 35, 37, 39, 43 DAF o que corresponde a 13, 10, 8, 6, 4, 0 dias de antecipação do ponto tradicional de colheita;
 - A partir do momento da ocorrência de grãos com estrias típicas do grão Carioca, foi obtida a matéria seca dos grãos de uma amostra com 50 grãos com igual número sem estrias;
- d) A produção de grãos (kg ha¹) foi obtida, utilizando-se a linha central da parcela.

3.4 Análise estatística dos dados

Os dados de matéria seca (MS) de um grão em cada época de amostragem em cada safra foram submetidos à análise de variância. Para isso, foi adotado o delineamento do experimento

em faixa, segundo o procedimento apresentado por Pimentel-Gomes (2000). Foi adotado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + L_i + B_j + LB_{ij} + A_k + AB_{kj} + AL_{ki} + e_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} é o valor observado na parcela que recebeu a linhagem i na amostragem k no bloco j .

μ é a constante associada a todas observações;

L_i é o efeito da linhagem i ($i = 1, 2, \dots, 16$);

B_j : é o efeito do bloco j ($j = 1, 2, \dots, 5$);

LB_{ij} : é o efeito da interação entre linhagem i com bloco j

A_k : é o efeito da época de amostragem k ($k = 1, 2, \dots, 8$);

AB_{kj} : é o efeito da interação entre a época de amostragem k e o bloco j ;

$AL_{(ki)}$: é o efeito da interação entre a época de amostragem k e a linhagem i ;

e_{ikl} : é o erro experimental ($e_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$);

A partir dos dados da MS/grãos/parcela/época de amostragem, foi estimada a equação de regressão quadrática entre o número de dias da amostragem, a partir do florescimento, variável independente (X) e a MS/grão (g), variável dependente (Y). O procedimento adotado foi semelhante ao apresentado por Steel, Torrie e Dickey (1997).

A partir dessas equações por parcela, foram estimados os valores máximos do acúmulo de MS/grão ($Y_{m\acute{a}x}$) pela derivada da equação de regressão quadrática. Também foi estimado o número de dias do máximo de acúmulo de matéria seca ($X_{m\acute{a}x}$).

Posteriormente, utilizando, ainda, os dados por parcela, foi estimada a porcentagem de acúmulo de matéria seca nos grãos. Essa porcentagem foi obtida entre a matéria seca na amostragem realizada no dia X e o $Y_{m\acute{a}x}$. Com o valor da porcentagem de matéria seca nos grãos, foi estimada a equação de regressão linear entre a variável independente (X), o número de dias da amostragem e a porcentagem da matéria seca em relação ao máximo, variável dependente (Y). Utilizando a estimativa do b da regressão linear, foi obtida a porcentagem média de acúmulo de MS/dia, ou seja, a taxa de acúmulo de MS/dia em porcentagem. Esse dado foi submetido à análise de variância por safra e, posteriormente, à análise de variância conjunta.

Também foram efetuadas as análises de variância da produtividade de grãos (kg ha^{-1}) por safra e, posteriormente, a análise conjunta apresentada por Ramalho, Ferreira e Oliveira (2012).

As médias obtidas nas análises de variância foram submetidas ao teste de agrupamento de Scott e Knott (1974). Todas as análises foram realizadas utilizando-se o software MSTATC (NISSEN, 1993) e o R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2015).

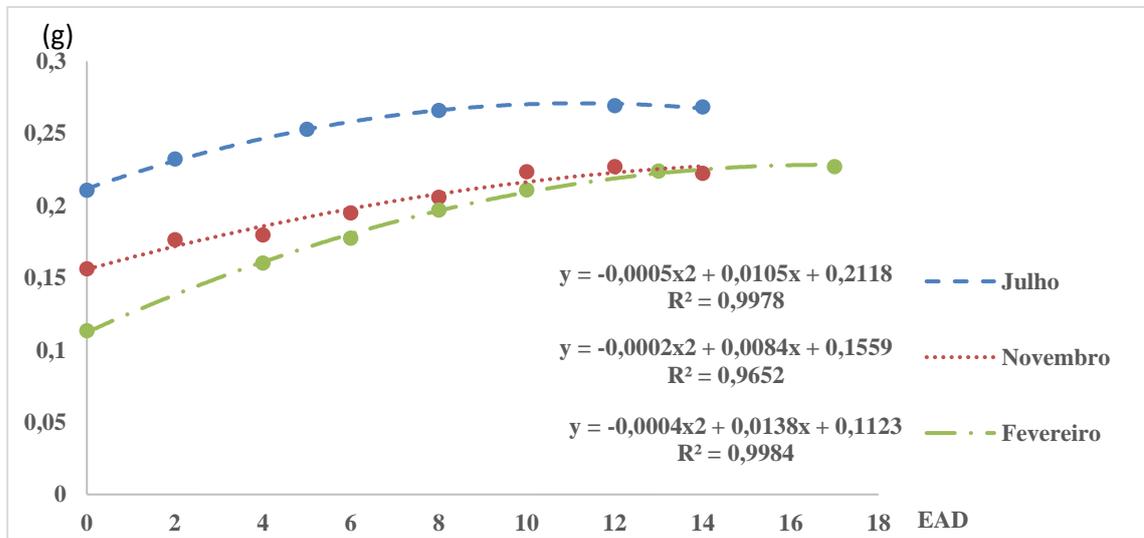
Foram obtidas as estimativas da correlação de Pearson entre o número de dias para o máximo de acúmulo de MS ($X_{\text{máx}}$), o máximo de MS/grão ($Y_{\text{máx}}$), a taxa de acúmulo percentual de matéria seca/grão/dia (b) e a produtividade de grãos (prod) utilizando-se o software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2015).

4 RESULTADOS

Todas as análises individuais evidenciam boa precisão experimental. As estimativas de acurácia variaram de 80% para a produtividade de grãos, na safra de julho de 2016, a 99% para a matéria seca/grãos, na safra fevereiro de 2017 (TABELAS 1, 2 e 3, APÊNDICE A). Essa condição é primordial para as inferências a serem realizadas com os dados obtidos. A boa precisão experimental contribuiu para que fosse detectada diferença significativa entre as linhagens ($P \leq 0,01$) para todos os caracteres nas diferentes safras (TABELAS 1, 2 e 3, APÊNDICE A). A ocorrência de diferença significativa é fundamental para se alcançar sucesso nos objetivos propostos. Como era esperado, em todas as safras, o efeito de épocas foi significativo ($P \leq 0,01$) para a matéria seca acumulada nos grãos. As linhagens apresentaram diferenças no acúmulo de matéria seca nos grãos ($P \leq 0,01$). A interação linhagens x épocas foi significativa ($P \leq 0,01$) em todas as safras. Infere-se que o comportamento das linhagens com relação ao acúmulo de matéria seca nos grãos não foi coincidente nas diferentes safras (TABELAS 1, 2 e 3, APÊNDICE A).

O ajuste da equação quadrática para explicar o acúmulo de matéria seca (MS) por grão com o tempo, nas três safras, é mostrado na Figura 4. Veja que todas as três equações apresentaram um excelente ajuste, isto é, as estimativas de R^2 foram superiores a 96 %. Constata-se que o maior acúmulo de MS por grão foi na semeadura de julho. O menor acúmulo ocorreu, pelo menos nas primeiras amostragens, quando a semeadura foi realizada em fevereiro. Deve ser salientado, contudo, que, dez dias após a primeira amostragem, o comportamento do acúmulo de matéria seca por grão da semeadura de fevereiro passou a ser muito semelhante ao obtido na semeadura de novembro. Nesse caso, pode-se inferir que, na semeadura de fevereiro, a taxa de acúmulo de MS deve ter sido maior.

Figura 4 - Matéria seca/grãos (g) das linhagens de feijoeiro avaliadas nas safras de julho e novembro de 2016 e fevereiro de 2017, ao longo das épocas de amostragem em dias (EAD).



Fonte: Do autor (2017).

As equações de regressão obtidas entre o número de dias da coleta das plantas (X) e a matéria seca dos grãos de cada linhagem são apresentadas na Tabela 3 do APÊNDICE A. Embora a interação linhagens x safras fosse significativa optou-se por comentar os resultados dessas equações, utilizando-se as médias de todas as safras (TABELA 3).

Constatou-se que as estimativas de R^2 foram todas de elevada magnitude, variando de 0,92 a 0,95, indicando que a equação de regressão binomial explicou bem o que ocorreu com o acúmulo de matéria seca nos grãos de feijão com o tempo. Essas equações foram utilizadas, sobretudo, para estimar o ponto de máximo acúmulo de matéria seca e identificar o número de dias que ele ocorreu. Constatou-se que o máximo de acúmulo, na média das três safras, ocorreu com 43 dias, isto é, do momento do início do florescimento até a maturação fisiológica, as linhagens de feijão Carioca utilizadas gastaram 43 dias. Infelizmente, a variação nessa duração não foi muito expressiva, variou apenas de 42 dias (linhagens Carioca original e Carioca MG), a 44 dias (linhagens Pérola e MAXII-7).

Tabela 3 - Equações de regressão quadrática do acúmulo de matéria seca/grão (g) e da estimativa do número de dias para o acúmulo máximo de matéria seca obtidos no experimento de avaliação de linhagens de feijão. Dados médios das três safras de avaliação.

Linhagens	b ₀	b ₁	b ₂ /10 ⁴	R ²	X _{máx}
BRSMG-Uai	0,14	0,01	4,0	0,93	43
Perola	0,14	0,01	3,0	0,94	44
Carioca	0,16	0,01	4,0	0,92	42
Carioca-MG	0,15	0,01	5,0	0,93	42
BRSMG-Madrepérola	0,16	0,01	3,0	0,92	43
BRS-Estilo	0,15	0,01	5,0	0,92	43
BRSMG-Majestoso	0,15	0,01	3,0	0,94	43
VC-25	0,11	0,02	5,0	0,93	43
CXII-15	0,15	0,02	5,0	0,93	43
CXI-26	0,16	0,01	2,0	0,93	43
RPVIII-1	0,17	0,01	4,0	0,93	43
CXI-1	0,16	0,01	3,0	0,94	43
BRSMG-Talismã	0,16	0,01	3,0	0,93	43
RPXI-1	0,18	0,01	4,0	0,93	43
MAX-1	0,14	0,01	4,0	0,94	43
MAXII-7	0,13	0,01	3,0	0,95	44
Média	0,15	0,01	3,75	0,93	43

Fonte: Do autor (2017).

A informação mais expressiva desse trabalho é o acúmulo médio percentual de matéria seca dos grãos por dia com a idade até a maturação fisiológica. Para isso, foi estimada a regressão linear entre a variável independente, número de dias após a primeira amostragem (X) e a porcentagem média de acúmulo de MS obtida da relação entre a MS do grão no momento X e o máximo de MS na maturação fisiológica (Y). A análise de variância conjunta do coeficiente regressão linear (b) obtida é mostrada na Tabela 4. Veja que ocorreram diferenças significativas ($P \leq 0,01$) para as fontes de variação safras, linhagens e a interação safras x linhagens.

Tabela 4 - Resumo da análise de variância conjunta da porcentagem média de acúmulo da matéria seca por grão de feijão. Dados obtidos na avaliação de linhagens de feijão em três safras de semeadura, Lavras, 2016-2017.

FV	GL	QM	F value
Safras (S)	2	25,98	75,05**
Linhagens (L)	15	2,44	7,04**
Blocos/ Safras	12	0,26	0,77
L x S	30	0,98	2,84**
Erro	180	0,34	
Média		2,75	

Fonte: Do autor (2017).

**, Teste de F significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Deve ser salientado que as equações lineares entre o número de dias da amostragem (X) e a porcentagem diária de acúmulo de MS apresentaram estimativas do coeficiente de determinação superiores a 90%. Esse resultado permite inferir que a equação linear explicou a maior parte da variação percentual do acúmulo de MS por dia, nas diferentes linhagens avaliadas e nas diferentes safras.

Com relação às safras, o menor acúmulo médio da porcentagem de MS durante as amostragens realizada a partir de 26 dias após o início do florescimento, ocorreu na semeadura de julho (2,14 % /dia/grão). Já a maior estimativa foi na semeadura de fevereiro (3,27 % /dia/grão) (TABELA 5). Verifica-se que essa diferença de acúmulo de MS foi expressiva, isto é, de 52,8% entre essas safras. Nota-se que a classificação das linhagens com relação à porcentagem de acúmulo diário de MS nos grãos, não foi coincidente entre as safras. Esse resultado é previsto pela significância da interação linhagens x safras (TABELA 4).

A maior discriminação entre as linhagens ocorreu na semeadura de novembro. Contudo, é importante comentar os resultados obtidos na média das três safras (TABELA 5). Observa-se que as linhagens foram classificadas em três grupos. O maior acúmulo ocorreu com a linhagem VC-25 na semeadura em novembro. O grupo de linhagens com menor acúmulo envolveu as linhagens BRSMG-Uai, Carioca, Carioca MG, BRSMG-Madrepérola, BRSMG-Majestoso, CXI-26, RPVIII-1, CXI-1, BRSMG-Talismã e RPXI-1. A diferença percentual entre a linhagem com maior acúmulo VC-25 (3,62 %) e a menor RPXI-1 (2,27 %) foi de 59 %. A linhagem MAXII-7 apresentou a maior variação no acúmulo percentual de MS entre as safras, variando de 1,83% MS/dia, na safra de julho, a 3,77% MS/dia, na safra de novembro. Já as linhagens BRSMG-Madrepérola, BRSMG-Talismã e RPXI-1 destacaram-se por estarem sempre no grupo de menor porcentagem de acúmulo entre as safras.

Tabela 5 - Taxa de acúmulo da matéria seca/grão/dia (%) em relação ao máximo (b) e o coeficiente de determinação (R^2) das linhagens de feijão nas safras de julho e novembro de 2016 e fevereiro de 2017, Lavras, MG.

Linhagens	Época de semeadura							
	Julho		Novembro		Fevereiro		Média	
	Média	R^2	Média	R^2	Média	R^2	Final	R^2
BRSMG-Uai	2,13 a	0,93	2,55 b	0,92	3,36 b	0,95	2,68 a	0,93
Perola	2,26 a	0,95	3,10 b	0,98	3,78 b	0,95	3,05 b	0,96
Carioca	1,86 a	0,91	2,56 b	0,93	2,76 a	0,86	2,39 a	0,90
Carioca-MG	2,57 b	0,91	2,59 b	0,92	3,06 a	0,97	2,74 a	0,93
BRSMG-Madrepérola	1,69 a	0,93	2,12 a	0,92	3,25 a	0,87	2,35 a	0,91
BRS-Estilo	3,11 b	0,94	2,95 b	0,96	3,18 a	0,93	3,08 b	0,94
BRSMG-Majestoso	1,86 a	0,90	2,89 b	0,94	2,89 a	0,98	2,55 a	0,94
VC-25	2,96 b	0,93	4,12 c	0,95	3,78 b	0,94	3,62 c	0,94
CXII-15	2,06 a	0,93	4,25 c	0,96	3,38 b	0,94	3,23 b	0,95
CXI-26	1,83 a	0,95	2,60 b	0,97	3,10 a	0,92	2,51 a	0,95
RPVIII-1	1,68 a	0,94	2,75 b	0,95	2,59 a	0,90	2,34 a	0,93
CXI-1	1,90 a	0,94	2,67 b	0,96	3,66 b	0,99	2,74 a	0,96
BRSMG-Talismã	2,07 a	0,96	1,89 a	0,98	2,92 a	0,90	2,29 a	0,94
RPXI-1	2,30 a	0,93	1,59 a	0,96	2,91 a	0,91	2,27 a	0,93
MAX-1	2,12 a	0,93	3,29 c	0,96	3,75 b	0,94	3,05 b	0,94
MAXII-7	1,83 a	0,95	3,77 c	0,98	3,87 b	0,99	3,16 b	0,97
Média	2,14 A	0,93	2,85 B	0,95	3,27 C	0,93	2,75	0,94

Fonte: Do autor (2017).

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas na linha pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott (1974).

A estimativa da porcentagem média de acúmulo de MS dos grãos pode ser utilizada como um critério para se ter uma boa estimativa de redução na produtividade de grãos com a antecipação da colheita, utilizando qualquer uma dessas linhagens.

A análise de variância conjunta das três safras para a produtividade de grãos (kg ha^{-1}) é mostrada na Tabela 6. Observou-se que as fontes de variação, safras, linhagens e a interação linhagens x safras foram todas significativas ($p \leq 0,01$). Constatou-se que a maior produtividade média foi obtida na semeadura realizada em julho (2920 kg ha^{-1}) e a menor em novembro (1725 kg ha^{-1}). A existência da variabilidade na produtividade de grãos entre as linhagens nas diferentes safras pode ser comprovada na distribuição de frequência. Observa-se que as produtividades de grãos das linhagens na safra de julho foram superiores comparando-se com as demais safras (FIGURA 5).

Tabela 6 - Resumo da análise de variância conjunta para produtividade (kg ha⁻¹) das 16 linhagens avaliadas em três safras de feijão.

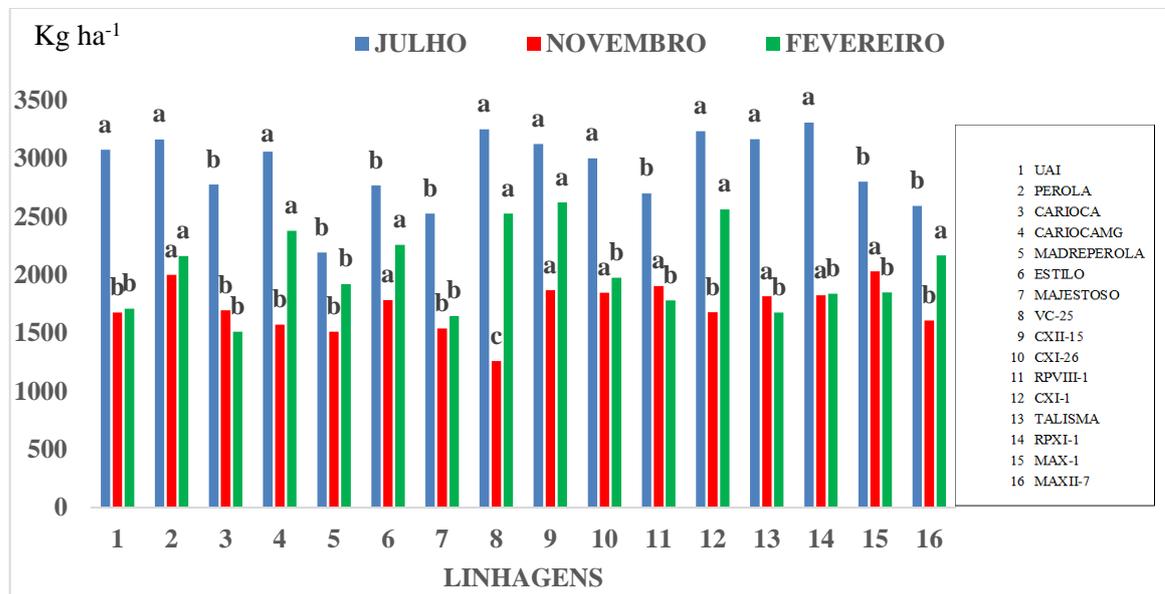
FV	GL	QM
Safras (S)	2	30758084**
Linhagens (L)	15	561036**
Blocos/ Safras	12	113402
L x S	30	377463**
Erro	180	128288
Média		2226,7

Fonte: Do autor (2017).

** , Teste de F significativo ao nível de 1% de probabilidade.

A maior discriminação da produtividade de grãos entre as linhagens ocorreu na safra de novembro, e a menor produtividade de grãos foi da linhagem VC-25. Já as linhagens Perola, CXII-15 destacaram-se por estarem sempre no grupo de maior produtividade de grãos entre as safras. As linhagens Carioca, Madrepérola e Majestoso estiveram sempre no grupo intermediário entre as safras. (FIGURA 5)

Figura 5 - Distribuição de frequência da produtividade de grãos (kg ha⁻¹) das 16 linhagens de feijoeiro avaliadas nas safras de julho e novembro de 2016 e fevereiro de 2017.



* Numa mesma safra, as linhagens com a mesma letra participam do mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott (1974).

Fonte: Do autor (2017).

Na Tabela 7, são apresentados os resultados da porcentagem de redução na matéria seca dos grãos com estrias em relação aos sem estrias nas diferentes safras. Observa-se, de um modo geral, que nas três safras, utilizando quatro das 16 linhagens avaliadas, quatro dias de

antecipação da colheita todos os grãos apresentavam estrias. Na semeadura de julho de 2016 e fevereiro de 2017 seis dias de antecipação da colheita, as linhagens apresentavam todos os grãos com estrias. Já na semeadura realizada em novembro, todos os grãos apresentavam estrias, 4 dias de antecipação da colheita para duas linhagens (BRSMG Madreperola e CXI-1).

Tabela 7- Porcentagem da redução da matéria seca dos grãos com estrias em relação aos sem estrias de quatro linhagens de feijoeiro nas safras de julho, novembro de 2016 e fevereiro de 2017.

Linhagens	Dias de antecipação da colheita (DAC)								
	17	14	13	12	10	9	8	6	4
	Julho								
BRSM-Madrepérola	-	36,47	-	30,00	-	28,50	-	0	-
BRS-Estilo	-	28,04	-	27,41	-	26,30	-	0	-
CXI-26	-	24,59	-	24,37	-	22,17	-	0	-
CXI-1	-	31,56	-	30,36	-	30,19	-	0	-
	Novembro								
BRSM-Madrepérola	-	26,54	-	22,63	21,97	-	18,83	0	0
BRS-Estilo	-	27,13	-	27,10	26,68	-	24,55	24,24	0
CXI-26	-	42,51	-	35,44	27,64	-	27,11	16,31	0
CXI-1	-	29,60	-	14,57	12,58	-	2,120	0	0
	Fevereiro								
BRSM-Madrepérola	15,06	-	13,78	-	12,60	-	6,87	0	0
BRS-Estilo	30,66	-	30,66	-	30,44	-	23,65	0	0
CXI-26	26,89	-	16,93	-	13,53	-	11,41	0	0
CXI-1	22,93	-	21,25	-	20,12	-	19,63	0	0

Fonte: Do autor (2017).

As estimativas dos coeficientes de correlação (r) entre as variáveis o número de dias para o máximo de acúmulo de MS, o máximo de matéria MS/grão, a taxa de acúmulo percentual de MS/grão/dia em relação ao máximo (b) e a produtividade estão na Tabela 8. De modo geral, as estimativas das correlações foram de baixa magnitude e a maioria não significativa variando de -0,39 a 0,32. A estimativa de correlação de maior magnitude e significativa foi entre a taxa de acúmulo percentual de MS/grão/dia em relação ao máximo (b) e número de dias para o máximo de acúmulo de MS.

Tabela 8 - Estimativas dos coeficientes de correlação (r) entre os caracteres número de dias para o máximo de acúmulo de MS ($X_{m\acute{a}x}$), o máximo de MS/grão ($Y_{m\acute{a}x}$), a taxa de

acúmulo de matéria seca/grão/dia em relação ao máximo (b) e a produtividade de grãos (prod) na safra de julho e novembro de 2016 e fevereiro de 2017.

Caracteres	Julho			Novembro			Fevereiro		
	Xmáx	Ymáx	B	Xmáx	Ymáx	b	Xmáx	Ymáx	b
Ymáx	0,18			0,32*			0,30**		
B	0,13	-0,27*		0,04	-0,16		-0,39**	-0,22*	
Prod	0,09	0,0007	-0,28*	0,14	0,23**	0,14	-0,14	0,02	-0,02

Fonte: Do autor (2017).

Teste t * e ** significativo ao nível de 5% ou 1% de probabilidade respetivamente.

5 DISCUSSÃO

A condição primordial para se ter sucesso em se atingir os objetivos propostos no trabalho é que a precisão experimental seja alta. Esse fato foi comprovado, pois as estimativas da acurácia foram superiores a 80% (TABELAS 1, 2 e 3, APÊNDICE A), indicando boa precisão experimental como preconizado por Rezende e Duarte (2007). A existência de experimentos que avaliaram o acúmulo de matéria seca dos grãos de feijão não são frequentes, contudo, em termos de produtividade de grãos, a precisão experimental obtida é semelhante ou até mesmo superior às relatadas na literatura (FERREIRA, 2014; LIMA et al., 2014; PINTO JUNIOR, 2016).

Como a precisão experimental foi boa, foi possível obter diferença significativa entre as linhagens avaliadas para todos os caracteres (TABELA 4, 6; TABELAS 1, 2 e 3, APÊNDICE A). Esse fato é expressivo porque foram avaliadas 16 linhagens de feijão, todas do tipo de grão Carioca, oito delas já recomendadas para o cultivo no estado. Essas linhagens diferem também no tipo de planta, na arquitetura, na resistência/tolerância aos patógenos e, ligeiramente, na duração do ciclo da cultura. A escolha de linhagens, todas do tipo Carioca, foi porque esse tipo de grão é o mais comercializado na região sul do estado de Minas Gerais e, praticamente, não há informações de como ocorre o acúmulo de matéria seca nos grãos nessas linhagens.

Os experimentos foram conduzidos em três safras de semeadura que são comuns na região e permitiram que os resultados pudessem ser generalizados independentemente da safra. Para todos os caracteres na análise de variância conjunta verificam-se diferenças significativas entre as safras (TABELAS 4 e 6). A maior produtividade média envolvendo todas as linhagens foi na safra cuja semeadura foi realizada em julho, bem como para a duração do número de dias do início do florescimento e a colheita. Contudo, a porcentagem média de acúmulo de matéria seca foi menor entre as três safras. É preciso ressaltar que, na semeadura de julho, a cultura é irrigada durante todo o ciclo, as temperaturas são mais amenas e, normalmente, a incidência de patógenos e pragas é menor (RAMALHO; ABREU; GUILHERME, 2014).

Na semeadura de novembro, a cultura não é irrigada e a precipitação é, normalmente suficiente, embora a distribuição não seja uniforme. As temperaturas tanto noturnas como diurnas são mais elevadas, o que contribuiu para a antecipação do ciclo e a produtividade de grãos nem sempre é alta, como ocorreu neste trabalho. Já na semeadura de fevereiro, o desenvolvimento das plantas coincide com o final do verão, cujas as precipitações são mais escassas e, por isso, a cultura é irrigada em grande parte do ciclo. Normalmente após o florescimento, as temperaturas, especialmente as noturnas, são mais amenas. Não foram

encontrados relatos do efeito da época de semeadura na região com relação à duração do período de enchimento de grãos e à porcentagem de acúmulo de matéria seca. Contudo, para a produtividade de grãos, há vários relatos e a maioria deles coincide com os resultados obtidos no presente trabalho (BOTELHO et al., 2010; FERREIRA, 2014; LIMA et al., 2014; MATA, 2015).

Neste trabalho, o interesse principal era verificar o acúmulo de matéria seca mais no final da cultura, para verificar, sobretudo, possíveis perdas decorrentes da antecipação da colheita. Uma dificuldade encontrada é que o início do florescimento foi anotado, quando 50% das plantas apresentavam pelo menos uma flor aberta. Contudo, a duração do período de florescimento é variável entre as linhagens e entre as safras. Esse período, em média, varia de sete a dez dias. Em função desse fato, optou-se por iniciar as amostragens quando as plantas tivessem com todas as vagens já completamente formadas. Assim, a data das amostragens variou entre as safras, e foi realizada aos 35 dias na semeadura em julho, 26 dias em novembro e fevereiro. Por essa razão, inclusive, não foi realizada análise conjunta do número de dias do florescimento até a maturação fisiológica.

Deve ser salientado que se optou por tomar uma amostra de cinco plantas contíguas para não alterar o comportamento das plantas que ficaram na parcela. Dessas plantas, foram retiradas todas as sementes, que foram contadas e obtido a matéria seca por grão. É evidente que, na amostra, os grãos variavam em tamanho devido à diferença no desenvolvimento das vagens, pelas razões já comentadas. Além disso, o número de grãos entre as amostras era variável. Por essa razão, optou-se por tomar a matéria seca de um grão.

Constatou-se que a equação de regressão quadrática obtida entre a data de amostragem, variável independente (X), e a matéria seca por grão, variável dependente (Y), apresentou um ótimo ajuste, nas três safras, R^2 superior a 96% (FIGURA 4). Como já mencionado, uma comparação entre as três equações fica limitada pelo fato de o momento de início de amostragem ter sido variável. No entanto, pode-se inferir que a tendência nas três safras foi a mesma e que o maior acúmulo de matéria seca nos grãos foi observado na semeadura realizada em julho.

A partir das equações apresentadas na Figura 4, foi obtido o número de dias para o máximo de acúmulo de matéria seca ($X_{m\acute{a}x}$), tendo como referência o início do florescimento. Com a informação do $X_{m\acute{a}x}$ e da matéria seca máxima ($Y_{m\acute{a}x}$), foi estimada, por parcela, a porcentagem de acúmulo de matéria seca nos grãos. Essa porcentagem, como já mencionado anteriormente, foi obtida entre a matéria seca na amostragem no dia X e o $Y_{m\acute{a}x}$. Com esse valor, foi estimada a equação de regressão linear entre a variável independente (X), número de

dias da amostragem, e a porcentagem da matéria seca em relação ao máximo, variável dependente (Y). Não foi encontrado nenhum relato do emprego desse procedimento na literatura. Contudo, os R^2 das estimativas das equações lineares foram todos elevados (TABELA 5) o que possibilita inferir que a porcentagem de acúmulo de matéria seca, em relação ao máximo, já no final do ciclo do feijoeiro pode ser considerada linear, o que facilita as inferências que serão realizadas posteriormente.

Verificou-se que a maior porcentagem de acúmulo de matéria seca por dia, a partir dos 30 dias após o florescimento, variou entre as safras (TABELA 5). Ela foi maior na semeadura de fevereiro 3,27% e menor em julho 2,14%. Em princípio, esse resultado pode ser explicado, porque na semeadura de julho as temperaturas são mais amenas durante a implantação da cultura. Porém, o final do período de enchimento de grãos ocorre no mês de outubro, quando as temperaturas, tanto noturnas como diurnas, são maiores e a umidade relativa tende a ser baixa. Já na semeadura de fevereiro, as temperaturas são altas no início e decrescentes no final do ciclo, especialmente a temperatura noturna, o que deve contribuir para maior acúmulo de matéria seca.

As linhagens também diferiram na porcentagem de acúmulo de matéria seca por dia (TABELA 5). Embora a interação linhagens X safras tenha sido significativa para esse caractere, algumas linhagens foram agrupadas no grupo de menor acúmulo percentual nas três safras, entre elas a cultivar BRSMG Madrepérola, BRSMG Talismã e RPXI-1. Quando se considerou a média das três safras, foram formados três grupos, a linhagem com maior acúmulo percentual de matéria seca foi a VC-25. Deve ser enfatizado que foi considerada a porcentagem por grão, sem levar em conta o número total de grãos.

As linhagens de feijão não diferiram muito em relação a duração de período de enchimento de grãos, ou seja, o período do início do florescimento até o ponto de máximo acúmulo de matéria seca nos grãos. Em média, a duração do enchimento de grãos foi de 43 dias e na literatura há relatos de duração de 63 dias (TEÓFILO; MEDEIROS FILHO; MESSIAS, 1999). Esse dado foi obtido na semeadura de feijão realizada em agosto, em Lavras, Minas Gerais. Essa diferença pode ser atribuída à diferença na temperatura média. Contudo, mesmo no experimento realizado nesse trabalho, da safra semelhante, ou seja, semeadura em julho, o número de dias médio das linhagens para atingir a maturação fisiológica foi de apenas 47 dias (TABELA 4, APÊNDICE A). Inclusive a Carioca MG que, também, foi a mesma avaliada no experimento de Teófilo, Medeiros Filho e Messias (1999), que apresentou duração de maturação fisiológica de apenas 45 dias.

Infelizmente, a variação entre as linhagens avaliadas na duração do período de enchimento de grãos foi muito pequena. Dessa forma, usando essas linhagens, provavelmente, a seleção de plantas/progênes com maior duração do período de enchimento dos grãos terá pouco sucesso. Contudo, é necessário enfatizar que a principal alternativa para se ultrapassar o patamar de produtividade de modo expressivo no feijoeiro, certamente, deve-se obter linhagens que apresentam duração do período de enchimento de grãos com pelo menos 10 dias acima do obtido, atualmente. Adicionalmente, esse aumento no número de dias deve ocorrer, principalmente, durante o período de máximo acúmulo de matéria seca. Porque no início da maturação o acúmulo de matéria seca no grão é pequeno e só se intensifica no final do ciclo.

Como já salientado, é prática aplicar dessecante visando a antecipar a colheita, sobretudo, quando é utilizada colheita mecânica e que o corte e a trilha dos grãos é simultâneo ou quando as plantas daninhas estão com grande desenvolvimento vegetativo no final do ciclo. Com os dados obtidos neste trabalho, é possível orientar o momento de se proceder a aplicação do produto. Assim, por exemplo, independentemente da época de semeadura e da linhagem, se a aplicação for realizada antes da maturação fisiológica estar completa, ocorrerá perda, em média de 2,75% por dia. É uma perda muito acentuada. Alguns trabalhos já foram realizados aplicando dessecantes na cultura de feijoeiro (MATA, 2015; ROCHA et al., 1983; TEÓFILO; MEDEIROS FILHO; MESSIAS, 1999). Contudo, em nenhum deles foi estimada a porcentagem do acúmulo de matéria seca por dia até a maturação fisiológica. Além disso, os resultados não, necessariamente, têm informação precisa a respeito da maturação fisiológica, pois tem sido utilizado um tratamento testemunha que é comparado com aquele que recebeu o dessecante. Assim, se a maturação fisiológica já foi atingida, evidentemente, o dessecante não afetará a produtividade de grãos.

Um procedimento prático para se identificar a maturação fisiológica do feijoeiro tipo Carioca é a ocorrência da estria no grão. Essa observação foi realizada por Vieira e Vieira (1997). No presente trabalho essa observação foi comprovada. Em todas as amostragens, utilizando apenas quatro das 16 linhagens avaliadas, as amostras com grãos já com estrias foram separadas daquelas sem estrias e a porcentagem de redução na matéria seca de cada grão ficou evidenciada (TABELA 7). Quando se atingiu a maturação fisiológica, todos os grãos já apresentavam estrias. Assim, a estria pode ser usada como um indicador apropriado da colheita e, também, da estimativa de risco de antecipar a aplicação do dessecante. Por exemplo, se for realizada uma amostragem de plantas e todas as sementes já apresentarem estrias, a colheita poderá ser realizada e o dessecante aplicado sem danos à produção ou a qualidade da semente. Contudo, se, por exemplo, 10% dos grãos, ainda, não tem estrias, certamente, o dessecante irá

reduzir a produtividade de grãos. Infelizmente, na amostragem realizada em cada época, não foi obtido o número total de grãos com ou sem estrias para se ter uma relação da porcentagem de redução de matéria seca por dia. Além do mais, dentro do grupo sem estrias, não há homogeneidade quanto à maturação de cada grão, mesmo daquelas que foram retiradas de uma mesma vagem.

De modo geral, as estimativas das correlações entre o número de dias para o máximo de acúmulo de matéria seca, o máximo de matéria seca por grão, a taxa de acúmulo percentual de MS/grão/dia em relação ao máximo e a produtividade foram de baixa magnitude e a maioria não significativa. Deve ser salientado que a correlação mede o grau de associação entre duas variáveis e necessita que os dois caracteres apresentem variação expressiva. Se isso não ocorre, seriam detectadas estimativas de correlação tendendo para zero, embora a associação possa ocorrer (TABELA 8). Como neste trabalho a variação entre as linhagens para os diferentes caracteres não foi expressiva assim, as estimativas de correlação ficam prejudicadas e não conclusivas.

6 CONCLUSÃO

- a) Existe variabilidade no período de acúmulo de matéria seca no grão, no entanto, essa foi de pequena magnitude entre as linhagens de feijão avaliadas, desestimulando a seleção específica para este caráter;
- b) O momento ideal da colheita é quando 100% dos grãos apresentam estrias típicas do feijão carioca. Contudo, a ocorrência de estrias varia entre as vagens de uma planta e até, entre os grãos de uma mesma vagem;
- c) A redução na matéria seca acumulada no grão e, conseqüentemente na produtividade em relação ao máximo de acúmulo de matéria seca é em média de 2,75% por dia, portanto, a cada dia de antecipação da colheita, antes de atingir a maturação fisiológica total a produtividade de grãos, é reduzida em 2,75% por dia.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. D. de; LEITÃO FILHO, H. F.; MIYASAKA, S. Características do feijão Carioca, um novo cultivar. **Bragantia**, Campinas, v. 30, p. 33-38, 1971.
- ANDRADE, A. G. de et al. Acumulação diferencial de nutrientes por cinco cultivares de milho (*Zea mays* L.): I., acumulação de macronutrientes. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 32, p. 151-171, 1975.
- ANDRADE, C. A. D. B. et al. Produtividade, crescimento e partição de matéria seca em duas cultivares de feijão. **Acta Scientiarum**. Agronomy, Maringá, v. 31, n. 4, p. 683-688, 2009.
- ARAUJO, G. A. de A.; FERREIRA, A. C. de B. Manejo do solo e plantio. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2006. p. 87-114.
- AUDE, M. I. da S. et al. Taxa de acúmulo de matéria seca e duração do período de enchimento de grão de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 10, p. 1533-1539, out. 1994.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum, 1985. 367 p.
- BLACK, M.; BEWLEY, J. D.; HALMER, P. **The encyclopedia of seeds: science, technology and uses**. Wallingford: CAB International, 2006. 828 p.
- BOTELHO, F. J. E. et al. Desempenho fisiológico de sementes de feijão colhidas em diferentes períodos do desenvolvimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 900-907, jul./ago. 2010.
- CARVALHO, N. M. de; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas: Ed. Fundação Cargill, 1983. 424 p.
- COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO. **Informações técnicas para o cultivo de feijão na região sul brasileira**. Florianópolis: Ed. EPAGRI, 2012. 157 p.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Séries históricas de área, produtividade e produção**. Brasília, 2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=&Pagina_objcmsconteudos=2#A_objcmsconteudos>. Acesso em: 8 mar. 2017.
- COSTA, J. C. G.; ZIMMERMANN, M. J. O. Melhoramento genético. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Org.). **A cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Ed. Potafós, 1988. p. 229-245.
- DEBOUCK, D. G.; HIADALGO, R. Morfologia de la planta de frijol comum. In: LÓPEZ, M.; FERNANDÉZ, F.; SCHOONHOVEN, A. van (Ed.). **Frijol: investigación y producción**. Cali: Ed. CIAT, 1985. p. 7-42.

- DIDONET, A. D.; COSTA, J. G. C. População de plantas e rendimento de grãos em feijoeiro comum de ciclo precoce. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 34, n. 2, p. 105-109, 2004.
- FANCELLI, A. L. **Feijão**: tópicos especiais de manejo. Piracicaba: Ed. ESALQ/USP/LPV, 2009. 208 p.
- FERNÁNDEZ, F.; GEPTS, P.; LÓPEZ, M. Etapas de desarrollo en Laplanta de frijol. In: LÓPEZ, M.; FERNÁNDEZ, F.; SCHIINHOVEN, A. van (Ed.). **Frijol**: investigación y producción. Santiago de Cáli: Ed. CIAT, 1985. p. 61-78.
- FERREIRA, R. A. D. C. **Implicações do número de anos na recomendação de cultivares de feijão**. 2014. 66 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Agriculture**: food supply. Rome, 2011. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 2 jun. 2017.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Statistics**. Rome, 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/statistics/en/>>. Acesso em: 2 jun. 2017.
- GASURA, E. et al. Exploiting grain-filling rate and effective grain-filling duration to improve grain yield of early-maturing maize. **Crop Science**, Madison, v. 53, p. 2295-2303, 2013.
- GASURA, E. et al. Variability of Grain-Filling Traits in Early Maturing CIMMYT Tropical Maize Inbred Lines. **Crop Science**, v. 54, p. 530-536, 2014.
- GUILHERME, S. R. et al. Controle genético do tempo de acúmulo de matéria seca nos grãos de feijão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 8., 2015, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 2015. 1 CD-ROM.
- GUTIERREZ, L.; WUYTSWINKEL, O. van; CASTELAIN, M. Combined networks regulating seed maturation. **Trends in Plant Science**, Oxford, v. 12, n. 7, p. 294-300, 2007.
- INSTITUTO AGRÔNOMICO DE CAMPINAS. **Ciência da terra**: o Instituto Agrônômico e a pesquisa em benefício da qualidade de vida. Campinas, 2008.
- KAPPES, C. et al. Qualidade fisiológica de sementes e crescimento de plântulas de feijoeiro, em função de aplicação de paraquat em pré-colheita. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 9-18, 2012.
- 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**, Londrina, v. 14, p. 146-153, 2014.
- LOPES, A. S.; CARVALHO, J. C. Micronutrientes: critérios de diagnose para solo e planta, correção de deficiências e excessos. In: SIMPÓSIO SOBRE ENXOFRE E MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1988, Londrina. **Anais...** Londrina, 1988. 1 CD-ROM.

- MATA, D. de C. **Dessecação pré-colheita de cultivares de feijoeiro-comum com diferentes princípios ativos**. 2015. 78 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.
- MEHLA, R. S.; SINGH, T. A. Comparison of dry matter and nutriente accumulation in hybrid and composite maize. **Indian Journal of Agronomy**, New Delhi, v. 25, n. 3, p. 370-377, 1980.
- MOURA, A. D.; BRITO, L. M. Aspectos socioeconômicos. In: CARNEIRO, J. E.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Org.). **Feijão: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFLA, 2015. p. 19-21.
- NISSEN, O. **MSTAT-C: a microcomputer for design, management and analyses of Agronomic research experimentnts**. Version 2.11. East Lansing: Michigan State University, 1993. 300 p.
- PELEGRINI, M. F. **Maturação das sementes e dessecação química do feijoeiro em cultivo de inverno**. 1996. 81 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1986.
- PIMENTA, H. S.; FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Modelo matemático para estimar o acúmulo de matéria seca e prever as épocas do florescimento e do ponto de maturidade fisiológica da cultura. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 1-8, 1999.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. São Paulo: Ed. ESALQ, 2000.
- PINTO JUNIOR, R. A. **Controle genético do índice de colheita no feijoeiro**. 2016. 48 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia de sementes**. Brasília, DF: Ed. AGIPLAN, 1985. 289 p.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for stztiscs computing**. Vienna: R foundation for Statistical Computing, 2015. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 10 mar. 2016.
- RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B.; GUILHERME, S. R. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro comum na região central brasileira 2015-2017**. Lavras, 2014.
- RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. 3. ed. Lavras: Ed. UFLA, 2012.
- RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 3, p. 182-194, 2007.
- ROCHA, J. A. M. et al. **Efeito da antecipação da colheita sobre a produtividade e a qualidade da semente do feijão de terceira época de plantio**. Goiânia: EMBRAPA, 1983.

SANTOS, J. B. et al. Botânica. In: CARNEIRO, J. E.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Org.). **Feijão: do planto à colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015. p. 41-66.

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

SILVA, O. F.; WANDER, A. E. **O feijão-comum no Brasil passado, presente e futuro**. Goiânia: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2013. v. 1.

STEEL, R.; TORRIE, J.; DICKEY, D. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. 3rd ed. New York: McGraw Hill Book, 1997.

TEKRONY, T. M.; EGLI, D. B. Accumulation of seed vigour during development and maturation. In: ELLIS, R. H. et al. (Org.). **Basic and applied aspects of seed biology**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1997. p. 369-384.

TEÓFILO, E. M. et al. Dessecação química na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*): efeitos sobre a produção de grãos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 20, p. 425-436, 1996.

TEÓFILO, E. M.; MEDEIROS FILHO, S.; MESSIAS, J. B. de A. Ação de dessecantes sobre o feijoeiro cultivado no inverno-primavera. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 267, n. 46, p. 471-492, 1999.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. Estação Climatológica. **Mapa de observações meteorológicas**. Lavras, 2017.

VIEIRA, E. H. N. **Indicadores visuais da maturação fisiológica do feijão**. Goiânia: EMBRAPA, 1987.

VIEIRA, E. H. N.; VIEIRA, N. R. de A. **Indicadores visuais da maturação fisiológica do feijão**. Goiânia: EMBRAPA, 1997.

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 A - TABELAS

Tabela 1 - Resumo das análises de variâncias individuais da matéria seca/grãos (g) das 16 linhagens de feijão avaliadas nas safras de julho e novembro de 2016 e fevereiro de 2017.

FV	Julho		Novembro		Fevereiro	
	GL	QM/(10 ⁴)	GL	QM/(10 ⁴)	GL	QM/(10 ⁴)
Blocos (B)	4	7.25	4	7.55	4	6.21
Épocas (E)	5	450.53**	7	536.39**	6	1314.28**
B x E (Erro a)	20	1.466	28	3.62	24	1.247
Linhagens (L)	15	59.37**	15	113.41**	15	80.47**
L x B (Erro b)	60	1.85	60	6.36	60	2.39
L x E	75	4.99**	105	8.56**	90	7.12**
L x E x B (Erro c)	300	1.14	420	2.48	360	1.44
Acurácia (r _{gg'})	98%		97%		99%	

Fonte: Do autor (2017).

** , Teste de F significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância individual da porcentagem média de acúmulo da matéria seca por grão de feijão. Dados obtidos na avaliação de linhagens de feijão em três safras de semeadura, Lavras, 2016-2017

FV	GL	QM		
		Julho	Novembro	Fevereiro
Blocos	4	0.551	0.119	0.131
Linhagens	15	0.890**	2.693**	0.825**
Erro	60	0.321	0.548	0.169
Acurácia (r _{gg'})		80%	89%	89%

Fonte: Do autor (2017).

** , Teste de F significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância individual para produtividade de grãos (kg.ha⁻¹) de feijão. Dados obtidos na avaliação de linhagens de feijão em três safras de semeadura, Lavras, 2016-2017

FV	GL	QM		
		Julho	Novembro	Fevereiro
Blocos	4	44189	37846	258170
Linhagens	15	490247**	199205**	626511**
Erro	60	138425	38729	207710
Média		2920	1725	2036
Acurácia (r _{gg'})		85%	90%	81%

Fonte: Do autor (2017).

** , Teste de F significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 4 - Resumo das equações de regressão quadrática obtida para cada linhagem, na safra em julho e novembro de 2016 e fevereiro de 2017

Linhagens	Julho					Novembro					Fevereiro				
	b ₀	b ₁	b ₂ /10 ⁴	R ²	X _{máx}	b ₀	b ₁	b ₂ /10 ⁴	R ²	X _{máx}	b ₀	b ₁	b ₂ /10 ⁴	R ²	X _{máx}
BRSMG-Uai	0,19	0,01	6,0	0,93	47	0,14	0,01	4,0	0,91	39	0,10	0,01	2,0	0,96	42
Perola	0,18	0,01	5,0	0,98	48	0,15	0,01	2,0	0,92	40	0,08	0,01	3,0	0,94	43
Carioca	0,19	0,01	6,0	0,92	46	0,15	0,01	3,0	0,91	39	0,12	0,01	5,0	0,94	41
Carioca-MG	0,18	0,02	8,0	0,92	45	0,14	0,01	4,0	0,94	39	0,12	0,01	1,0	0,94	43
BRSMG-Madrepérola	0,21	0,01	4,0	0,91	46	0,16	0,00	1,0	0,94	40	0,10	0,02	5,0	0,93	41
BRS-Estilo	0,21	0,02	9,0	0,92	46	0,13	0,01	3,0	0,90	40	0,10	0,01	2,0	0,94	42
BRSMG-Majestoso	0,20	0,01	6,0	0,90	45	0,14	0,01	1,0	0,93	40	0,11	0,01	1,0	0,99	43
VC-25	0,16	0,02	7,0	0,92	47	0,10	0,01	3,0	0,97	39	0,08	0,01	4,0	0,92	42
CXII-15	0,22	0,01	6,0	0,92	46	0,11	0,02	5,0	0,94	40	0,11	0,02	4,0	0,93	43
CXI-26	0,21	0,01	2,0	0,94	48	0,15	0,01	1,0	0,94	39	0,11	0,01	3,0	0,92	42
RPVIII-1	0,23	0,01	4,0	0,94	47	0,16	0,01	4,0	0,93	40	0,13	0,01	4,0	0,92	42
CXI-1	0,22	0,01	5,0	0,97	47	0,15	0,01	3,0	0,89	39	0,10	0,01	2,0	0,98	43
BRSMG-Talismã	0,20	0,01	4,0	0,94	48	0,16	0,00	0,4	0,91	40	0,12	0,01	4,0	0,94	42

RPXI-1	0,21	0,02	7,0	0,95	47	0,2 0	0,01	1,0	0,89	39	0,13	0,01	4,0	0,96	42
MAX-1	0,20	0,01	6,0	0,96	47	0,1 3	0,01	4,0	0,92	39	0,09	0,01	3,0	0,93	42
MAXII-7	0,21	0,01	4,0	0,95	48	0,1 1	0,01	2,0	0,92	40	0,09	0,01	1,0	0,99	43
Média	0,20	0,01	5,56	0,93	47	0,14	0,01	2,59	0,92	40	0,11	0,01	3,0	0,95	42

Fonte: Do autor (2017).