



TIAGO VILLELA SCARASSATTI

**VINGAMENTO FLORAL E SUA RELAÇÃO COM
MATURAÇÃO ABSOLUTA E PRODUTIVIDADE DE
GRÃOS EM PROGÊNIES PRECOSES E TARDIAS DE
SOJA**

**LAVRAS - MG
2020**

TIAGO VILLELA SCARASSATTI

**VINGAMENTO FLORAL E SUA RELAÇÃO COM MATURAÇÃO ABSOLUTA
E PRODUTIVIDADE DE GRÃOS EM PROGÊNIES PRECOSES E TARDIAS
DE SOJA**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Carlos Eduardo Pulcinelli

Orientador

LAVRAS - MG

2020

Scarassatti, Tiago Villela

VINGAMENTO FLORAL E SUA RELAÇÃO COM MATURAÇÃO
ABSOLUTA E PRODUTIVIDADE DE GRÃOS EM PROGÊNIES PRECOSES
E TARDIAS DE SOJA/ Tiago Villela Scarassatti – 2020.

Orientador (a): Carlos Eduardo Pulcinelli

Coorientador (a): Elaine Cristina Batista

TCC (graduação) - Universidade Federal de Lavras, 2020. Bibliografia.

TIAGO VILLELA SCARASSATTI

**VINGAMENTO FLORAL E SUA RELAÇÃO COM MATURAÇÃO ABSOLUTA
E PRODUTIVIDADE DE GRÃOS EM PROGÊNIES PRECOSES E TARDIAS
DE SOJA**

Título de conclusão de curso apresentado
ao Colegiado do curso de Agronomia,
para a obtenção do título de Bacharel em
Agronomia.

Carlos Eduardo Pulcinelli	UFLA
Elaine Cristina Batista	UFLA
Nelson Júnior Dias Vilela	UFLA

Prof. Dr. Carlos Eduardo Pucinelli
Orientador (a)

MSc. Elaine Cristina Batista
Coorientador (a)

LAVRAS - MG
2020

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por sempre me trilhar nos melhores caminhos.

À Universidade Federal de Lavras, que me deu a oportunidade de realizar um sonho e aos professores por todo conhecimento adquirido durante a graduação.

A toda minha família, em especial minha mãe, Marcia, pelos conselhos e motivação, e a quem devo toda minha educação como pessoa, meu amor e respeito.

A minha irmã Rafaela, por toda amizade, companheirismo e conselhos.

A minha namorada Izabela e sua família, com quem sempre pude encontrar apoio, palavras de motivação e conselhos sempre com muito amor e carinho.

Ao Professor Dr. Adriano Teodoro Bruzi pela amizade, orientação, dedicação e ensinamentos que foram essenciais para meu crescimento profissional.

Aos Professores Dr. Carlos Eduardo Pulcinelli e Dr. Evaristo Mauro de Castro, pelas orientações, ensinamentos e amizade.

À doutoranda Elaine Cristina Batista pela amizade, apoio, paciência e considerações na elaboração deste trabalho.

Ao amigo doutorando, Guilherme Leite Dias Vilela, pelas contribuições no trabalho e auxílio na análise estatística.

Ao Grupo Pesquisa Soja e todos os seus integrantes, pela maravilhosa convivência e amizade. A ajuda de cada um foi fundamental na realização deste trabalho.

A todos os amigos de Lavras e aos que conheci durante a graduação, por sempre estarem me apoiando durante essa caminhada.

Aos membros da banca, pela disponibilidade e contribuições no trabalho.

Aos funcionários do setor de Grandes Culturas por toda ajuda na manipulação de equipamentos, manejo das parcelas em campo e pela boa convivência.

RESUMO

Em soja, a produtividade potencial de grãos é dependente do número de plantas por área, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e o peso médio dos grãos. A contribuição de cada um desses componentes primários de produção é variável, contudo, em algumas situações o número de vagens por planta tem se mostrado importante. O número de vagens é dependente do número de flores produzidas pela planta e do vingamento, ou seja, as flores fecundadas que originam vagens. Sabe-se que, por consequência de fatores bióticos, abióticos, fisiológicos e genéticos, a cultura da soja tem alto índice de abscisão floral. Diante do exposto, objetivou-se obter informações a respeito do vingamento floral em progênies precoces e tardias de soja e verificar sua correlação com maturação absoluta e produtividade de grãos. Os experimentos em campo foram conduzidos durante o ano agrícola 2019/2020, no município de Ijaci-MG, no Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia em Agropecuária da UFLA–Fazenda Palmital. As progênies foram avaliadas em dois experimentos: um contendo progênies e testemunhas precoces e outro com as progênies e testemunhas tardias, sendo os dois conduzidos sob delineamento de blocos completos casualizados (DBCC). No experimento com progênies precoces foram utilizados, 77 progênies + 7 testemunhas + 6 genótipos inertes. Para as progênies tardias, adotou-se 83 progênies + 7 testemunhas. A parcela foi constituída de duas linhas com três metros. Foram construídos receptáculos que foram colocados na parte central de cada parcela, compreendendo as seis plantas centrais da primeira linha., de tecido *voil*, com dimensão de 1,2 m de comprimento, por 0,3 m de largura e 1,0 m de altura, visando coletar as flores/vagens e outras estruturas reprodutivas. Foram avaliados os caracteres agrônômicos dias para a maturação absoluta (DPM), produtividade (PROD) e porcentagem de vingamento floral (PV). As análises estatísticas foram realizadas no *software* R, utilizando a abordagem de modelos mistos. Primeiramente foram estimados os componentes de variância, herdabilidade e acurácia. Em seguida, foram obtidos os valores médios preditos (BLUP's) para todos os caracteres avaliados nos dois experimentos, e por último, foram obtidos resultados de correlação de Pearson. A variância genética para os três caracteres indica a existência de variabilidade genética entre as progênies, possibilitando assim a identificação de genótipos superiores, tanto para as progênies precoces quanto para as tardias para PROD, DPM e PV. O teste de correlação indicou a existência de associação linear positiva entre DPM e PROD. As estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos denotam acurácia alta para todos os caracteres com exceção de PV. As magnitudes da herdabilidade foram elevadas para DPM e PROD. Foi verificado que a Porcentagem de Vingamento floral em soja é baixo, tanto em progênies precoces como em progênies tardias. Essas predições fornecem subsídios para a seleção das linhagens, as quais poderão ser recomendadas como cultivares comerciais de soja e/ou serem usadas como genitores em cruzamentos futuros visando o incremento do vingamento floral na cultura.

Palavras chaves: *Glycine max* (L.) Merrill; Melhoramento vegetal; Estruturas reprodutivas.

Sumário

1.INTRODUÇÃO	8
2.Referencial Teórico	10
2.1 A cultura da soja	10
2.2 Morfologia e fenologia da planta de soja	12
2.3 Fatores ambientais que afetam a cultura da soja	14
2.4 Grupo de Maturidade	17
2.5 Vingamento Floral	18
2.5.1. Fisiologia da floração	20
2.6 Modelos lineares mistos	23
3.MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1 Local	24
3.2 Instalação e condução dos experimentos	25
3.3 Análise estatística	27
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.CONCLUSÃO	35
6.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
7.APÊNDICE	44

1. INTRODUÇÃO

A soja é o principal produto do agronegócio brasileiro em extensão de área plantada, volume produzido, e recursos gerados com a comercialização. Na safra de 2019/2020, o Brasil tornou-se o maior produtor mundial do grão, com produção de 120,9 milhões de toneladas, e com aumento da área plantada em 3%, alcançando 36,94 milhões hectares. As exportações acumuladas de soja de janeiro a maio chegaram, de acordo com a Secretaria de Comércio Exterior a 48 milhões de toneladas, um volume recorde para o período, a estimativa de exportação brasileira de soja é de 77 milhões de toneladas, sendo este número o segundo maior volume de soja exportado na história do Brasil (CONAB, 2020).

Em razão do baixo custo relativo de produção, em torno de R\$1.900,00 a R\$ 2.500,00 reais por hectare (SCOT CONSULTORIA, 2020), a soja é uma das culturas mais importantes do mundo. Devido às suas propriedades nutricionais, com teores médios de óleo e proteína de 20% e 40%, respectivamente, essa leguminosa tornou-se a principal fonte de farelo proteico no mundo, assim como, importante fonte de óleo vegetal, produção de biodiesel e alimentação humana. (SEDIYAMA, SILVA e BORÉM, 2015).

Com o aumento da exploração da segunda safra no Brasil, fez-se necessário a atenção dos programas de melhoramento genético, a fim de desenvolver cultivares mais precoces, com ciclos reduzidos, com o objetivo de antecipar a colheita, e assim, viabilizar o sistema integrado de soja (primeira safra) e milho (segunda safra), além de diminuir a pressão de doenças recorrentes na fase final do ciclo. Contudo, a diminuição do ciclo pode influenciar direta ou indiretamente a expressão de outros caracteres, uma vez que a cultura terá menor tempo no campo, e conseqüentemente menor exposição à luz solar, diminuindo assim, seu acúmulo de fotoassimilados e gerando menores quantidades de energia, e por esta razão, características como: arquitetura, porte, resistência, e até mesmo a produtividade de grãos podem ser influenciadas (SEDIYAMA, 2015; GESTEIRA et al., 2018; SILVA, 2018).

A produtividade de grãos, um dos fatores de maior interesse no âmbito econômico, resulta da interação entre as condições ambientais durante a safra e o potencial genético da cultivar, podendo ser influenciada por quatro componentes de rendimento: peso dos grãos, número de grãos por vagem, número de plantas por área e número de vagens por planta, sendo este último, influenciado diretamente pelo abortamento floral. Segundo estudos realizados por Nahar e Ikeda (2002), a cultura da soja tem alta taxa de

abortamento floral, variando entre 60-92%, este alto número de abscisão é consequência dos estresses abióticos e bióticos, além dos fatores fisiológicos e genéticos, conseqüentemente, o máximo potencial produtivo da cultura da soja nunca é atingido. Cabe lembrar, que o estudo feito por Nahar e Ikeda (2002), foi realizado em germoplasma mais antigo, logo, a falta de informações sobre vingamento floral em cultivares mais modernas justifica a realização do presente trabalho.

Diante do exposto, objetivou-se obter informações a respeito do vingamento floral em progênies precoces e tardias de soja e verificar sua correlação com a maturação absoluta e produtividade de grãos na cultura da soja.

2. Referencial Teórico

2.1 A cultura da soja

A soja (*Glycine max* [L.] Merrill) é originária do leste da Ásia, na região da Manchúria, mais precisamente localizada no nordeste da China (HYMOWITZ, 1970). É considerada uma das culturas mais antigas do mundo, e após a domesticação permaneceu por dois milênios no oriente (HARLAN, 1975). Com o aumento do comércio entre os países e sua importância nutricional, essa leguminosa, chegou até o sul da China, Japão e sudeste da Ásia (SEDIYAMA, SILVA e BORÉM, 2015). No ocidente o grão foi introduzido na época das grandes navegações europeias, no final do século XV e início do século XVI, sendo plantada pela primeira vez na Europa em 1739 (SEDIYAMA et al., 1985), já sua chegada às Américas se deu por meio dos EUA, na região da Pensilvânia no final do século XVII e início do século XVIII (PIPER; MORSE, 1923).

No ano de 1882 a soja chegou ao Brasil introduzida pelo então professor da Escola de Agronomia da Bahia, Gustavo Dutra, vinda dos Estados Unidos da América (EUA), com a finalidade de iniciar os primeiros trabalhos de adaptação de cultivares. Há que se ressaltar que nesta época a soja era estudada com foco em forragicultura, e não como grão. Entretanto, somente em 1900 e 1901 ocorreram os primeiros cultivos comerciais, uma vez que o Instituto Agrônomo de Campinas promoveu a primeira distribuição de sementes para produtores paulistas. Nesta mesma data, têm-se registros de cultivos de soja no Rio Grande do Sul, estado que obteve melhor adaptabilidade em razão do seu clima assemelhar-se muito ao ecossistema de origem, sul dos EUA (EMBRAPA, 2004).

A produção de soja em escala comercial teve início por volta de 1935 no Rio Grande do Sul, em 1941 estimava-se 702 hectares de área cultivada. A partir de 1950, expandiu-se para o norte, nordeste e sudeste, contudo, foi a partir da década de 1960 que a soja consolidou-se como cultura economicamente importante para o Brasil (SEDIYAMA et al., 2009). Vista como excelente alternativa na sucessão de culturas (gramínea/leguminosa), e impulsionada pela política de subsídios ao trigo, sua produção saltou de 206 mil toneladas, em 1960, para 1,056 milhão de toneladas em 1969. Com o aumento da área cultivada e devido às novas tecnologias disponibilizadas aos produtores, advindas das pesquisas brasileiras, na década de 70 a soja se consolidou como a principal cultura do agronegócio brasileiro, chegando a mais de 15 milhões de toneladas em 1979. Entretanto, estima-se que desta quantia, mais de 80% encontrava-se concentrado nos três estados da Região sul do Brasil (EMBRAPA, 2004).

Com o avanço dos programas de melhoramento e desenvolvimento de cultivares adaptadas às regiões de latitude mais baixas, nas décadas de 1980 e 1990, inicia-se o explosivo crescimento e expansão da soja para as regiões tropicais, onde atualmente lidera o *ranking* de produção nacional no centro-oeste brasileiro (APROSA). Na safra 2019/2020 a região centro-oeste ultrapassou 16,6 milhões de hectares plantados, chegando a uma produção de mais de 58 milhões de toneladas, contribuindo com a produção nacional de 120,9 milhões de toneladas, fazendo com que o Brasil torne-se o maior produtor mundial de soja (CONAB, 2020).

Aponta-se como um dos principais fatores responsáveis pelo crescimento e consolidação da soja no Brasil o melhoramento genético, permitindo a expansão nas regiões de baixas latitudes, antes consideradas inaptas ao cultivo desta cultura. Este sucesso provém da insensibilização ao fotoperíodo pelas cultivares com período juvenil longo (EMBRAPA 2012). Posto isso, a expansão das fronteiras agrícolas tornou-se real, e ainda continua se expandindo em novas fronteiras como MATOPIBA (Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia) e SEALBA (Sergipe, Alagoas e Bahia) no Norte e Nordeste do país (FREITAS, 2011).

No contexto mundial e nacional, a soja é o grão que mais cresceu com relação à área cultivada nos últimos anos, tornando-se o principal grão oleaginoso cultivado no mundo. Seu elevado teor de proteína, em torno de 40%, faz dela a principal fonte de farelo proteico utilizado na fabricação de rações animais e, no presente momento, sua inserção na alimentação humana tem sido crescente. Além disso, seu teor médio de óleo (cerca de 20%) faz da soja uma importante cultura na produção de óleo vegetal e biodiesel (EMBRAPA, 2007).

A inovação tecnológica e revolução socioeconômica trazida pela cultura da soja no Brasil é tão relevante que pode ser comparado ao ciclo da cana de açúcar e do café, que comandaram o comércio exterior dos séculos XVII a XX (EMBRAPA, 2007). Segundo Brum et al. (2005), pelo seu valor econômico gerado ao Brasil, além da importante responsabilidade pela formação e consolidação de todos os órgãos que tangem sua cadeia produtiva, a soja é a formadora do conceito de agronegócio no país.

Conforme já mencionado, na safra de 2019/2020 o Brasil passou a liderar o *ranking* de maior produtor mundial, com um crescimento de 3% de área plantada e 5,1% na produção (CONAB, 2020). Já em relação ao produto interno bruto (PIB) agropecuário, que representa 25% do PIB nacional, a soja é o principal produto agroindustrial na pauta de exportações, com crescimento de 4,7%, em decorrência da guerra comercial entre

China e os Estados Unidos, e da consequente baixa nos estoques do grão no país asiático (IPEA, 2019).

Na região sudeste, a produção chegou a 9,9 milhões de toneladas, ademais a área plantada com o grão apresentou o maior aumento percentual do país, chegando a um incremento de 7,2% em relação ao ano anterior. Mais precisamente em Minas Gerais, áreas anteriormente destinadas ao feijão, cana e pastagem foram ocupadas pela oleaginosa, motivadas pelos bons preços e garantia de venda do produto, além disso, espera-se um aumento na produtividade de grãos destas áreas por consequência das condições climáticas (CONAB, 2020).

O campo das vertentes, situado na região Sul de Minas Gerais, é conhecido pela produção de café e leite, contudo a produção de grãos de soja vem ganhando espaço entre os produtores (CARVALHO et al., 2010; SOARES, 2018). De acordo com a Secretaria do Estado de Agricultura Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais (SEAPA, 2020), a produção estimada para a região será de 443,16 mil toneladas na safra 2019/2020, em uma área de 127,82 mil hectares.

2.2 Morfologia e fenologia da planta de soja

A soja é uma planta anual, pertencente à família das leguminosas, subfamília fabaceae, suas características gerais são a germinação epigea da semente, caule herbáceo, e reprodução do tipo autógama. Contudo algumas características morfológicas apresentam certa variabilidade de acordo com o ambiente e a cultivar em questão, tendo como exemplo o ciclo, podendo variar de 70 (mais precoces) à 200 dias (mais tardias), porém a maioria dos cultivares adaptados às condições brasileiras apresentam ciclo em torno de 90 a 150 dias (MÜLLER, 1981; SEDIYAMA et al., 2009).

Em relação ao hábito de crescimento, atualmente, são considerados três classes: determinado, semideterminado e indeterminado, e quanto ao porte os cultivares são classificados como: ereto, semiereto ou prostrado, além disso, a altura da planta chega a variar entre 30 a 200 centímetros, fato este que pode influenciar na quantidade de ramificações. A altura de inserção da primeira vagem varia entre 10 a 20 cm, suas hastes e vagens pubescentes apresentam cor cinza ou marrom (SEDIYAMA et al., 2009; SEDIYAMA et al., 2005).

Já as flores da soja podem conter duas tonalidades de cores, sendo brancas ou púrpuras, variando de acordo com a genética de cada cultivar, e se desenvolvem em

racemos axilares ou terminais (VERNETTI; JUNIOR, 2009). As flores são consideradas completas por conterem órgãos masculino e feminino na mesma estrutura, sendo protegidos pela corola e cálice (NOGUEIRA et al., 2009; SEDIYAMA et al., 2005; SEDIYAMA et al., 1986; SEDIYAMA et al., 1985; SEDIYAMA et al., 1981; MULLER, 1981).

Para a obtenção de um sistema de produção organizado e manejo adequado da lavoura, fez-se necessário à caracterização dos estádios de desenvolvimento da cultura (CAMARA, 1998). Compreendem-se duas principais fases no desenvolvimento da soja, sendo elas: vegetativa e reprodutiva, sendo que a duração de cada uma delas é influenciada por fatores ambientais e controlada por fatores genéticos. A especificação dessas fases é feita através da observação das folhas, nós, flores e no desenvolvimento da vagem e semente que são encontradas nos nós da haste principal da planta (NOGUEIRA et al., 2013).

Foram criadas tabelas com o intuito de identificar e melhor explicar os estádios fenológicos da soja, e atualmente a escala fenológica internacionalmente aceita para a classificação dos estádios de desenvolvimento, é a tabela de Fehr e Caviness, publicada em 1977.

Visto isso, seguem as descrições dos estádios vegetativos e reprodutivos, segundo Fehr e Caviness (1977) (tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Descrição resumida dos estádios fenológicos vegetativos da soja. Universidade Federal de Lavras. Lavras/MG, 2020.

Estádio	Descrição
V _E	Emergência: os cotilédones estão acima da superfície do solo
V _C	Cotilédone desenvolvido: Cotilédones totalmente abertos
V ₁	Primeiro nó: As folhas unifoliadas estão abertas
V ₂	Segundo nó: Primeira folha trifoliada aberta
V ₃	Terceiro nó: Segunda folha trifoliada aberta
V _(n)	“Enésimo” nó ao longo da haste principal com trifólio aberto

Fonte: Adaptado de Fehr e Caviness (1977)

Tabela 2. Descrição resumida dos estádios fenológicos reprodutivos da soja. Universidade Federal de Lavras. Lavras/MG, 2020.

Estádio	Descrição
R ₁	Início da floração: Uma flor aberta em qualquer nó da haste principal
R ₂	Floração plena: Flor aberta em um dos dois últimos nós da haste principal com folha completamente desenvolvida
R ₃	Início da formação da vagem: Vagem com 5 mm de comprimento em um dos quatro últimos nós superiores com folha completamente desenvolvida, sobre a haste principal
R ₄	Vagem completamente desenvolvida: Vagem com 20 mm de comprimento em um dos quatro últimos nós superiores com folha completamente desenvolvida, sobre a haste principal
R ₅	Início da formação da semente: Semente com 3 mm de comprimento em uma vagem localizada em um dos quatro últimos nós superiores com folha completamente desenvolvida sobre a haste principal
R ₆	Semente completamente desenvolvida: Vagem contendo semente verde, preenchendo a cavidade da vagem localizada em um dos quatro últimos nós superiores com folha completamente desenvolvida sobre a haste principal
R ₇	Início da maturação: Vagem normal sobre a haste principal que tenha atingido a cor da vagem madura
R ₈	Maturação plena: 95% de vagens que tenham atingido a cor da vagem madura. Após R ₈ , são necessários de 5 a 10 dias de tempo seco para que a semente de soja apresente menos de 15% de umidade

Fonte: Adaptado de Fehr e Caviness (1977).

2.3 Fatores ambientais que afetam a cultura da soja

O rendimento máximo de uma cultura é aquele obtido por uma variedade altamente produtiva e bem adaptada ao ambiente de crescimento, sem que ocorra a influência de fatores limitantes em seu ciclo, em outras palavras, é um atributo dependente da interação entre genótipo e ambiente, podendo ser afetado pelo manejo. Os fatores ambientais que afetam o potencial máximo da cultura podem ser divididos em bióticos e abióticos. Os bióticos consistem do conjunto de organismos vivos como fungos, bactérias e insetos, que podem atuar sobre a cultura, tanto de forma benéfica como maléfica. Já os fatores abióticos, são todos aqueles que não se enquadram à atividade biológica, como disponibilidade de nutrientes, características químicas e físicas do solo e o clima. (FARIAS, 2011)

Dentre os fatores ligados à produção agrícola, o clima é o de mais difícil controle, além de ser o que exerce maior ação sobre a limitação de produtividade máxima. Um dos

principais fatores de risco e insucesso na produção de soja são as adversidades climáticas, aliadas a imprevisibilidade das variabilidades meteorológicas. Estresses abióticos como excesso de chuva, seca, baixa luminosidade, temperaturas muito altas ou baixas, causam redução significativas de rendimento além das restrições de latitudes (FARIAS, 2011). Contudo, o principal desafio das culturas produtoras de grãos na atualidade é a ocorrência de déficit hídrico, uma vez que a frequência de eventos de seca vem aumentando nos últimos anos. Perdas causadas por estresses abióticos, como a seca, causam em média mais de 50% das perdas mundiais, enquanto estresses bióticos causam uma redução de 10 a 20% na produtividade (BRAY, 2004).

O fotoperíodo consiste no número de horas de luz por dia, e é o fator de maior importância para a determinação dos períodos vegetativos e reprodutivos, além do crescimento e maturação, ele atua diretamente no ciclo da cultura, podendo alterar o peso de sementes, número de ramificações, vagens por planta, entre outros (BARRO; SEDIYAMA, 2009). A soja é uma planta de dias curtos, ou seja, a floração é induzida se a duração do dia for igual ou inferior ao valor crítico característico do cultivar, sendo este, o número mínimo de horas de escuro necessário para induzir a floração. Em razão disso, a soja é semeada na primavera/verão e floresce quando os dias já estão se encurtando (SEDIYAMA; SILVA; BORÉM, 2015), quando ocorre a transformação dos meristemas vegetativos em reprodutivos, determinando assim o tamanho da planta, número de nós e seu potencial produtivo. (RODRIGUES, 2001).

A percepção ao fotoperíodo crítico, fator que desencadeia o processo de indução floral, depende do período juvenil de cada cultivar, podendo ser longo ou curto. Período juvenil nada mais é que o tempo entre a emergência da plântula até o dia em que ela estiver apta a receber o estímulo floral (SEDIYAMA et al., 2009). Em cultivares com período juvenil curto, a indução floral ocorre mais cedo, pois a percepção fotoperiódica ocorre assim que surgem as folhas unifoliadas, possibilitando assim a percepção do fotoperíodo crítico e a indução floral. Em contrapartida, cultivares com característica de período juvenil longo apresentam percepção fotoperiódica tardia, ocorrendo somente a partir do quinto a sétimo trifólio formado, isso significa que até este estágio a planta é incapaz de florescer, mesmo se submetida às condições de indução floral (BARROS; SEDIYAMA, 2009).

Atualmente a cultura da soja é obtentora de uma grande diversidade genética, e cada cultivar tem um grau de resposta diferente ao fotoperíodo, portanto, a adaptação de cada material genético varia à medida que se desloca em direção ao norte ou ao sul, ou

seja, em função da latitude (EMBRAPA, 2007). Cultivares adaptadas às altas latitudes tem fotoperíodos críticos maiores que cultivares de baixas latitudes, caso este material seja cultivado em latitudes inferiores, irá florescer precocemente, por consequência dos dias curtos, ocasionando assim portes menores e produtividades de grãos reduzidas (CAMARGO, 2006).

A disponibilidade de radiação solar está diretamente ligada à fotossíntese, logo é um dos fatores que mais limitam o crescimento e desenvolvimento das plantas (SEDIYAMA; SILVA; BORÉM, 2015). Além da fotossíntese, processo primordial à planta, a radiação afeta a elongação de haste principal, ramificações, expansão foliar, fixação biológica e pegamento de vagens e grãos (CÂMARA, 2000). Na cultura da soja, a eficiência da radiação solar é primordial para o rendimento, principalmente durante o período de enchimento de grãos (SHIBLES; WEBER, 1966). Contudo, a absorção demasiada de luz pode provocar problemas que agravam o déficit hídrico, por excesso de transpiração, logo a planta de soja consegue controlar a absorção de luz ajustando-se seu limbo foliar na posição perpendicular aos raios solares de forma que à protegem da luz excessiva (TAIZ; ZIEGER, 2004).

O clima é de suma importância em todo o desenvolvimento da cultura, sendo que a água atua em praticamente todos os processos fisiológicos e bioquímicos, além de fazer parte de 90% da constituição do peso da planta (EMBRAPA, 2011). A disponibilidade deste elemento é importante em todo o ciclo, entretanto, os períodos de germinação, emergência, floração e enchimento de grãos são os mais exigentes (SEDIYAMA; SILVA; BORÉM, 2015). A necessidade hídrica total na cultura da soja varia entre 450 e 800 mm/ciclo, iniciando no período de germinação e aumentando à medida que a planta se desenvolve, chegando ao máximo durante a floração e enchimento de grãos (EMBRAPA, 2010).

A temperatura em que a soja melhor se adapta encontra-se na faixa de 20°C e 30°C, sendo a temperatura de 30°C a ideal para a germinação, crescimento e desenvolvimento (EMBRAPA, 2014). Em temperaturas menores ou iguais a 10°C, o crescimento vegetativo é pequeno, podendo chegar a nulo. A floração é induzida em temperaturas acima de 13°C, temperaturas muito altas acarretam em florações precoces, podendo até mesmo diminuir a altura da planta. Temperaturas na faixa de 40°C, provocam distúrbios na floração e diminui a capacidade de retenção de flores e vagens. (EMBRAPA, 2010). A nodulação da soja também é influenciada, em temperaturas de

solo em torno de 27°C observam-se maiores massas de nódulos e fixação de nitrogênio (HUNGRIA; CAMPO; MENDES,2001).

2.4 Grupo de Maturidade

A maturação absoluta é o número de dias do plantio até a maturação fisiológica das vagens, podendo variar de 70 a 200 dias, contudo a maioria dos cultivares adaptados às condições brasileiras tem seu ciclo variando entre 90 a 150 dias (SEDIYAMA et al., 2009). A duração do período da maturação absoluta é bastante variável, uma vez que é influenciada pela temperatura e fotoperíodo além do mais, a sensibilidade para ambas depende da genética do cultivar (ALLIPRANDINI et al., 2009).

Sabe-se que a soja é uma cultura altamente sensível ao fotoperíodo, podendo-se dizer que a adaptabilidade de cada cultivar varia à medida que seu cultivo se desloca na direção norte ou sul do país. Logo os cultivares apresentam faixas limitadas de adaptação de acordo com a latitude, e fez-se necessário a criação dos grupos de maturidade com a finalidade de classificar os cultivares quanto ao tempo de maturação absoluta e em qual latitude melhor se adequa (EMBRAPA, 2007).

Atualmente as cultivares estão agrupadas em 13 grupos designados 000, 00, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10. Os cultivares do grupo 000 são cultivados nas regiões mais próximas aos polos (altas latitudes) que possuem por característica dias mais longos e são classificados como cultivares superprecoces, já os cultivares pertencentes aos grupos 9 e 10 estão aptos a serem cultivados próximos a linha do equador (baixas latitudes) onde tem por característica dias mais curtos e são classificados em cultivares tardias. Em virtude de o território brasileiro variar entre 0 a 30° de latitude, a grande maioria de cultivares adaptadas as condições brasileiras está dentre os grupos de maturação 5 a 9 (SEDIYMA, 2015).

Passos et al (2014), ao avaliar onze genótipos com grupos de maturação entre 8,7 a 9,2, na região norte de Rondônia, recomendaram cultivares mais tardias para baixas latitudes, apresentando um acréscimo médio de 49,3% em relação a produtividade média nacional da safra avaliada.

Sabe-se que a classificação entre cultivares precoce à tardia varia em razão da latitude, sendo que em maiores latitudes as cultivares apresentam ciclos maiores em consequência da sensibilidade ao fotoperíodo, o mesmo é valido para cultivares plantadas

em baixas latitudes, onde irão apresentar maturação absoluta mais curta (DECICINO, 2016).

Como já mencionado, atualmente os programas de melhoramento genético enfatizam o desenvolvimento de cultivares com menor maturação absoluta, isto é, precocidade, atrelado a uma boa produtividade de grãos, a fim de atender as demandas do sistema de produção brasileiro, otimizando assim a segunda safra, além de diminuir a pressão de doenças recorrentes na fase final do ciclo bem como as oscilações climáticas (GESTEIRA, et al., 2015; SILVA, 2018).

Estudos mostram que existem diversos genes e alelos que controlam o tempo de florescimento e maturidade, e estão relacionados à determinação do ciclo da soja. Os mais conhecidos e estudados são os genes E1e1, E2e2, E3e3, E4e4, E5e5, E6e6, E7e7, E8e8, E9e9 e Jj. (WATANABE et al., 2012; JIANG et al., 2014; KONG et al., 2014). O conhecimento desses genes juntamente com o estudo de herança para o ciclo da soja, contribui com o melhoramento genético e o desenvolvimento de cultivares mais precoces. A aferição de parâmetros fenotípicos e genéticos, possibilita uma melhor decisão sobre os métodos e caracteres utilizados nas etapas do melhoramento, permitindo ainda, estudar mecanismos, variabilidade para o caráter e valores genéticos (VASCONCELOS et al., 2010).

Todavia, diversos trabalhos apresentam a associação positiva entre maturação absoluta e produtividade de grãos, pois quanto maior o ciclo da cultura, maior será a possibilidade de realizar fotossíntese, gerando mais energia através do grande acúmulo de fotoassimilados, e conseqüentemente maiores produtividades serão alcançadas (SEDIYAMA, 2015; GESTEIRA et al., 2018; SILVA, 2018).

No recente trabalho realizado por Gesteira et al. (2018) em que foram avaliadas 39 linhagens de soja em 13 ambientes diferentes, afirmou-se que a associação dos caracteres de produtividade de grãos e maturação absoluta é positiva e de alta magnitude.

2.5 Vingamento Floral

As flores da soja desenvolvem-se em racemos axilares ou terminais, podendo conter de 2 a 35 flores por inflorescência, além disso, podem apresentar duas tonalidades de cores, sendo brancas ou púrpuras. As flores são consideradas completas por conter órgãos masculino e feminino na mesma estrutura, que por sua vez, são protegidos pela corola e cálice, sendo cleistogâmicas, o que torna a espécie majoritariamente autógama

(NOGUEIRA et al., 2009;SEDIYAMA et al., 2005; SEDIYAMA et al., 1986; SEDIYAMA et al.,1985; SEDIYAMA et al., 1981; MULLER, 1981).

Para que ocorra a formação de flores, é necessária a indução fisiológica na planta, como já mencionado no presente trabalho. O início da floração, quando 50 % das plantas apresentam pelo menos uma flora aberta, marca o início do desenvolvimento reprodutivo. Este período é responsável por determinar o número de frutos e sementes que serão produzidos pela planta, sendo estes, fatores chaves na definição dos componentes de produção de uma cultura (EGLI, 2005).

Na cultura da soja, conforme anteriormente discutido, ocorrem três tipos de hábito de crescimento que influenciam diretamente a floração, sendo classificados em determinado, semideterminado ou indeterminado. O hábito de crescimento determinado é caracterizado pela não emissão de novos nós no caule após o florescimento, além de suas primeiras flores surgirem no terço médio superior e as últimas no terço inferior do caule, a haste principal termina com uma inflorescência racemosa. O hábito de crescimento semideterminado, por sua vez, continua a diferenciação de nós por certo período, contudo cessa seu crescimento com uma inflorescência racemosa terminal. Já as cultivares de hábito indeterminado, continuam emitindo novos nós após o florescimento, aumentando assim sua altura por longos períodos de tempo, além disso, seu florescimento inicia-se no terço inferior do caule (SEDIYAMA, 2015; THOMAS, 2018). Nogueira et al. (2009) afirma que as plantas de tipo de crescimento determinado e semideterminado tem sua maturação ocorrendo de cima para baixo, enquanto a maturação das plantas do tipo indeterminado ocorre de baixo para cima.

Sabe-se que o peso dos grãos, número de grãos por vagem e número de vagens por planta, são componentes fundamentais para o rendimento de produtividade da cultura e estão fortemente ligados à floração, uma vez que, o vingamento floral será o responsável pela formação das vagens. Contudo, não podemos afirmar que todas as flores virão a se tornar vagens, a soja está programada para descartar naturalmente um número expressivo de flores, que são produzidas em excesso e abortar certo número de vagens, além de ajustar o enchimento dos grãos. (EMBRAPA, 2018)

A soja tem um elevado potencial reprodutivo, visto que é capaz de produzir uma grande quantidade de flores antes e após o processo de enchimento de grãos, porém devido à alta taxa de abscisão que segundo Nahar e Ikeda (2002) varia entre 60 a 92%, este potencial não é refletido no rendimento final, e conseqüentemente o potencial produtivo da cultura nunca é atingido (DYBING, 1994).

A abscisão de botões florais e flores são consideradas um evento natural com ocorrência em maior magnitude no final do período reprodutivo, quando o número máximo de órgãos reprodutivos a serem sustentados pela planta já foi atingido, contudo condições ambientais e tipos de genótipos podem ser uma peça chave na influência deste evento (MONTERROSO; WIEN, 1990).

O estresse hídrico é um dos fatores de maior impacto na abscisão floral, o déficit hídrico imposto durante o período de floração afeta negativamente a função dos óvulos, que por sua vez são responsáveis pela fixação de grãos na planta. Muito embora a falta de água afete a floração, estudos demonstram que o excesso de água durante o subperíodo reprodutivo pode ocasionar uma abundante queda de flores e vagens. BARNI (1973 e 1978). A saturação hídrica reduz a difusão de oxigênio e diminui a disponibilidade de nitrogênio, uma vez que ocorre a decomposição do número de nódulos (LUXMOORE; FISCHER e STOLZY, 1973; COSTA, 1973). Quando a saturação hídrica é recorrente na fase vegetativa, a redução do número de vagens na planta pode atingir 31%, entretanto, quando ocorre no florescimento esse número pode chegar a 53%. (BARNI, 1973).

Fatores fisiológicos e anatômicos também influenciam a abscisão de estruturas reprodutivas, estudos anatômicos afirmam que as posições das flores influenciam sua fixação, sendo que flores próximas ao racemo apresentam maiores chances de desenvolvimento do que flores em posições distais. Além das posições florais, a vascularização e idade da planta também podem influenciar. Outro fator importante é a competição entre drenos, que é gerada pela grande quantidade de vagens quando próximas ao potencial máximo, fazendo com que ocorram falhas nas florações tardias. (FIOREZE, 2013).

2.5.1. Fisiologia da floração

O desenvolvimento vegetal é controlado por fatores ambientais, genéticos e hormonais, sendo que os fatores ambientais influenciam na produção de hormônios e estes, por sua vez, atuam sobre a expressão genética (PES; HILGERT, 2015). Esse desenvolvimento é regulado por nove hormônios principais: auxinas, giberelinas, citocininas, etileno, ácido abscísico, brassinosteroides, jasmonatos, ácido salicílico e estrigolactonas. Esses hormônios são mensageiros químicos, interagindo com proteínas específicas que funcionam como receptores ligados a rotas de transdução de sinal,

conseguem modular processos celulares de outras células (TAIZ et al., 2017). Logo, para entender a abscisão floral, faz-se necessário a compreensão dos hormônios e suas funções.

A auxina é um hormônio essencial ao crescimento vegetativo, responsável pelo crescimento de tecidos, dominância apical, queda de folhas e frutos (PES: HILGERT, 2015). Outro grupo de hormônios vegetais é o das giberelinas (GA), as GAs têm papéis diversos durante o ciclo da planta, promovem a germinação de sementes, transição para o florescimento especialmente em plantas de dias longos, alongamento celular, desenvolvimento do pólen, entre outros. As citocinas, são conhecidas por serem promotoras da divisão celular, além disso, apresentam processos fisiológicos ligados à senescência foliar, dominância apical, desenvolvimento vascular e quebra de dormência da gema (TAIZ et al., 2017).

Outro hormônio importante na formação das plantas é o etileno, que regula uma ampla gama de respostas, incluindo a germinação da semente e o crescimento da plântula, a expansão e a diferenciação celular, o etileno também é considerado como um hormônio promotor da senescência, uma vez que o tratamento com esse hormônio acelera a senescência de folhas e flores (PES: HILGERT, 2015; TAIZ et al., 2017). Trabalhos recentes nos mostram que o ácido abscísico (ABA) promove o processo que precede a senescência, além de regular o fechamento estomático, promove a maturação e dormência da semente. Os brassinosteroides exercem papéis essenciais em uma ampla gama de fenômenos de desenvolvimento vegetal, atuando na divisão e alongamento celular, senescência foliar, diferenciação celular e germinação (TAIZ et al., 2017).

Além desses, o ácido jasmônico (AJ) vem ganhando importância, por ser um regulador endógeno do crescimento vegetal que modula a senescência de plantas, abscisão foliar e desenvolvimento de embriões. (HEBERLE, K. et al., 2018)

Fonseca (2002), concluiu que as citocininas estão envolvidas no processo de florescimento e, provavelmente, também na quebra de dormência das gemas. No estudo realizado, verificou elevados níveis de citocinina nos ramos das mangueiras antes e durante o florescimento.

Em trabalho realizado em videiras, Mullins, Williams, Bouquet. (2000) verificaram que as giberelinas e as citocininas são compostos envolvidos na formação dos primórdios de inflorescência. Esses autores afirmaram ainda que em um estágio inicial, as giberelinas promovem o florescimento porque induzem a formação do primórdio indiferenciado; posteriormente, as giberelinas agem como inibidoras do florescimento, pois direcionam o primórdio indiferenciado para a formação de gavinhas.

Segundo Vaz, Santos, Zaidan, (2008), promoção da floração após tratamentos com citocininas foi observada em várias plantas, entretanto, as citocininas devem ser empregadas em concentrações ótimas, pois teores elevados exercem efeitos inibitórios sobre a floração em algumas espécies. Os efeitos das auxinas têm sido amplamente relatados na literatura, tanto efeitos promotores, quando inibidores sobre a indução floral, porém, o balanço entre auxinas e citocininas tem se mostrado eficiente à floração. Verificaram também, que a floração de algumas plantas foi induzida pelas condições estressantes ou aplicação de inibidores de crescimento (ABA), o efeito desse hormônio tem sido relacionado ao aumento dos níveis de açúcares no vacúolo, gerando assim, uma maior força-dreno.

Como já visto, os hormônios são responsáveis pela expressão de genes nas plantas e segundo Wong, Bhalla, Singh, (2009) existem pelo menos três vias hormonais que atuam na transição da fase vegetativa à reprodutiva na cultura da soja, exercendo funções de regulação no processo de iniciação floral, são elas as rotas que envolvem ácido abscísico, auxina e ácido jasmônico (AJ). Durante o estudo, foi verificado um aumento do ABA durante o processo de iniciação floral, implicando, portanto, um papel promotor na floração. Já a auxina, que está presente nos primórdios florais desde o estágio inicial, apresentou um aumento em seus níveis e mostrou ser essencial na sincronização da maturação do pólen, deiscência da antera e abertura das flores, o AJ também teve seu nível aumentado nas flores de soja e o estudo indicou que tanto o AJ quando a auxina podem desempenhar papel na regulação do processo de indução floral.

Muitos estudos foram realizados com o intuito de identificar resultados da aplicação de hormônios em leguminosas, Alleoni, Bosqueiro, Rossi (2000) revelam incremento de 4,7% ao número de legumes por planta do feijoeiro através da aplicação foliar de Stimulate[®] (Ácido indolalcanóico, Giberelina e Citocinina). Kavalco et al. (2014) afirmam que a aplicação desses mesmos hormônios na cultura da soja, realizada no início do período reprodutivo, pode ter contribuído para menor abscisão floral, refletindo diretamente no número de legumes.

O hormônio etileno, por sua vez, exerce um efeito inibitório sobre a floração da maioria das plantas, agindo na expansão das pétalas (na antese) e é considerado como um hormônio promotor da senescência floral (VAZ; SANTOS; ZAIDAN., 2008; TAIZ et al., 2017).

2.6 Modelos lineares mistos

Um modelo estatístico consiste em um conjunto de hipóteses, com o objetivo de explicar as observações de uma variável dependente em função de outras possíveis causas de variação. Existem dois tipos de classificação para tais variáveis, podendo ser de efeito fixo ou aleatório. Modelos lineares que apresentam somente fatores fixos, são denominados de modelos fixos. Em contrapartida, modelos que utilizam efeitos aleatórios, são denominados modelos aleatórios. Um modelo misto é o método utilizado quando a hipótese apresenta tanto fatores de efeitos fixos como aleatórios. (SEARLE et al., 1992; BATISTA, 2018)

Segundo Searle (1971), os efeitos devem ser classificados como aleatórios, uma vez que seus dados se constituem em uma amostra aleatória de uma população de níveis, em contrapartida, caso os níveis tenham sido previamente escolhidos, estes deverão ser considerados fixos. Em estudos, Eisenhart (1947), afirma que os efeitos devem ser considerados fixos, uma vez que o foco do estudo está nos efeitos do fator em estudo, do contrário, devem ser classificados com aleatórios.

Na década de 1980, com os avanços da tecnologia computacional, iniciava-se a utilização da metodologia apresentada por Henderson (1949), chamada Modelos lineares mistos. (RESENDE, 2002). Tal metodologia foi apresentada formalmente em 1973, no contexto do melhoramento genético animal, contudo sua adoção no melhoramento genético vegetal se apresentou mais tardiamente, devido ao fato da baixa divulgação e vivência dos melhoristas nos primeiros anos (BUENO FILHO, 1997). Segundo (BERNARDO, 2010) essa baixa adoção, se deu ao fato da grande quantidade de dados fenotípicos disponíveis ao melhoramento vegetal, gerando dados mais balanceados, que neste caso, métodos como quadrados mínimos (MQM) conseguem atender a demanda.

Por outro lado, experimentações que normalmente são conduzidas em vários locais e anos, geram a ocorrência de desbalanceamento não planejado, decorrente da perda de parcelas, ou até mesmo por substituição de parte dos genótipos avaliados durante o estudo. Nestes casos, os modelos lineares mistos apresentam vantagens. (DUARTE; VENCOVSKY, 2001; PASTINA et al., 2012) Dentre elas, destacam-se a capacidade de considerar algumas variáveis como fixas e outras como aleatórias, utilizar diferentes estruturas de variância-covariância de efeitos aleatórios, além de utilizar informações de parentesco nas predições. (SMITH et al., 2005; PASTINA et al., 2012).

Visto isso, é perceptível que nos últimos anos a utilização de modelos lineares mistos vem sendo cada vez mais empregado no melhoramento vegetal, desde culturas como soja (PINHEIRO, 2013), cana-de-açúcar (BATISTA, 2018), arroz (BORGES et al., 2010), trigo (PIMENTEL et al., 2014), feijão (BRUZI, 2008), milho (ARNHOLD et al., 2012), até culturas perenes como guaranazeiro (Atroch, 2004), eucalipto (GARCIA; NOGUEIRA, 2005; ROSADO et al., 2009), café (PEREIRA et al., 2013) entre outros.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

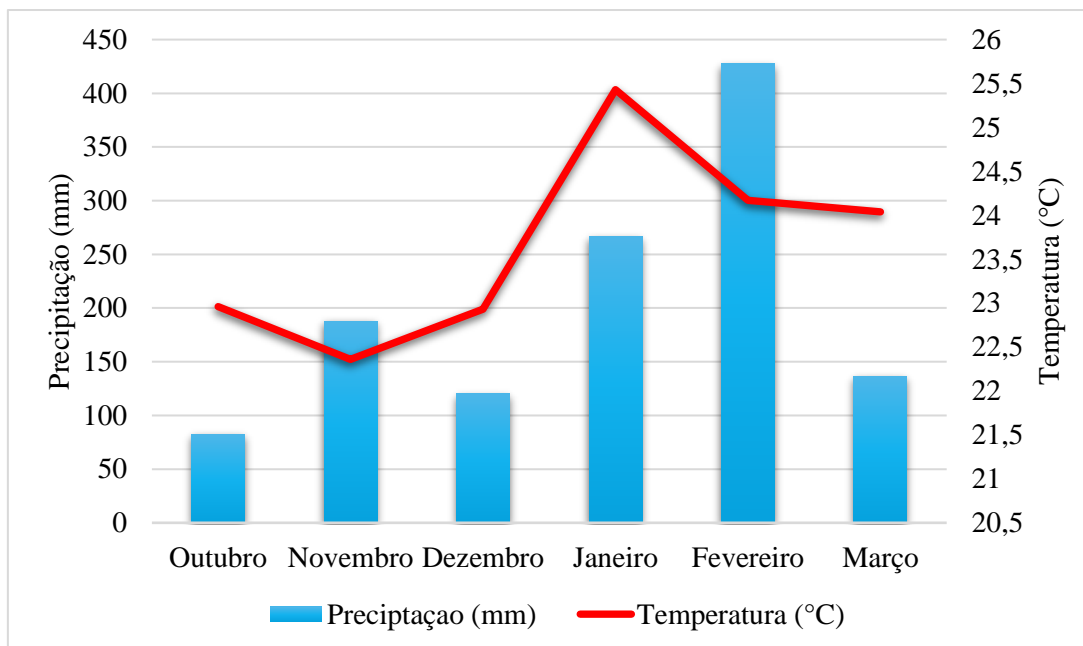
Os experimentos foram conduzidos durante o ano agrícola 2019/202, no município de Ijaci - MG, no Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia em Agropecuária da UFLA– Fazenda Palmital, situada à latitude de 21°09' S, longitude 44°54' W e altitude de 920 m.

Os dados referentes à climatologia e propriedades químicas do solo dos ambientes experimentais encontram-se na Tabela 3 e Figura 1.

Tabela 3. Composição química do solo no local de condução do experimento.

pH	Ca²⁺	Mg²⁺	Al³⁺	H+Al³⁺	SB	CTC	P	K	MO	V
H₂O	-----cmol _c /dm ³ -----					---mg/dm ³ ---		dag/kg	%	
5,7	3,6	0,9	0,1	1,9	5,0	6,9	13,2	184,4	2,4	72,5

H + Al: acidez potencial; SB: soma de bases; CTC (T): capacidade de troca catiônica pH 7,0; MO: matéria orgânica; V: saturação por bases. Fonte do Autor (2019).



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (2020)

Figura 1. Variações mensais de precipitação (mm) e temperatura média (°C) no período de outubro a março na safra 2019/2020, na cidade de Lavras – MG

3.2 Instalação e condução dos experimentos

As progênies F_{2.4} foram avaliadas em dois experimentos: um contendo progênies e testemunhas precoces e outro com as progênies e testemunhas tardias. O experimento com progênies precoces foi conduzido sob delineamento de blocos completos casualizados (DBCC), com 77 progênies + 7 testemunhas + 6 genótipos inertes. O experimento com progênies tardias também foi conduzido sob delineamento de blocos completos casualizados (DBCC), contendo 83 progênies + 7 testemunhas.

Cada parcela foi constituída de 2 linhas de 3,0 metros espaçadas em 0,5 metro, com três repetições. A densidade de semeadura foi ajustada conforme o grupo de maturidade relativa das progênies. O plantio foi realizado sob sistema de plantio direto (SPD), a abertura dos sulcos foi feita de forma mecânica realizada com semeadora, com sulcos espaçados em 0,5m.

A semeadura foi realizada manualmente e logo após foi realizada a aplicação de *Bradyrhizobium japonicum*, por meio de inoculante líquido, em jato dirigido nos sulcos de plantio. Os demais tratamentos culturais foram conduzidos conforme procedimento apresentado por Carvalho et al (2010).

A coleta das flores abortadas e estruturas reprodutivas foi realizada utilizando metodologia semelhante à descrita por Izquierdo e Hosfield (1981) e a estrutura foi

montada em campo quando as plantas atingiram estágio V5. Para isso foram construídos receptáculos que foram colocados na parte central de cada parcela, compreendendo as seis plantas centrais da primeira linha. Esse receptáculo teve uma dimensão de 1,2 m de comprimento, por 0,3 m de largura e 1,0 m de altura. Como revestimento foi utilizado tecido de “voil” branco, de modo que este fique em formato de “U”. Para a confecção do receptáculo foi feita uma armação de madeira utilizando estacas de 1,3 m, com o intuito de sustentar o tecido de *voil*. Na extremidade inferior o tecido foi cortado, onde as plantas foram englobadas pelo receptáculo e completaram o seu ciclo dentro da estrutura, e então o tecido foi costurado de forma a envolver as 6 plantas da área útil da parcela.

As coletas foram iniciadas cerca de 10 dias após o florescimento da primeira parcela. Estas foram realizadas a cada 3 dias. Em cada receptáculo foi cuidadosamente coletado todo o material e observada a presença de flores contendo o ovário. As coletas foram realizadas até as plantas atingirem estágio R6, quando a semente está completamente desenvolvida (FEHR E CAVINESS; 1977).

Caracteres avaliados:

- Dias para maturação absoluta (DPM): 90% das plantas da parcela em estágio R8;
- Produtividade de grãos (PROD): determinada após a colheita e beneficiamento, debulha das vagens, e pesagem dos grãos colhidos na área útil de cada parcela, com umidade padronizada para 13% e os valores observados na parcela útil extrapolados para kg/ha.
- Percentagem de vingamento floral (PV): obtida através dos dados coletados das 6 plantas dentro do receptáculo e pelo estimador:

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

Onde:

X = Número de vagens por planta;

N = Número de flores totais

3.3 Análise estatística

Os dados de dias para a maturação absoluta (DPM), produtividade de grãos (PROD) e porcentagem de vingamento floral (PV) foram analisados com o auxílio do software R Development Core Team (2016), via abordagem de modelos mistos (BERNARDO, 2010). Os efeitos fixos foram verificados pelo teste de significância com o fator F e a significância das variâncias associadas aos efeitos aleatórios foi verificada pelo teste da razão de verossimilhança “Likelihood Ratio Test” (BERNARDO, 2010).

Os dados foram analisados de acordo com o modelo apresentado abaixo:

$$Y_{ij} = \mu + p_i + b_j + e_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} : Observação da parcela que recebeu a progênie i no bloco j;

μ : constante associada a todas as observações;

p_i : efeito aleatório das progênies i, $p_i \sim N(0, \sigma_p^2)$;

b_j :efeito fixo do bloco j, $b_j \sim N(0, \sigma_b^2)$;

e_{ij} : erro experimental aleatório associado a observação Y_{ij} , $e_{ij} \sim N(0, \sigma_e^2)$

A partir dos componentes de variância, foram obtidas as estimativas de herdabilidade (h_c^2), no sentido amplo, para os três caracteres avaliados conforme método desenvolvido por Cullis et al. (2006).

$$h_c^2 = 1 - \frac{PEV}{2\sigma_G^2}$$

em que:

PEV : variância do erro de predição;

σ_G^2 : variância genética.

Para aferir a qualidade experimental, foi determinada a acurácia seletiva (rgg') pelos seguintes estimadores (AMARAL, 2017):

$$rgg' = \sqrt{h^2}$$

Sendo,

h^2 : herdabilidade em nível de progênie.

Após a obtenção dos componentes de variância, os efeitos fixos foram estimados pelo “Best Linear Unbiased Estimator” (melhor estimador linear não tendencioso - BLUE), e os aleatórios preditos pelo “Best Linear Unbiased Predictor” (melhor preditor linear não tendencioso - BLUP), considerando o método de máxima verossimilhança restrita (REML) (PATTERSON; THOMPSON, 1971).

De posse dos resultados referentes aos valores genotípicos preditos (BLUP's) para cada caráter, foram estimados os coeficientes de correlação de Pearson entre os caracteres, tomados dois a dois.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 4, encontram-se as estimativas de variância genética, para os caracteres dias para maturação (DPM), produtividade de grãos (PROD) e porcentagem de vingamento floral (PV). É possível inferir que existe diferença significativa entre as progênes, uma vez que as estimativas da variância genética foram diferentes de zero para todos os caracteres, essa diferença é interessante em fases iniciais de um programa de melhoramento genético de soja, pois possibilita a seleção eficiente de progênes. Contudo, convém ressaltar que, ao se obter estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos considerando apenas um ambiente, não é possível isolar o componente da interação. Assim, as estimativas da variância genética podem estar super ou subestimadas. Para se isolar o componente da interação são necessários pelo menos dois genótipos e dois ambientes (BIANCHI, 2018).

Tabela 4 - Estimativa de parâmetros genéticos e fenotípicos para dias para a maturação absoluta (DPM), produtividade de grãos (PROD) e porcentagem de vingamento floral (PV) de progênes de soja.

Ciclo	Caráter	VG	VE	Herdabilidade	Acurácia
Precoce	DPM	13,29456	0,932869	0,9771	0,9885
	PROD	17537,6	40571,85	0,5646	0,7514
	PV	0,2155138	1,865629	0,1876	0,4332
Tardio	DPM	9,336463	1,153035	0,9604	0,98
	PROD	29580,47	65796,99	0,5742	0,7577
	PV	1,354327	4,093742	0,3981	0,631

VG- Variância genética; VE- Variância do erro.

A variância do erro de predição dos valores genotípicos está diretamente relacionada com a precisão, acurácia experimental e variância genética aditiva, sendo assim, é considerada um parâmetro para avaliar a qualidade experimental (RESENDE e PEREZ, 1999; RESENDE e DUARTE, 2007). Porém, a maior utilidade para essa variância, se refere à possibilidade do cálculo do desvio padrão do valor genotípico predito e o intervalo de confiança dos valores genéticos preditos que servem como média de risco ao selecionar um genótipo (RESENDE e PEREZ, 1999). Neste trabalho, tanto as progênes precoces quanto as tardias, apresentaram valores de variância do erro menores para os caracteres de DPM e PV quando comparados ao caráter PROD.

A acurácia reflete a qualidade das informações e dos procedimentos utilizados na predição dos valores genéticos. Essa medida está associada à precisão da seleção e refere-se à correlação entre valores genéticos preditos e valores genéticos verdadeiros dos indivíduos. Quanto maior a acurácia na avaliação de um indivíduo, maior é a confiança

na avaliação e no valor genético predito para este (PIMENTEL, 2014). A fim de aferir a precisão no presente trabalho, foram calculadas as estimativas de acurácia para todos os caracteres, sendo a principal vantagem desta ferramenta o poder de suprimir o efeito da média. Estimativas de acurácia são consideradas de grande magnitude quando superiores à 70%, média precisão quando os valores estão compreendidos entre 30% e 70%, e baixa precisão quando valores inferiores à 30% (RESENDE e DUARTE, 2007). Pode-se observar (Tabela 4) que as estimativas de acurácia nas progênes precoces e tardias, para DPM e PROD obtiveram ótima precisão. É importante salientar que o valor de acurácia para DPM foi alto, afirmando assim, a eficiência do modelo de análise para este caráter. O caráter de PV, por seu turno, apresentou valores mais baixos, sendo classificado como média precisão.

As estimativas da herdabilidade (h_c^2) indicam qual a proporção da variação observada é devida aos componentes genéticos e não ambientais (BIANCHI, 2018). O coeficiente de herdabilidade pode variar de zero a um. Quando $h_c^2 = 1$, as diferenças fenotípicas entre os indivíduos são causadas unicamente por diferenças genéticas entre eles. Porém, quando $h_c^2 = 0$, significa que a variabilidade do caráter não tem origem genética (ALLARD, 1971).

As estimativas de h_c^2 no sentido amplo foram obtidas para os caracteres DPM, PROD e PV, (Tabela 4). Com exceção de PV, os demais caracteres apresentam valores de h_c^2 classificados como altos ($h_c^2 > 50\%$) segundo Resende (2002), indicando predominância do componente genético em detrimento ao componente ambiental. Segundo Cruz; Regazzi (1997) caracteres menos complexos apresentam estimativas mais altas desse parâmetro, neste contexto, os valores de DPM e PROD mostraram que boa parte da variação fenotípica observada pode ser atribuída a diferenças em nível genotípico.

Contudo, o caráter PV por sua vez, apresenta baixa herdabilidade em progênes precoces e herdabilidade moderada nas progênes tardias. Segundo Bourdon (1997), este caráter é controlado por vários genes, e estes por sua vez, sofrem grande efeito ambiental, logo a correlação entre genótipo e fenótipo é pequena, ou seja, boa parte da variação apresentada pela porcentagem de flores que tornaram-se vagens está associada ao ambiente.

A correlação reflete o grau de associação entre os caracteres. Seu conhecimento é de extrema importância no melhoramento genético, pois mostra como a seleção de um caráter influencia a expressão de outros caracteres (LOPES et al., 2002). A medida de

correlação utilizada foi a de Pearson, sendo esta padronizada e podendo variar de -1 a 1, onde zero indica ausência de relação linear. Quando igual a 1 significa perfeita relação linear positiva e quando igual a -1, representa perfeita relação linear negativa, variando inversamente. (CARVALHO; LORENCETTI; BENIN, 2004)

Observou-se o coeficiente de correlação de Pearson descrito na Tabela 5, que os caracteres DPM com PV e PV com PROD não foram significativos. Contudo, a correlação entre os caracteres de DPM e PROD apresentaram uma relação linear positiva de 0,2238, como já era esperado. Isso significa que quanto maior o número de dias para a maturação, maior foram as produtividades das progênies. Isso se dá ao fato de que quanto maior o ciclo da cultura, maior será a possibilidade de realizar fotossíntese, gerando mais energia através do grande acúmulo de fotoassimilados, e conseqüentemente maiores produtividades como mostra os trabalhos de (CUNHA, 2011; GESTEIRA, 2018).

Tabela 5 – Estimativa de coeficiente de correlação para dias para maturação absoluta (DPM), produtividade de grãos (PROD) e porcentagem de vingamento floral (PV) de progênies de soja.

Parâmetros	Coeficiente de correlação		
	DPM	PV	PROD
DPM	1	-0,1767573 ^{NS}	0,2238736*
PV		1	-0,1961834 ^{NS}
PROD			1

* Significativo a 5% de probabilidade. ^(NS) Não significativo a 5% de probabilidade.

Os resultados referentes aos valores médios preditos (BLUP's) estão contidos na figura 2 e nas tabelas do apêndice. Analisando os dados, nas progênies precoces pode-se observar uma distribuição de alta frequência entre 123 a 126 dias para a maturação absoluta, já nas progênies tardias temos alta frequência entre 135 a 139 dias, provando a eficiência do programa de seleção das progênies em relação ao posicionamento do grupo de maturidade. Dentre essa frequência nas progênies tardias (Figura 2b), verifica-se 78 progênies e 1 testemunha comum, a M8210 que apresenta um GM de 8,2 e serve como referência para a classificação das demais. Já em relação as precoces (Figura 2a), apresentam dois genótipos nos extremos do gráfico, sendo 2 testemunhas, P95R51 como super precoce com GM de 5,5 e DPM de 103, e a testemunha TMG 2185 classificada como tardia apresentando GM de 8,5 e DPM de 145.

Para sucesso nos programas de melhoramento genético de plantas é fundamental a existência de variabilidade genética (BERNARDO, 2010; RAMALHO et al., 2012), pois por meio dela ocorre a evolução e adaptação dos genótipos, possibilitando assim, uma seleção eficiente (VIEIRA 2005). As distribuições de frequências dos valores médios preditos (BLUP's) para produtividade de grãos (Figura 2c, d) reforçam a existência de variabilidade entre as progênes, e indicam também a natureza quantitativa do caráter devido à distribuição contínua.

Verifica-se que os valores médios de PROD em progênes tardias obtiveram um aumento em seus índices em relação as progênes precoces, isso se explica pela correlação linear positiva entre DMP e PROD de 0,223. Rincker et al. (2014), explica que quanto maior o potencial produtivo, maior será o ciclo da cultivar. Soares (2018) avaliando 64 progênes observou que ao selecionar progênes mais produtivas houve um acréscimo no ciclo da cultura (maturação absoluta). Os mesmos resultados foram encontrados e citados por Gesteira (2018) e Martins (2020).

As médias de produtividade de grãos das progênes precoces (Figura 2c), variaram de 2734,26 a 4859,07 kg/ha, dentre os resultados, faz-se necessário destacar a progênie 59 a qual obteve o maior valor de PROD, 4859,07 kg/ha, superando todas as testemunhas. Em relação as progênes tardias (Figura 2d), convém salientar as progênes 169 e 155 que obtiveram 5066,12 e 5046,98 kg/ha de produtividade de grãos respectivamente, superando todas as testemunhas e obtendo os maiores valores de PROD do experimento.

A soja tem um elevado potencial reprodutivo, visto que é capaz de produzir uma grande quantidade de flores. Apesar disso, não podemos afirmar que todas as flores virão a se tornar vagens, a soja está programada para descartar naturalmente um número expressivo de flores e vagens, refletindo assim no rendimento final, e conseqüentemente o potencial produtivo da cultura nunca é atingido (DYBING, 1994; EMBRAPA, 2018). São diversos fatores naturais, fisiológicos e anatômicos que podem ocasionar o abortamento de estruturas reprodutivas na soja, logo a taxa de abscisão média segundo Nahar e Ikeda (2002) varia de 60 a 92%.

Os resultados obtidos comprovam o estudo de Nahar e Ikeda (2002), pois as porcentagens de vingamento variaram entre 14,2 a 15,3% em precoces (Figura 2e) e 14,7 a 18,6% em tardias (Figura 2f), logo, o índice de abscisão de estruturas reprodutivas variou de 81,4 a 85,8 %. Faz necessário ressaltar a progênie 17 que apresentou o maior índice de PV (18,6%).

A abscisão de estruturas reprodutivas na soja é considerada um evento natural, porém, condições ambientais e tipos de genótipos podem ser uma peça chave na influência deste evento. O estresse hídrico é um dos fatores de maior impacto na abscisão floral, o déficit hídrico imposto durante o período de floração afeta negativamente a função dos óvulos, por seu turno, a saturação hídrica reduz a difusão de oxigênio e diminui a disponibilidade de nitrogênio (LUXMOORE; FISCHER e STOLZY,1973; COSTA, 1973; BARNI 1973 e 1978). Estudos mostram que quando a saturação hídrica é recorrente na fase vegetativa, a redução do número de vagens na planta pode atingir 31%, entretanto, quando ocorre no florescimento esse número pode chegar a 53%. (BARNI, 1973). Visto isso, podemos inferir que um dos fatores que influenciaram para que ocorresse baixa PV no presente trabalho, e tenha sido decisivo no alto índice de abscisão, foi a saturação hídrica, ocorrida nos meses de janeiro e fevereiro, afetando diretamente a fase reprodutiva da soja no experimento.

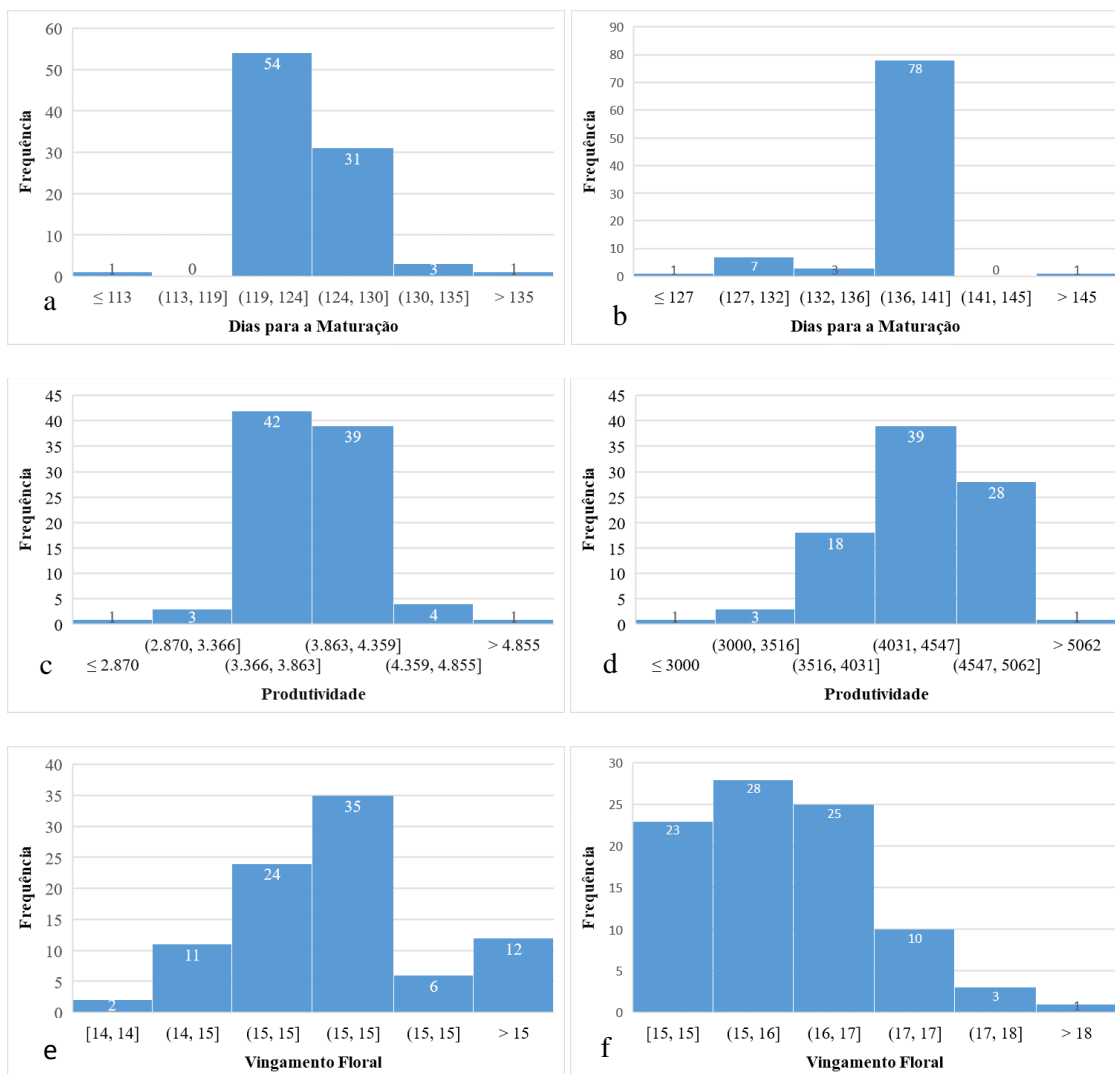


Figura 2. Representação gráfica de valores médios preditos (BLUP's) para Dias para maturação absoluta (DPM), Produtividade de grãos (PROD) em kg/ha e porcentagem de vingamento floral (PV), de progênies precoces (a, c, e) e progênies tardias (b, d, f)

5. CONCLUSÃO

Existe associação linear positiva entre Dias para Maturação e Produtividade de grãos.

Não há correlação entre a porcentagem de vingamento floral e a produtividade de grãos e maturação absoluta em soja.

A porcentagem de vingamento floral em soja é baixa, independente do grupo de maturidade das progênies avaliadas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLARD, R.W **Princípios do melhoramento genético das plantas**. São Paulo: Edgar Blucer, 1971. 381p.
- ALLEONI, B.; BOSQUEIRO, M.; ROSSI, M. Efeito dos reguladores vegetais de Stimulate® no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, v. 6, n. 1, 2009.
- ALLIPRANDINI, L. F. et al. Understanding soybean maturity groups in Brazil: environment, cultivar classification, and stability. **Crop Science**, v. 49, n. 3, p. 801-808, 2009.
- ALMEIDA, L. A. et al. Melhoramento da soja para regiões de baixas latitudes. **Embrapa Meio-Norte-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 1999.
- AMARAL, L. O. **Seleção de Linhas Puras na Cultivar de Soja BRS Favorita RR**. 2017. Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2017.
- APROSOJA MATO GROSSO. **A história da soja**. Disponível em:<<http://www.aprosoja.com.br/soja-e-milho/a-historia-da-soja/>>. Acesso em: 25 de janeiro 2020.
- ARNHOLD, E. et al. Prediction of genotypic values of maize for the agricultural frontier region in northeastern Maranhão, Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 12, n. 2, p. 151-155, 2012.
- ATROCH, A. L.; DE RESENDE, M. D. V.; DO NASCIMENTO FILHO, F. J. Seleção clonal em guaranazeiro via metodologia de modelos lineares mistos (REML/BLUP). **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, n. 41, p. 193-201, 2004.
- BARNI, N. A. **Efeitos de períodos de inundação sobre o rendimento de grãos e características agronômicas da soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Porto Alegre, 1973.
- BARNI, N. A. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) a inundação do solo durante o período reprodutivo. **Agronomia Sulriograndense (Brasil)**. v. 14, n. 2, p. 215-225, 1978.
- BARROS, H. B.; SEDIYYAMA, T. Luz, umidade e temperatura. In: SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologias de produção e uso da soja**. Londrina, PR: Mecenias. p. 17-27, 2009.
- BATISTA, E. C. **Uso de modelos lineares mistos para avaliação e seleção de clones de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. 2018. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Instituto Biológico, São Paulo, 2018.
- BERNARDO, R. **Breeding for quantitative traits in plants**. 2 Ed., Woodbury, Minnesota: Editora Stemma Press, p.400, 2010.
- BERNARDO, R. Genotype x environment interaction. In: **Breeding for quantitative traits in plants**. Woodbury: Stemma Press, 2010. cap. 8, p. 177-203.

- BIANCHI, M. C. **Implicações da interação genótipos por ambientes na seleção de progênies de soja**. 2018. Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2018
- BORGES, V. et al. Desempenho genotípico de linhagens de arroz de terras altas utilizando metodologia de modelos mistos. **Bragantia**, v. 69, n. 4, p. 833-841, 2010.
- BOURDON, R. M. **Understanding animal breeding and genetics**. 1 ed. Nova York: Prentice-Hall, 1997.
- BRAY, E. A. Genes commonly regulated by water-deficit stress in *Arabidopsis thaliana*. **Journal of experimental botany**, v. 55, n. 407, p. 2331-2341, 2004.
- BRUM, A. L. et al. **A economia mundial da soja: impactos na cadeia produtiva da oleaginosa no Rio Grande do Sul 1970-2000**. Anais dos Congressos. In: XLIII CONGRESSO DA SOBER EM RIBEIRÃO PRETO. São Paulo, 2005.
- BRUZI, A. T. **Aplicações da análise de modelos mistos em programa de seleção recorrente do feijoeiro comum**. 2008. 83 f. Tese (Doutorado m Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- BUENO FILHO, J.S. de S. **Modelos mistos na predição de valores genéticos aditivos em testes de progênies florestais**. Piracicaba, 1997. 118p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
- CÂMARA, G. M. S. (Ed.). **Soja: tecnologia da produção II**. Piracicaba, São Paulo, p. 450, 2000.
- CÂMARA, G. M. S. Fenologia da soja. **Informações Agronômicas**. V. 82, p. 1-16, 1998.
- CAMARGO, M. B. P. Relações entre produtividade e exigências bioclimáticas. **Visão Agrícola**, Planta e Ambiente, n. 5, p.68-69, 2006.
- CAMARINHA FILHO, J. **Modelos lineares mistos: estruturas de matrizes de variâncias e covariâncias e seleção de modelos**. 2002. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- CARVALHO, E. R. et al. Desempenho de cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] em cultivo de verão no sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 892-899, 2010.
- CARVALHO, F. I. F.; LORENCETTI, C.; BENIN, G. **Estimativas e Implicações da correlação no melhoramento vegetal**. Pelotas: UFPel, 2004. 142p.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos, Safra 2019/2020**. Décimo levantamento, julho 2020. Disponível em:< <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>> Acesso em 28 de julho 2020.
- COSTA, J. A. Efeito de inundação sobre a soja *Glycine max* (L) Merril. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.9, n.1, p.113-119, 1973.

CULLIS, B.R.; SMITH, A.; COOMBES, N. On the design of early generation variety trials with correlated data. **JABES**, v. 11, p. 381–393. 2006.

CUNHA, M. C. G. **Performance of 79 soybean progeny of F6 generation and their phenotypic, genotypic and environmental correlations**. 2011. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011

Custo de produção- Soja Alta tecnologia. Scot consultoria, 2020. Disponível em: <<https://www.scotconsultoria.com.br/cotacoes/custo-producao/soja/>>. Acesso em: 1 de fevereiro de 2020.

DECICINO, T. **A importância do posicionamento de cultivares de soja para o sucesso da cultura**. São Paulo: Monsanto, p.8. 2016.

DUARTE, J; VENCOVSKY, R. Estimación e predição por modelo linear misto com ênfase na ordenação de médias de tratamentos genéticos. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 1, p. 109-117, 2001.

DYBING, C. D. Soybean flower production as related to plant growth and seed yield. **Crop Science**, Madison, v. 34, n. 2, p. 489-497, Mar./Apr. 1994.

EGLI, D. B.; BRUENING, W. P. Shade and temporal distribution of pod production and pod set in soybean. **Crop science**, v. 45, n. 5, p. 1764-1769, 2005.

EISENHART, C. The assumptions behind the analysis of variance. **Biometrics**, Raleigh, v. 3, n. 1, p. 1-21, 1947.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil**. 2004. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/451526/1/SistemasdeProducao4.pdf>>. Acesso em: 25 de janeiro 2020

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Circular técnica n°48. **Ecofisiologia da soja**. Londrina: Embrapa Soja, Sistemas de produção. Setembro 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil 2014**. Londrina: Embrapa Soja, Sistemas de produção, v. 16, p. 265, 2014

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA –EMBRAPA. **Abortamento de vagens e enchimento deficiente de grãos em soja na safra 2017-2018**. Londrina: Embrapa Soja, Nota técnica, 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA -EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja região Central do Brasil 2011**. [S.l.]: Embrapa Soja; Embrapa Cerrados; Embrapa Agropecuária Oeste, p. 255, 2010.

FARIAS, J. R. B. Limitações climáticas à obtenção de rendimentos máximos de soja. In: **Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESO DE LA SOJA DEL MERCOSUR, 5.; FORO DE LA SOJA ASIA, 1., 2011, Rosário. Un grano:

un universo.[Rosário: Asociación de la Cadena de la Soja Argentina], 2011. 4 p. 1 CD-ROM. MERCOSOJA 2011.

FIGLIARO, S. L. et al. Fisiologia e produção da soja tratada com cinetina e cálcio sob déficit hídrico e sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 11, p. 1432-1439, 2013.

FONSECA, N. **Paclobutrazol e estresse hídrico no florescimento e produção da mangueira (Mangifera indica L.)** “Tommy Atkins”. 134f. (Tese de Doutorado) Universidade federal de Lavras, Lavras, Brasil, 2002.

FREITAS, M. C. M. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera—Centro Científico Conhecer, Goiânia-GO**, v. 7, n. 12, p. 1-12, 2011.

GARCIA, C. H.; NOGUEIRA, M. C. S. Utilização da metodologia REML/BLUP na seleção de clones de eucalipto. **Scientia Forestalis**, n. 68, p. 107-112, 2005.

GESTEIRA, G. et al. Seleção fenotípica de cultivares de soja precoce para a região Sul de Minas Gerais. **Revista Agrogeoambiental**, v. 7, n. 3, 2015.

GESTEIRA, G. S. et al. Selection of early soybean inbred lines using multiple indices. **Embrapa Soja-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2018.

GESTEIRA, G. S. et al. Selection of early soybean inbred lines using multiple index. **Crop Science**, 2018.

HARLAN, J. R. **Crops and man**. Madison, Winsconsin: ASA, CSS of Am. p. 295, 1975

HEBERLE, K. et al. Morfometria e lignificação em função da aplicação de ácido jasmônico em mudas de ipê roxo e guajuvira. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 17, n. 3, p. 317-325.

HENDERSON, C. R. Estimation of changes in herds environment (abstract). **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 32, p. 706, 1949.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja. **Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2001.

HYMOWITZ, T. On the domestication of the soybean. **Economic botany**, v. 24, n. 4, p. 408-421, 1970.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; **Carta de Conjuntura | 45 | 4º trimestre de 2019**. Disponível em:
<https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/conjuntura/191119_cc_45_economia_agricola.pdf> Acesso em 1 fevereiro 2020.

KAVALCO, S. A. F. et al. Desenvolvimento da soja com aplicações de hormônios em diferentes densidades de cultivo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, 2014.

LOPES, A.C.A.; et al. Variabilidade e correlação entre caracteres em cruzamentos de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59 n.2 p.341-348, 2002.

LUXMOORE, R. J.; FISCHER, R. A.; STOLZY, L. H. Flooding and Soil Temperature Effects on Wheat During Grain Filling 1. **Agronomy Journal**, v. 65, n. 3, p. 361-364, 1973.

MARTINS, V. S. **Progênies precoces e tardias de soja de um mesmo background genético**. 2020 Dissertação (mestrado em genética e melhoramento de plantas) - Universidade Federal de Lavras, 2018

MONTERROSO, V. A.; WIEN, H. C. Flower and pod abscission due to heat stress in beans. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 115, n. 4, p. 631-634, 1990.

MÜLLER, L. Taxionomia e morfologia. **A soja no Brasil**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, p. 65-104, 1981.

MULLINS, M. G., BOUQUET, A., WILLIAMS, L. E. **Biology of the grapevine**. University Press, Cambridge, Inglaterra, p. 239, 2000.

NAHAR, B. S.; IKEDA, T. Effect of different concentrations of Figaron on production and abscission of reproductive organs, growth, and yield in soybean (*Glycine max* L.). **Field crops research**, v. 78, n. 1, p. 41-50, 2002.

NOGUEIRA, A. P. O. et al. Morfologia, crescimento e desenvolvimento. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenias, p. 7-16, 2009.

NOGUEIRA, A. P. O.; SEDIYAMA, T.; OLIVEIRA, R. C. T.; DESTRO, Estádios de desenvolvimento. **Tecnologias de produção de sementes de soja**. Londrina, PR: Mecenias, p. 15-44, 2013.

PASSOS, A. M. A. et al. Desempenho de cultivares tardias de soja em área de pastagem na região sudoeste da Amazônia. **Embrapa Soja-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2014.

PASTINA, M. M. et al. A mixed model QTL analysis for sugarcane multiple-harvest-location trial data. **Theor. Appl. Genet.**, v.124, p.835-849, 2012.

PATTERSON, H. D.; THOMPSON, R. Recovery of interblock information when block sizes are unequal. **Biometrika**, Cambridge, v. 31, p. 100-109, 1971.

PEREIRA, T. B. et al. Eficiência da seleção de progênies de café F4 pela metodologia de modelos mistos (REML/BLUP). **Bragantia**, v. 72, n. 3, 2013.

PES, L.; HILGERT ARENHARDT, M. H. A. Caderno Didático de Fisiologia Vegetal (UFSM). **Cadernos da Rede**, v. 1, n. 1, p. 386-378, 3 set. 2018.

PIMENTEL, A. J. B. et al. Estimacão de parâmetros genéticos e predição de valor genético aditivo de trigo utilizando modelos mistos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 11, p. 882-890, 2014.

PINHEIRO, L. C. M. et al. Parentesco na seleção para produtividade e teores de óleo e proteína em soja via modelos mistos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 9, p. 1246- 1253, 2013.

PIPER, C. V.; MORSE, W. J. **The soybean**. New York: McGraw Hill Book Company, Inc., p. 310, 1923.

RAMALHO, M. A. P. et al. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. UFLA. v.1, p. 365, 2012.

RESENDE, M. D. V. de **Genética biométrica e estatística no melhoramento de Plantas Perenes**. Brasília: EMBRAPA, 2002, 975 p.

RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 3, p. 182-194, 2007.

RESENDE, MDV de; DIAS, L. A. S. Aplicação da metodologia de modelos mistos (REML/BLUP) na estimação de parâmetros genéticos e predição de valores genéticos aditivos e genotípicos em espécies frutíferas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, n. 1, p. 44-52, 2000.

RESENDE, MDV de; PEREZ, J. R. H. R. Melhoramento animal: predição de valores genéticos pelo modelo animal (BLUP) em bovinos de leite, bovinos de corte, ovinos e suínos. **Archives of Veterinary Science**, v. 4, n. 1, p. 17-30, 1999.

RINCKER, K et al. Genetic improvement of US soybean in maturity groups II, III, and IV. **Crop Science**, v. 54, n. 4, p. 1419-1432, 2014.

RODRIGUES, O. et al. Resposta quantitativa do florescimento da soja à temperatura e ao fotoperíodo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 3, p. 431-437, 2001.

ROSADO, A. M. et al. Predicted genetic gains by various selection methods in *Eucalyptus urophylla* progenies. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 12, p. 1653-1659, 2009.

SCHIERMEIER, Q. The costs of global warming. **Nature**, 439, p. 374-375, 2006.

SEARLE, R. S.; CASELLA, G.; Mc CULLOCH, C. E. **Variance Components**. New York: John Wiley, 1992. 537 p.

SEARLE, S. R. **Linear models**. New York: John Willey, 1971. 532 p.

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DE MINAS GERAIS-SEAPA. **Soja**. Subsecretaria do agronegócio. Disponível em: <
[http://www.reformaagraria.mg.gov.br/images/documentos/perfil_soja_dez_2019\[1\].pdf](http://www.reformaagraria.mg.gov.br/images/documentos/perfil_soja_dez_2019[1].pdf)
>. Acesso em: 05 fevereiro 2020

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

SEDIYAMA, T.; ALMEIDA, L. A.; MIYASAKA, S.; KIIHL, R. A. S. Genética e melhoramento. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Ed.) **A soja no Brasil**. [S.1.]: Instituto de Tecnologia de Alimentos, p. 209-226, 1981.

SEDIYAMA, T.; ALMEIDA, L. A.; MIYASAKA, S.; KIIHL, R. A. S. Genética e Melhoramento. In: **A soja no Brasil Central**. [S.1.]: Fundação Cargil, P. 21-74, 1986.

- SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. Exigências edafoclimáticas. In: Silva, A. F.; Sedyama, T.; Borém, A. **Soja: do plantio à colheita**. Ed. Viçosa UFV, p.9-23, 2015.
- SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. Exigências edafoclimáticas. In: Silva, A. F.; Sedyama, T.; Borém, A. **Soja: do plantio à colheita**. Ed. Viçosa UFV, p. 44-65, 2015.
- SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M. S. Melhoramento da soja. In: BORÉM, A, (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2. Ed. Viçosa, MG: Editora UFV, P. 551-603, 2005.
- SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M. G.; SEDIYAMA, C. S.; GOMES, J. L. L. **Cultura da soja**- parte I. Viçosa, MG: Impr. Univer., UFV, p. 96, 1985.
- SEIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; BARROS, H. B. Origem, evolução e importância econômica. In: SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologias de produção e uso da soja**. Londrina, PR: Mecenias, p. 1-5, 2009.
- SHIBLES, R. M.; WEBER, C. R. Interception of Solar Radiation and Dry Matter Production by Various Soybean Planting Patterns 1. **Crop science**, v. 6, n. 1, p. 55-59, 1966.
- SILVA, E. V. V. **Parâmetros genéticos e fenotípicos associados à precocidade em soja 2018**. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2018
- SMITH, A. B.; CULLIS B. R.; THOMPSON, R. The analysis of crop cultivar breeding and evaluation trials: an overview of current mixed model approaches. **Journal of Agricultural Science**. v.143, p. 449-462, 2005.
- SOARES, I. O. **Emprego da seleção recorrente visando a obtenção de progênes de soja adaptadas ao Sul de Minas Gerais 2018**. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, p. 64, 2018.
- SOARES, I. O. **Emprego da seleção recorrente visando a obtenção de progênes de soja adaptadas ao Sul de Minas Gerais 2018**. 64p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2018.
- TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora, 2017.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: ArtMed, p. 719, 2004
- THOMAS, A. L. **Soja: tipos de crescimento da planta**. Porto Alegre: UFRGS, 2018.
- VASCONCELOS, E. S. et al.. Estimativas de ganho genético por diferentes critérios de seleção em genótipos de alfafa. **Revista Ceres**, v. 57 p. 205-210, 2010.
- VAZ, A. P. A.; DOS SANTOS, H. P.; ZAIDAN, L. B. P. Floração. **Embrapa Uva e Vinho-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2008.
- VERNETTI, F. J.; JUNIOR, F. J. V. Genética da soja: caracteres quantitativos e diversidade genética. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, p. 221, 2009.
- VIEIRA, E. A. et al. **Variabilidade genética para caracteres morfológicos entre acessos do banco de germoplasma de mandioca da Embrapa Cerrados**. Embrapa Cerrados, 2005.

WONG, C. E.; SINGH, M. B.; BHALLA, P. L. Floral initiation process at the soybean shoot apical meristem may involve multiple hormonal pathways. **Plant signaling & behavior**, v. 4, n. 7, p. 648-651, 2009.

YOKOMIZO, G. Produtividade da soja na região do Município de Tartarugalzinho-AP. **Embrapa Amapá-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2012.

7. APÊNDICE:

Tabela 7A - Tabela de médias BLUP's para os caracteres dias para a maturação absoluta (DPM), produtividade de grãos (PROD) em kg/ha e porcentagem de vingamento floral (PV) de progênies de soja precoces ano agrícola 2019/2020.

(continua)

PROGÊNIES	DPM	PROD	PV
1	123	3958,83	14,55
2	123	3665,24	14,81
3	124	3291,97	14,46
4	123	3986,44	14,72
5	125	3940,64	15,13
6	124	3626,34	14,77
7	124	3986,44	14,71
8	124	3509,03	14,79
9	124	3648,93	14,79
10	123	4277,52	14,46
12	123	4280,03	14,55
13	124	3493,97	14,70
14	124	3044,17	14,62
15	123	3855,95	14,68
18	125	3711,66	14,98
19	123	3785,10	15,05
20	124	3556,08	14,63
21	123	4197,22	14,69
23	123	4269,37	14,63
24	124	3927,47	14,66
25	124	3987,69	14,83
26	123	3761,22	14,61
27	123	3826,46	14,72
28	123	3910,53	14,55
29	123	4423,07	14,70
30	125	4192,21	14,60
31	124	4207,26	14,66
32	123	4107,51	14,49
33	123	3913,67	14,68
34	123	3727,34	14,75
35	123	3953,19	14,57
36	124	3706,01	14,56
37	123	3946,91	14,69
38	123	3756,83	14,62
39	123	3891,71	14,66
40	123	3825,21	15,02
41	123	3504,01	15,04

Tabela 7A - Tabela de médias BLUP's para os caracteres dias para a maturação absoluta (DPM), produtividade de grãos (PROD) em kg/ha e porcentagem de vingamento floral (PV) de progênies de soja precoces ano agrícola 2019/2020.

(continua)

PROGÊNIES	DPM	PROD	PV
42	124	4245,53	14,92
43	124	3856,58	14,57
44	123	3833,37	15,30
45	123	3715,43	15,01
46	123	3883,55	14,73
47	123	3884,18	14,34
48	123	3785,69	14,68
49	123	3829,60	15,11
50	123	3726,09	14,76
51	123	3418,06	14,74
52	124	3560,47	14,52
53	123	4094,34	14,65
54	124	3487,07	14,85
55	123	3882,30	14,51
56	123	3754,32	15,19
57	123	3685,31	14,76
58	123	4130,10	14,73
59	124	4859,07	14,70
60	124	3827,09	15,31
61	124	3761,85	14,70
62	123	4011,53	14,77
63	123	3499,62	15,02
64	124	4145,78	14,49
65	123	3455,71	14,80
66	123	3803,25	14,97
67	123	3754,32	14,83
68	124	4116,92	14,56
69	123	3561,10	14,69
70	123	4116,92	14,63
71	124	3864,11	14,81
72	123	4298,85	14,77
73	124	4067,99	14,46
74	124	3907,39	14,50
75	123	4279,41	14,71
76	123	4066,11	14,79
77	123	3763,10	14,86
78	124	3592,47	14,51
79	123	3931,23	14,63
80	123	3569,88	14,53

Tabela 7A - Tabela de médias BLUP's para os caracteres dias para a maturação absoluta (DPM), produtividade de grãos (PROD) em kg/ha e porcentagem de vingamento floral (PV) de progênies de soja precoces ano agrícola 2019/2020.

(conclusão)

PROGÊNIES	DPM	PROD	PV
132	130	4379,15	14,80
154	130	4454,43	14,22
157	134	4680,28	14,51
159	124	4334,61	14,77
163	103	2734,26	14,80
165	122	3754,95	14,99
167	128	4074,89	14,80
1001	123	3779,41	14,68
1002	124	3864,11	14,69
1003	123	3873,52	14,73
1004	123	3808,27	15,03
1005	123	3485,82	14,77
1006	123	3643,91	14,67
2185	145	3071,14	15,09

*Negrito: as 7 testemunhas comuns no experimento.

Tabela 8A - Tabela de médias BLUP's para os caracteres dias para a maturação absoluta (DPM), produtividade de grãos (PROD) em kg/ha e porcentagem de vingamento floral (PV) de progênies de soja tardias ano agrícola 2019/2020.

(continua)

PROGÊNIES	DPM	PROD	PV
11	130	3550,77	16,32
16	129	4061,21	15,45
17	129	3975,07	18,61
22	130	4204,76	16,81
81	136	4785,38	16,10
82	136	4622,68	14,92
83	137	4756,67	16,73
84	138	3643,29	17,51
85	138	4048,44	15,56
86	137	4255,81	15,65
87	137	4447,22	15,90
88	136	4906,61	16,31
89	136	3726,23	16,69
90	136	4887,47	16,10
91	137	4641,82	16,63
92	136	3608,20	15,25
93	137	4223,91	15,54
94	136	3881,49	15,34
95	137	4705,62	16,16
96	136	3869,79	16,21
97	136	4699,24	16,88
98	136	4552,50	15,92
99	136	4370,65	16,48
100	136	4207,95	15,93
101	138	4195,19	15,26
102	137	4354,70	16,93
103	137	4798,14	15,53
104	136	4472,74	15,23
105	136	4447,22	16,62
106	138	4045,25	14,98
107	137	4769,43	16,27
108	137	4016,54	16,06
109	137	4526,97	15,01
110	137	4268,57	15,28
111	137	4217,52	15,26
112	136	4144,15	15,82
113	137	3589,06	16,43
114	136	4035,68	15,05
115	136	4641,82	15,73

Tabela 8A - Tabela de médias BLUP's para os caracteres dias para a maturação absoluta (DPM), produtividade de grãos (PROD) em kg/ha e porcentagem de vingamento floral (PV) de progênies de soja tardias ano agrícola 2019/2020.

(continua)

PROGÊNIES	DPM	PROD	PV
116	136	4549,31	16,20
117	137	3394,45	15,59
118	137	4093,11	15,30
119	136	4542,92	15,41
120	137	3799,61	16,02
121	131	4000,59	15,58
122	136	4207,95	15,43
123	137	3872,98	16,10
124	136	4702,43	16,15
125	136	4491,88	16,71
126	136	3525,25	16,45
127	136	4877,90	16,06
128	137	4351,51	15,49
129	137	4660,96	15,49
130	136	4976,79	15,42
131	136	4217,52	15,08
133	136	3960,40	15,89
134	136	4983,17	16,35
135	137	4498,26	15,43
136	137	4964,03	16,20
137	136	4093,11	15,34
138	137	4673,72	16,05
139	136	4262,19	14,94
140	138	3496,54	16,76
141	136	4683,29	16,04
142	136	4638,63	17,38
143	137	3404,02	17,32
144	138	4428,08	15,43
145	137	3968,69	16,54
146	136	4265,38	16,14
147	137	4428,08	15,64
148	137	4389,80	16,99
149	136	4325,99	15,51
150	138	4303,66	15,34
151	136	4779,00	15,34
152	137	3544,39	15,93
154	131	4348,32	14,74
155	137	5046,98	15,15
157	135	4989,55	15,58

Tabela 8A - Tabela de médias BLUP's para os caracteres dias para a maturação absoluta (DPM), produtividade de grãos (PROD) em kg/ha e porcentagem de vingamento floral (PV) de progênies de soja tardias ano agrícola 2019/2020.

(conclusão)

PROGÊNIES	DPM	PROD	PV
159	130	4252,62	14,72
160	137	4233,48	15,24
161	137	4635,44	16,27
162	136	4233,48	15,37
163	118	2989,30	17,74
164	137	4581,21	14,79
165	129	4016,54	15,51
166	136	4673,72	17,12
167	132	4405,75	15,53
168	136	4172,86	15,90
169	136	5066,12	15,37
2185	146	3943,17	16,28

*Negrito: as 7 testemunhas comuns no experimento.

Tabela 9A – Informações do tratamento correspondente (TRAT), grupo de maturação (GM) e valores de dias para a maturação absoluta (DPM), produtividade de grãos (PROD) e porcentagem de vingamento floral (PV) obtidos pelas testemunhas no presente trabalho.

Precoces	Cultivar	TRAT	GM	DPM	PROD	PV
	P95R51	163	5,5	103	2734,26	14,80
	M5917	165	5,9	122	3754,95	14,99
	ANTA 82	159	7,3	124	4334,61	14,77
	DESAFIO	167	7,4	128	4074,89	14,80
	98Y12	154	8,1	130	4454,43	14,22
	M8210	157	8,2	134	4680,28	14,51
	TMG 2185	2185	8,5	145	3071,14	15,09
Tardias	Cultivar	TRAT	GM	DPM	PROD	PV
	P95R51	163	5,5	118	2989,30	17,74
	M5917	165	5,9	129	4016,54	15,51
	ANTA 82	159	7,3	130	4252,62	14,72
	DESAFIO	167	7,4	132	4405,75	15,53
	98Y12	154	8,1	131	4348,32	14,74
	M8210	157	8,2	135	4989,55	15,58
	TMG 2185	2185	8,5	146	3943,17	16,28