



RAFAEL HENRIQUE BORGES

**SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE SOJA PARA PRODUTIVIDADE,
PRECOCIDADE E TEOR DE PROTEÍNA.**

**LAVRAS - MG
2020**

RAFAEL HENRIQUE BORGES

**SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE SOJA PARA PRODUTIVIDADE,
PRECOCIDADE E TEOR DE PROTEÍNA**

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

Prof. Dr. Adriano Teodoro Bruzi
Orientador

Prof. Dr. Carlos Eduardo Pulcinelli
Coorientador

**LAVRAS - MG
2020**

Borges, Rafael Henrique.
SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE SOJA PARA PRODUTIVIDADE,
PRECOCIDADE E TEOR DE PROTEÍNA/ Rafael Henrique Borges. - 2020.

Orientador(a): Adriano Teodoro Bruzi.

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

RAFAEL HENRIQUE BORGES

**SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE SOJA PARA PRODUTIVIDADE,
PRECOCIDADE E TEOR DE PROTEÍNA**

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

Adriano Teodoro Bruzi
Carlos Eduardo Pulcinelli
Karina Barroso Silva

UFLA
UFLA
UFLA

Prof. Adriano Teodoro Bruzi
Orientador

Prof. Carlos Eduardo Pulcinelli
Coorientador

**LAVRAS - MG
2020**

Agradecimentos

Em primeira instância gostaria de agradecer a Deus e a Sant'Ana, por me protegerem e abençoarem de várias maneiras.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Agricultura (DAG) por toda estrutura e oportunidades na aquisição de conhecimento.

À meus pais Márcia e Geraldo Célio, pelo valores ensinados, por todo esforço feito para que juntos pudéssemos realizar esse sonho, e por me mostrar que com humildade e determinação nada é impossível..

À meus irmãos Mateus e Maria Fernanda pelo apoio e por se fazerem presentes.

À minha namorada Thamyres por todo apoio, encorajamento, motivação e companheirismo nesta etapa.

À minha segunda mãe Vanir, por me acolher e cuidar de mim durante toda essa etapa.

Aos meus irmãos da gloriosa República República Labirinto, pela amizade, ensinamentos, convivência, e por me proporcionarem os melhores anos de minha vida. A vocês eu deixo uma palavra gigante de gratidão.

Ao professor Dr. Adriano Teodoro Bruzi não só pela disponibilidade e orientação nesse projecto, mas também pela amizade, conselhos e ensinamento nesses vários anos de Pesquisa Soja – UFLA.

Ao professor Dr. Carlos Eduardo Pulcinelli por toda disponibilidade e coorientação neste projeto.

À Mestranda Laurenia Oliveira Personi pelo apoio, paciência, disponibilidade e considerações na elaboração deste trabalho.

À pós doutoranda Karina Barroso Silva por me acompanhar nos trabalhos científicos e por ser sempre presente durante a minha graduação.

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

A todos os grupos/núcleos em que fiz parte, Pesquisa Soja, G-Soja, e Núcleo de Estudos em Cana de Açúcar (Necana). Essas entidades contribuíram muito para meu crescimento pessoal e profissional. Além disso posso dizer com toda certeza que fiz grandes amigos em todas elas.

À todos da família Barall consultoria de eventos, pelos trabalhos, ensinamentos, e acima de tudo, pelos grande amigos que a empresa me proporcionou.

Aos meus amigos da Agronomia por todo apoio e incentivo.

RESUMO

A soja é o principal produto do agronegócio brasileiro. Outrora, apenas as altas produtividades não são mais suficientes para se identificar cultivares superiores, uma vez que produtores necessitam de cultivares precoces para realizarem com êxito a segunda safra. Outro ponto importante, é que consumidores buscam cada vez mais grãos com altos teores de proteína. Nesse sentido, objetivou-se selecionar progênies de soja precoce, produtivas e que apresentem alto teor de proteína nos grãos. Os experimentos foram conduzidos nos municípios de Lavras e Ijaci, na safra 2018/19. As parcelas foram constituídas de 1 linha de 2,0 metros espaçadas em 0,5m. Foram utilizadas progênies segregantes obtidas da população F₂. As progênies F_{2:3} foram avaliadas em delineamento de blocos incompletos (DBI) em látice simples 13x13. As progênies foram classificadas em precoces e tardias após a obtenção da maturidade relativa por meio da regressão de primeiro grau ($Y = \beta_0 + \beta_1 X$), tendo como padrão as testemunhas. Os caracteres avaliados foram: produtividade e teores de proteína nos grãos. As análises de teores percentuais de proteína foram realizadas pela técnica da Refletância do Infravermelho Próximo (NIR) com equipamento Thermo, modelo Antaris II, dotado de esfera de integração com resolução de 4 cm⁻¹. Para as análises, os grãos íntegros de cada progênie F_{2:3} foram enviados para Embrapa Soja em Londrina-PR. Os dados foram analisados com pacote ASReml-R pelo software R (R Core Team, 2018) via abordagem de modelos mistos. Os parâmetros estimados foram $\hat{\sigma}_G^2$, e $\hat{\sigma}_G^2 \times \hat{\sigma}_A^2$, a correlação genotípica ou fenotípica, o ganho esperado com a seleção, a resposta correlacionada, às médias BLUPs para cada um dos caracteres. A média geral demonstra que o grupo das tardias sobressai em relação às precoces tanto em produtividade quanto em teor de proteína nos grãos. Existe variabilidade genética entre as progênies precoces para o caráter produtividade possibilitando realizar a seleção de indivíduos superiores. Entretanto não existe variabilidade genética para o caráter teor de proteína nos grãos. É observado interação genótipos x ambientes para os caracteres. O ganho esperado com a seleção das progênies precoces relata que quanto menor a proporção de progênies selecionadas maiores são os ganhos. Quanto a resposta correlacionada, a intensidade de seleção de 7% evidencia-se como superior considerando os caracteres simultaneamente. Não houve significância para as estimativas da correlação fenotípica entre os caracteres produtividade de grãos, teor de proteína nos grãos e maturação absoluta (precoce/tardia), não sendo possível associar os caracteres avaliados. Contudo, é possível selecionar progênies precoces e produtivas, mas não há variabilidade para teor de proteína nos grãos.

Palavras-chave: *Glycine Max* (L.); Correlação; Melhoramento Genético.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	08
2. REFERENCIAL TEÓRICO	09
2.1. A origem e domesticação da soja.....	09
2.2. Composição dos grãos de soja	11
2.3. Associação entre os caracteres precocidade, produtividade e teor de proteína no grão... 	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1. Locais de condução dos experimentos	15
3.2. Genitores e Cruzamentos	15
3.3. Obtenção e avaliação das progênes F_{2:3}	16
3.4. Análise estatística.....	17
3.5. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos.....	19
4. RESULTADOS E DISCUSSOES	21
5. CONCLUSÃO	30
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
ANEXOS	34

1. INTRODUÇÃO

A soja possui uma enorme importância econômica mundial, sendo importante fonte de óleo e proteína vegetal. É utilizada para diversos fins, tanto na alimentação humana e animal, como para produtos industriais e matéria-prima para a agroindústria.

Com o aumento populacional, a demanda por produtos derivados da soja aumentará consideravelmente, principalmente daqueles voltados para o consumo humano. A perspectiva é que a demanda por farelo de soja deverá crescer, e em 2028/2029 o consumo de farelo será de 22 milhões de toneladas apenas no Brasil, consumo 30% superior ao da safra 2018/2019. Espera-se também, o crescimento da demanda por óleo, que em 2022/2023 será de 9 milhões de toneladas no Brasil, valor 27% superior a safra 2018/2019 (MAPA, 2019).

Esse aumento da demanda de produtos derivados da soja tem impulsionado a cadeia produtiva da mesma, aumentando cada vez mais a sua participação na balança comercial brasileira. Há poucos países com capacidade para atender a essa crescente demanda e, entre esses, o Brasil tem importância fundamental (SEDIYAMA, SILVA e BORÉM, 2015).

Além dos atributos agronômicos já mencionados anteriormente (produtividade e teor de proteína), é de interesse também obter cultivares precoces de soja, com o intuito de atender as demandas do sistema de produção das culturas anuais (safra e safrinha).

A sucessão é uma prática que consiste em alternar as culturas, no mesmo ano agrícola. Isto possibilita ao produtor ter duas safras ao ano. Para isso identificar cultivares precoce é de extrema importância, pois, assim, a cultura antecessora será colhida antecipadamente permitindo que a segunda safra seja conduzida em condições mais favoráveis no que tange as condições climáticas.

Além disso, poder-se á realizar o manejo de plantas daninhas e solo mais adequadamente possibilitando assim uma maximização do potencial produtivo. No caso do milho, que é uma cultura muito utilizada em sucessão com a soja, quando a leguminosa apresenta ciclo precoce possibilita o melhor planejamento do cultivo do milho safrinha, visto que, o mesmo apresenta maior potencial produtivo quando semeado no final de janeiro ou início de Fevereiro. Sendo a correlação negativa entre a concentração de proteína e produtividade de grãos, e entre precocidade e produtividade, é requerido mais tempo e esforço em melhoramento genético vegetal visando a obtenção de uma nova cultivar que associe esses caracteres desejáveis, alto teor de proteína, alta produtividade e precocidade das cultivares de

soja.

Diante desse cenário, objetivou-se selecionar progênies de soja produtivas e com alto teor de proteína nos grãos, além de selecionar progênies de soja precoces no intuito de maximizar a sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A origem e domesticação da soja

A soja cultivada (*Glycine max* [L.] Merrill) é originária do leste da Ásia, mais precisamente no nordeste da China, conhecida também como região da Manchúria (HYMOWITZ, 1970). No final do século XV e início do século XVI a soja, considerada uma das culturas mais antigas, chegou ao ocidente.

Os Estados Unidos (EUA) iniciaram tardiamente sua exploração comercial, uma vez que durante parte do século XX o ocidente havia ignorado seu cultivo. Conseqüentemente, a soja chegou ao Brasil via Estados Unidos, em 1882, sendo trazida pelo professor da Escola Agrícola da Bahia, Gustavo Dutra, que realizou os primeiros estudos com a cultura no país.

Ressalta-se que sua evolução começou com o aparecimento de plantas oriundas de cruzamentos naturais, entre duas espécies de soja selvagem, que foram domesticadas e melhoradas por cientistas da antiga China. Sua importância na dieta alimentar da antiga civilização chinesa era tal, que a soja, juntamente com o trigo, o arroz, o centeio e o milheto, era considerada um grão sagrado, com direito a cerimônias ritualísticas na época da sementeira e da colheita (EMBRAPA, 2004).

Outrora, estudos de teste de adaptação de cultivares que mantinham a linha de raciocínio de D'Utra foram realizados no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), localizado no Estado de São Paulo (SP). Em 1900 e 1901, o IAC promoveu a primeira distribuição de sementes de soja para produtores paulistas e nessa mesma data, têm-se registro do primeiro cultivo de soja no Rio Grande do Sul (RS), onde a cultura encontrou efetivas condições para se desenvolver e expandir, dadas as semelhanças climáticas do ecossistema do RS para com o Sul dos EUA (EMBRAPA, 2004).

Em 1941, foi realizado o primeiro registro estatístico nacional, no Anuário Agrícola do Rio Grande do Sul (RS): área cultivada de 640 ha, produção de 450 toneladas rendimento de 700 Kg/ha. Contudo, só a partir da década de 1960, que a soja se estabeleceu como cultura de

importância econômica para o Brasil, em um cenário de subsídio ao trigo, visando auto-suficiência. Nesse decênio, a produção teve um crescimento muito expressivo, onde a produção agrícola que antes era de 206 mil toneladas passou a ser de 1,056 milhões de toneladas. Mesmo com esse aumento, foi na década seguinte que a oleaginosa se consolidou como a cultura mais importante do agronegócio brasileiro, movendo-se de 1,5 milhões de toneladas (1970) para mais de 15 milhões de toneladas (1979). O incremento na produtividade (1,14 para 1,73 t/ha) e o aumento de áreas plantadas sempre esteve associado ao rápido desenvolvimento de tecnologias e pesquisas focadas no atendimento da demanda externa. (APROSOJA, 2014). Como já fora supracitado, o cultivo dessa leguminosa rapidamente se espalhou, devido principalmente à sua grande importância econômica.

De acordo com Paludzyszyn Filho et al. (1993), os programas de melhoramento se basearam em introduções de linhagens desenvolvidas no Sul dos EUA. Posteriormente, as pesquisas direcionadas ao melhoramento genético possibilitaram o desenvolvimento de materiais de elevado rendimento e adaptadas às diferentes condições climáticas do Brasil. Por meio do desenvolvimento de cultivares melhores adaptadas foram obtidos materiais que respondiam melhores às baixas latitudes, pelo método da incorporação da característica período juvenil longo (P JL), possibilitando, assim, a produção do sudeste e sua expansão em todo território nacional.

Atualmente, Estados Unidos, Brasil e Argentina são os principais produtores de soja e representam mais de 80% da produção no mundo (Usda, 2019). Destaca-se o Brasil como ocupante do posto de segundo maior produtor mundial, com 117 milhões de toneladas na safra 2018/2019. Tal valor corresponde a cerca de 32% da produção mundial da leguminosa. Essa quantidade encontra-se inferior apenas aos Estados Unidos, maior produtor, que nesse mesmo período produziu 123 milhões de toneladas. (Usda, 2019).

Dando continuidade, a safra 2018/2019, teve a área plantada de 36 milhões de hectares, assim a cultura da soja no Brasil permanece como o principal responsável pelo aumento absoluto de área (CONAB, 2019). Estimativas apontam que a área de soja deve aumentar cerca de 9,5 milhões de hectares nos próximos 10 anos, chegando em 2029 a 45,5 milhões de hectares, acréscimo de 26% sobre a área que temos com soja em 2018/2019 (MAPA, 2019a). Isso se dá devido ao fato da expansão da fronteira agrícola nas últimas décadas no território brasileiro, ocasionado pelo uso de conhecimentos e tecnologias, inclusive na área de melhoramento vegetal.

Diante de todas essas informações, estima-se que a safra 2019/2020 de soja brasileira

tenha um significativo aumento na produção se consolidando como o maior produtor mundial, passando a ser de 120,86 milhões de toneladas, motivado, também, pelo aumento da área cultivada de 2.6%, comparado a safra anterior, partindo de 35.8 para 36.8 milhões de hectares. (CONAB, 2019).

A expectativa do aumento de área plantada com a cultura da soja na região sudeste do Brasil na safra 2019/20 é de cerca de 5,6% em relação a safra anterior. Em Minas Gerais, esse aumento se dá em virtude da preferência dos produtores em cultivar a oleaginosa nas áreas que antes eram destinadas à feijão, cana e pastagem, motivadas pelos bons preços de mercado e pela “garantia” da venda do produto. (CONAB, 2020).

2.2. Composição dos grãos de soja

Um dos produtos agrícolas mais utilizados mundialmente é a soja, muito se deve ao fato de ser um alimento calórico-proteico usado para minimizar a desnutrição e fome no mundo. Vale ressaltar as diversas formas de consumo, que se estendem desde indústrias farmacêuticas até a alimentação (humana e animal). Essa diversidade é possível porque as indústrias de processamento de soja produzem subprodutos (farelo e óleo) que se constituem em importante matéria-prima para diversos setores industriais (FREITAS et al., 2001). A composição do grão de soja é formada por proteínas, carboidratos, lipídios, cinzas, umidade, minerais e vitaminas (JUHÁSZ, CIABOTTI e TEIXEIRA, 2017).

A tabela 1 exhibe dados a respeito da composição do grão de soja, os quais podem se alterar de acordo com os efeitos ambientais, genéticos e de interação, (JUHÁSZ, CIABOTTI e TEIXEIRA, 2017).

Tabela 1- Composição centesimal média da soja em grão.

Energia Kcal	Umidade g.100g ⁻¹	Proteínas g.100g ⁻¹	Lipídios g.100g ⁻¹	Carboidratos g.100g ⁻¹		Minerais g.100g ⁻¹
				Açúcares	Fibras	
417	11,0	38,0	19,0	23,0	4,0	5,0

Fonte: Adaptado de Kagawa (1995).

Com velocidade semelhante à expansão da cultura da soja pelo país, tanto em áreas plantadas quanto em produtividade, foram desenvolvidas muitas cultivares com características específicas e composição diferenciada de grãos. Essas características compreendem a adaptação ao solo e ao clima, a produtividade, a resistência a doenças e pragas, a resistência à

estiagem e as diferenças quanto a ciclo e hábito (SEDYAMA et al., 1999).

O grão de soja é composto por embrião e casca, sendo que 90% do peso do grão está localizado no embrião que possui dois cotilédones. Logo após a polinização ocorre uma fase de intensa divisão celular. Esse processo vai diminuindo paulatinamente até o número máximo de células do embrião ser atingido. Os aumentos posteriores no tamanho das células são devidos principalmente ao acúmulo de óleo e proteína nos cotilédones, por isso os cotilédones são extremamente importantes no ponto de vista comercial, pois são fontes de óleo e proteína (BILS e HOWELL, 1963; EGLI, 1994; MEDIC, ATKINSON e HURBURGH JR, 2014).

Atributos qualitativos e quantitativos estão associados à qualidade da soja. Como citado, o primeiro atributo corresponde às frações lipídicas e proteicas (composta por globulinas, glutelinas, albuminas e prolaminas) da soja que são extremamente importantes para caracterizar a qualidade tecnológica e destinar os grãos para a produção de diferentes produtos e linhas de processamento. Já o quantitativo está associado ao teor de umidade e, principalmente, de lipídios e proteínas, que são os dois componentes de alto valor comercial para a produção dos derivados de soja tais como: óleo bruto, óleo degomado, óleo refinado desodorizado, farelos proteicos, farinhas, concentrados e isolados proteicos. (MANDARINO *et al.*, 2018)

A maioria das cultivares de soja apresenta um teor médio entre 36% e 40% de proteína, podendo atingir conteúdos superiores a 45%, no caso de cultivares especiais utilizadas em cruzamentos genéticos como fonte para alto teor de proteínas. A soja é uma das culturas de maior relevância no mercado internacional, estando entre as commodities agrícolas de maior sucesso. Isso se dá devido aos principais caracteres de seu grão, sendo eles: os altos teores de óleo e proteínas alinhados com a alta produtividade. (GESTEIRA et al., 2018)

Somado a isso, do ponto de vista nutricional, a soja contém componentes essenciais para alimentação humana. Como boa fonte de energia e ácidos graxos essenciais, tem-se a fração de óleo do grão, uma vez que são constituídos, primordialmente, por 5 ácidos graxos principais, dos quais: 11 % de ácido palmítico, 4% de ácido esteárico, 25% de ácido oleico, 52% de ácido linoleico e 8% de ácido linolênico (GRAEF et al., 2009). Já em relação à fração proteica, a soja é uma boa fonte de aminoácidos essenciais, dentre eles: lisina e leucina (PIRES et al., 2006). Adentrando, ainda mais, no assunto, ressalta-se que as proteínas existentes na leguminosa podem ser classificadas em dois tipos: metabólica e de armazenamento. As proteínas metabólicas incluem as proteínas estruturais e enzimáticas que são envolvidas nas atividades normais da célula, incluindo a síntese de proteína de

armazenamento e óleo durante o desenvolvimento do grão. As proteínas de armazenamento são responsáveis pela maior parcela, durante a germinação elas atuam como fontes de nitrogênio e esqueleto de carbono para as plântulas em desenvolvimento.

A concentração de proteína é constante durante quase todo o desenvolvimento, entretanto, a síntese de proteína de reserva varia de acordo com o desenvolvimento da planta. (YAZDI-SAMADI et al., 1977; WILSON, 1987). Já a concentração de óleo aumenta durante todo o desenvolvimento do grão e atinge o máximo antes da maturação fisiológica, quando o grão atinge sua maior massa seca (YAZDI-SAMADI et al., 1977)

As principais proteínas armazenadoras da soja são a glicinina (11S) e a conglucina (7S), que representam cerca de 70% da proteína total do grão, sendo a primeira responsável por mais de 50% da proteína na maioria das variedades. (THANH e SHIBASAKI, 1976)

Tendo em vista os aspectos observados, os programas de melhoramento de soja que trabalham com o melhoramento da qualidade de proteína têm como objetivos aumentarem o teor total de proteína e modificar a composição dos aminoácidos da proteína a fim de atenderem as demandas do mercado (JUHÁSZ, CIABOTTI e TEIXEIRA, 2017).

2.3. Associação entre os caracteres precocidade, produtividade e teor de proteína no grão

Aumentar a frequência de bons alelos nas populações dos vegetais é o objetivo do melhoramento genético de plantas para que sejam desenvolvidas suas qualidades ou para adicionar características que vão desempenhar uma função benéfica à produção agrícola. Visando não somente aprimorar um caráter principal, como, por exemplo, o teor de proteína, o intuito é melhorar o maior número possível de caracteres. Assim, conhecer as informações a respeito da correlação entre as características que se deseja trabalhar é de grande interesse dos melhoristas (MIRANDA, 2006).

Uma das causas de correlação é o ambiente quando dois caracteres são influenciados pelas mesmas diferenças de condições ambientais. Em 1987, Falconer distingue duas causas de correlação entre duas variáveis - a genética, resultante de ligação gênica (causa temporária) ou do pleiotropismo (causa principal), e a causa ambiental. Valores positivos indicam que os caracteres correlacionados são beneficiados ou prejudicados pelas mesmas causas de variações ambientais, e valores negativos que o ambiente favorece um caráter em detrimento do outro. A associação entre dois caracteres diretamente observados é a correlação fenotípica

(FALCONER,1987; CARVALHO, 2004 e GOLDENBERG, 1968).

Quando o objetivo é realizar a seleção de maneira indireta é de extrema importância a correlação de caracteres, pois facilita o trabalho do melhorista, tornando maiores as probabilidades de obtenção de um genótipo superior (ALMEIDA, PELUZIO e AFERRI, 2010).

O aumento do teor de óleo tem sido obtido com sucesso em vários programas de melhoramento por meio do uso da seleção recorrente. Nesse sentido, ainda que a mesma seja pouco aplicada em plantas autógamas, os principais programas de melhoramento optam por utilizá-la, uma vez que a estratégia se mostra eficaz para aumento dos teores de óleo e proteína da soja. Isso ocorre devido ao fato dessas características serem quantitativas e com a maioria dos locos com efeito aditivos. (BURTON; BRIM, 1981; MIRANDA, 1994).

Por conseguinte, destaca-se que os objetivos gerais dos programas de melhoramento de soja que trabalham com a qualidade de óleo se concentram em: aumentar o teor de óleo e modificar a constituição de ácidos graxos do mesmo (COBER et al., 2009). Já, àqueles que trabalham com o melhoramento da qualidade da proteína mantêm seus objetivos em: aumentar o teor total de proteína e modificar a composição de seus aminoácidos (JUHÁSZ, CIABOTTI; TEIXEIRA, 2017).

Quando se trata das correlações entre a concentração de proteína e óleo, e entre a produtividade de grãos com teores de proteína têm-se correlações negativas. Logo, um dos principais obstáculos para o melhoramento de plantas se encontra em como melhorar todos esses fatores, uma vez que a correlação entre elas dificulta maiores ganhos na concentração de proteína, por meio da adoção de métodos de melhoramento tradicionais (BURTON, 1985; BONATO *et al.*, 2000).

Gesteira *et al.*, (2018), em estudos mais recentes, mantém a linha de raciocínio de Burton (1985) e de Bonato (2000), onde ele ressalta a dificuldade encontrada pelo melhoramento de plantas em se obter o aumento do teor de proteína nas cultivares, uma vez que o objetivo principal do melhoramento, normalmente, da maioria dos programas é a obtenção de produtividade, que, por sua vez, apresenta correlação negativa com teores de proteína.

Em decorrência das pesquisas de Oliveira et al. (2000), destaca-se que o caráter produção de grãos apresentou correlação fenotípica positiva e significativa com altura de inserção da primeira vagem e número de dias para o florescimento, indicando que a seleção de plantas de floração mais tardia e vagens mais altas resultariam em plantas mais produtivas

e que a seleção de plantas de floração mais precoce e com menor altura de inserção de primeira vagem é dificultada.

Em síntese, Gesteira *et al.* (2018), ressalta que é possível obter cultivares precoces e altamente produtivas. Entretanto, os resultados apresentados sugerem que a maturidade absoluta pode auxiliar na seleção quanto à produtividade, havendo uma correlação positiva. Os resultados também demonstram que existe uma correlação negativa entre maturidade absoluta e teor de proteína nos grãos, indicando que é possível obter cultivares precoces e com alto teor de proteína nos grãos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Locais de condução dos experimentos

No ano agrícola 2018/2019, os experimentos em campo foram conduzidos em dois locais:

- Lavras, MG. Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Agropecuária - Fazenda Muquém, situada à latitude de 21°14' S, longitude 45°00' W e altitude de 918 m.
- Ijaci, MG. Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Agropecuária - Fazenda Palmital, situada à latitude de 21°09' S, longitude 44°54' W e altitude de 920 m.

Os grãos de soja, após a colheita, foram destinados à Embrapa Soja para à análise de teor de proteína realizada no laboratório em:

- Londrina, PR. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Soja, situada à latitude de 23°47' S, longitude 50°52' W e altitude de 576 m.

3.2. Genitores e Cruzamentos

Foram utilizados três genitores, sendo eles: FMT 2, FMT 3 e BRS 780 RR. Os genitores FMT 2 e FMT 3 são linhagens cedidas pela Fundação Mato Grosso (Fundação MT), apresentam hábito de crescimento indeterminado e ciclo precoce, além do bom desempenho produtivo. A cultivar BRS 780 RR foi desenvolvida pela Embrapa em 2012, pertencente ao grupo de maturidade relativa 7.8 recomendada para região edafoclimática REC-MG 303, Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Por outro lado a cultivar é de hábito de crescimento

determinado com ciclo médio a tardia, apresenta resistência ao nematóide do cisto e resistência moderada a ferrugem asiática.

Para obterem-se as populações foram inter cruzados três genitores: FMT3 x BRS 780 RR (População 1) e FMT2 x BRS 780 RR (População 2).

Foram utilizadas hibridações manuais para realização dos dois cruzamentos em casa de vegetação na safra 2016/2017. As sementes da geração F₁ foram multiplicadas no inverno de 2017 sob casa de vegetação, adotando duas plantas por vaso. A população F₂ foi conduzida na safra verão 2017/2018, adotando distribuição espacial da parcela de 4 linhas de 5 metros, considerando 15 sementes/metro como densidade de semeadura.

3.3. Obtenção e avaliação das progênies F_{2:3}

Para compor as progênies F_{2:3}, foram selecionadas as 80 plantas em cada população (1 e 2).

As plantas foram trilhadas individualmente utilizando debulha manual e perfazendo-se assim as progênies F_{2:3}.

Nas progênies F_{2:3} as parcelas constituíram-se de 1 linha de 2,0 metros espaçadas em 0,5m com duas repetições em delineamento de blocos incompletos (DBI), sendo látice simples 13x13 totalizando 169 tratamentos (160 progênies + 9 testemunhas) em cada local (Lavras e Ijaci). Para isso, foram avaliadas 160 progênies, sendo selecionadas 77 progênies precoce e 83 progênies tardias no total. As progênies F_{2:3} foram avaliadas na safra verão de 2018/2019.

Os caracteres avaliados foram:

- Classificação das progênies em precoces e tardias de acordo com a maturidade relativa, tendo como base as testemunhas.
- Produtividade de grãos (valor em scs.ha⁻¹ após conversão para 13% de umidade);
- Teores percentuais de proteína, determinados em grãos íntegros pela técnica de Refletância do Infravermelho Próximo (NIR) segundo Heil (2019). Os grãos de cada progênie foram submetidos a leitura com equipamento Thermo, modelo Antaris II, dotado de esfera de integração com resolução 4 cm⁻¹.

Os experimentos foram conduzidos sob sistema de plantio direto (SPD), a abertura dos sulcos ocorreu de forma mecânica realizada por semeadora, com sulcos espaçados em 0,5m; a

semeadura realizada manualmente e logo após foi feita a inoculação utilizando *Bradyrhizobium japonicum* em jato dirigido nos sulcos de plantio; e a colheita realizada no estágio R8.

Posterior a trilha mecânica os grãos foram separados das impurezas, com o auxílio de peneiras, sendo acondicionados em sacos de polietileno trançado. Os grãos com teor de umidade elevado foram expostos ao sol até atingirem o teor de 13%.

Após atingirem a umidade ideal para armazenamento, as parcelas foram pesadas e as que pertenciam ao mesmo tratamento foram bulkadas e acondicionadas em saco de papel Kraft. Uma amostra de 40g de grãos íntegros de cada tratamento foi devidamente identificada e enviada ao laboratório para as análises dos teores de proteína. A amostra de cada tratamento foi analisada em triplicata, sendo as análises de teores de proteína conduzidas no laboratório em delineamento inteiramente casualizados (DIC).

3.4. Análise estatística

Para estimar o grupo de maturidade relativa, a fim de certificar que as 80 progênies selecionadas em F₂ foram divididas em dois grupos acertivamente, foram utilizadas as testemunhas padrão, isto é, as cultivares mais estáveis para a região (ALLIPRANDINI et al., 2009). As testemunhas foram P95R51 (5.5), M5917 (5.9), DESAFIO RR (7.4), 98Y30 (8.3), 98Y12 (8.1) e M8210 (8.2). Assim, foi possível obter o grupo de maturidade relativa das progênies por meio da equação de regressão de primeiro grau:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x$$

Em que:

y : Maturidade relativa

β_0 : Intercepto;

β_1 : Coeficiente de inclinação da reta;

x : Maturação absoluta em dias.

Os dados para teores de proteína nos grãos obtidos na safra 2018/19 foram submetidos à análise de variância individual e conjunta, analisados com o auxílio do software R (R Core Team, 2018) em delineamento inteiramente casualizado (DIC) (BERNARDO, 2010).

Os dados foram analisados primeiramente de forma individual, de acordo com o modelo apresentado abaixo:

$$y_{ij} = \mu + g_i + e_{ij}$$

Em que:

y_{ij} : observação da parcela que recebeu o genótipo i dentro da repetição j;

μ : constante associada a todas as observações;

g_i : efeito aleatório dos genótipos i;

e_{ijk} : erro experimental aleatório associado a observação y_{ij} .

Em seguida foi realizada a análise conjunta nos dois ambientes envolvidos de acordo com o modelo apresentado abaixo:

$$y_{ij} = \mu + g_i + a_j + ga_{ij} + e_{ij}$$

Em que:

y_{ij} : observação da parcela que recebeu o genótipo i dentro da repetição j;

μ : constante associada a todas as observações;

g_i : efeito aleatório dos genótipos i;

a_j : efeito fixo do ambiente j;

ga_{ij} : efeito aleatório da interação genótipo x ambiente;

e_{ij} : erro experimental aleatório associado a observação y_{ijk} .

Os dados para produtividade de grãos obtidos na safra 2018/19 foram submetidos à análise de variância individual e conjunta, analisados com o auxílio do software R (R Core Team, 2018), via abordagem de modelos mistos (BERNARDO, 2010).

Os dados foram analisados primeiramente de forma individual, de acordo com o modelo apresentado abaixo:

$$y_{ijk} = \mu + g_i + r_j + b_{k(j)} + e_{ijk}$$

Em que:

y_{ijk} : observação da parcela que recebeu o genótipo i no bloco k dentro da repetição j;

μ : constante associada a todas as observações;

g_i : efeito aleatório dos genótipos i;

r_j : efeito aleatório da repetição j;

b_{kj} : efeito aleatório do bloco k dentro da repetição j;

e_{ijk} : erro experimental aleatório associado a observação y_{ijk} .

Em seguida foi realizada a análise conjunta nos dois ambientes envolvidos de

acordo com o modelo apresentado abaixo:

$$y_{ijkl} = \mu + g_i + r_{j(l)} + b_{k(jl)} + a_l + ga_{il} + e_{ijkl}$$

Em que:

y_{ijkl} : observação referente a parcela que recebeu o genótipo i , na repetição j , no bloco k , no ambiente l ;

μ : constante associada a todas as observações;

g_i : efeito aleatório dos genótipos i ;

r_{jl} : efeito aleatório da repetição j dentro do ambiente l ;

b_{kjl} : efeito aleatório bloco k dentro da repetição j no ambiente l ;

a_l : efeito fixo do ambiente l ;

ga_{il} : efeito aleatório da interação progênies x ambientes;

e_{ijkl} : erro experimental aleatório associado a observação y_{ijkl} .

3.5. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos

Os componentes da variância foram estimados através do método da máxima verossimilhança restrita (REML).

Para aferir a qualidade experimental foram estimados o coeficiente de variação (CV) e a acurácia seletiva ($r\hat{g}$). A acurácia seletiva foi determinada de acordo com o modelo:

$$r\hat{g} = \sqrt{1 - \left(\frac{PEV}{\sigma_G^2}\right)}$$

Em que:

PEV : Variância do erro da predição dos BLUP;

σ_G^2 : Variância genotípica.

As estimativas de coeficiente de variação foram obtidas por:

$$CV = \frac{\sqrt{\sigma_E^2}}{\bar{X}}$$

Em que:

σ_E^2 : Variância ambiental;

\bar{X} : Média fenotípica geral.

As herdabilidades (h^2) foram estimadas de acordo com o estimador proposto por Cullis et al., (2006). A herdabilidade (\bar{H}_C^2) proposta pelos autores é uma medida de aproximar

a herdabilidade em caso de desbalanceamento.

$$\bar{H}_c^2 = 1 - \frac{\bar{v}BLUPs}{2\sigma_G^2}$$

Em que:

$\bar{v}BLUPs$: Variância média do erro de comparação entre dois BLUPs;

$2\sigma_G^2$: Duas vezes a variância genética

Foram obtidas as estimativas do ganho esperado com a seleção (GS) para todos os caracteres, as proporções de seleção e as respectivas quantidades de progênies precoces correspondentes: 2% (2), 7% (5), 12% (9), 17% (13), 22% (17), 27% (21) e 32% (25). Os ganhos esperados em porcentagem (PS) com a seleção foram estimados por:

$$PS(\%) = \frac{\overline{BLUPs}}{\bar{Y}} * 100$$

Em que:

\overline{BLUPs} : Média das médias BLUP's das progênies selecionadas;

\bar{Y} : Média geral das progênies na geração i ou em todas as gerações.

Estimou-se a resposta correlacionada (RC), dos caracteres produtividade de grãos e teor de proteína nos grãos considerando a seleção das progênies precoces com maiores teores de proteína nos grãos e mais produtivas, isto é, como referência tanto o caráter produtividade quanto teor de proteína. As estimativas da resposta em porcentagem (RC %) foram obtidas pelo seguinte estimador:

$$RC_{y/y'}(\%) = \frac{\overline{BLUPS}_{y/y'}}{\bar{Y}} * 100$$

Em que:

$\overline{BLUPS}_{y/y'}$: Média dos BLUPs dos genótipos para o caráter y pela seleção efetuada para o caráter y'.

\bar{Y} : Média geral dos genótipos para o caráter y.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A classificação das progênes em precoce e tardia foi obtida utilizando as estimativas do grupo de maturidade relativa. Classificadas em progênes precoces as que se encontram abaixo da maturidade relativa e tardia aquelas com magnitude superior à média (TABELA C, do anexo).

Os resumos das estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos das análises individuais do município de Lavras-MG e Ijaci-MG encontram-se no anexo apresentadas como tabela A e tabela B respectivamente.

A análise individual do município de Lavras-MG denota variabilidade dentre as progênes precoces e dentre as tardias para todos os caracteres avaliados (produtividade de grãos e teor de proteína nos grãos). Assim como a de Lavras-MG, a análise do ambiente Ijaci-MG também apresenta variabilidade dentre as tardias para produtividade e teor de proteína nos grãos, porém entre as progênes precoces não há variabilidade para o caráter produtividade de grãos, ou seja, há variabilidade apenas para o teor de proteína nos grãos.

Para o contraste entre progênes e testemunhas não verificou-se diferença significativa para nenhum dos caracteres avaliados, tanto em Lavras-MG quanto em Ijaci-MG. O mesmo foi observado em relação ao ciclo (precoce e tardio) para Ijaci-MG. Entretanto, ainda considerando o ciclo, verificou-se diferença significativa de alta magnitude para todos os caracteres em Lavras-MG, evidenciando a existência de variabilidade para proteína e produtividade entre as progênes precoces e tardias.

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).

Considerando o caráter produtividade, a magnitude da h^2 entre os municípios variou de 58,71% para progênes precoces e 68,23% para progênes tardias em Lavras-MG até 31,86% para precoces e 53,77% para tardias em Ijaci-MG.

Ao considerar o caráter teor de proteína nos grãos, a magnitude da h^2 entre os locais variou de 96,35% para progênes precoces e 98,35% para tardias em Lavras-MG até 93,21% para precoces e 93,70% para tardias em Ijaci-MG.

No presente trabalho a precisão foi aferida por duas estratégias complementares, sendo

elas o coeficiente de variação experimental (CV_e) e acurácia seletiva (rgg').

Para os diferentes ambientes o CV_e para produtividade e teor de proteína nos grãos foram respectivamente de 12,95% e 0,7995% em Lavras-MG e de 15,00% e 1,05% em Ijaci-MG.

A acurácia para os caracteres avaliados foi obtida tanto para progênies precoces quanto para progênies tardias, nos dois municípios. Em Lavras-MG, a acurácia para produtividade e teor de proteína nos grãos foram respectivamente 81,35% e 97,61% para progênies precoces e 81,35% e 97,61% para progênies tardias; em Ijaci-MG, 60,37% e 97,24% para progênies precoces e 76,45% e 97,60% para progênies tardias.

Observa-se que houve uma grande variação nos parâmetros de qualidade experimental estimados em função dos caracteres estudados, bem como pelos ambientes de avaliação. As menores magnitudes observadas de CV_e e as maiores acurácia (rgg') foram ao caráter produtividade de grãos. Esse caracter é muito influenciado pelos fatores ambientais. Isto quer dizer, que todos efeitos relacionados à manifestação fenotípica sejam estes previsíveis ou imprevisíveis, podem influenciar na qualidade experimental. Deve-se destacar que resultados diferentes desses foram observados avaliando progênies/linhagens na cultura da soja, onde maiores magnitudes observadas de CV_e e menor acurácia (rgg') foram ao caráter produtividade de grãos (SOARES et al., 2015; SILVA et al., 2015; GESTEIRA et al., 2018; SILVA, 2018; RIBEIRO, 2018)

No município de Lavras-MG a média para produtividade e teor de proteína nos grãos são respectivamente 4778,40 kg.ha⁻¹ e 35,88% para progênies precoces e 5389,24 kg.ha⁻¹ e 36,60% para progênies tardias. Em Ijaci-MG, a média para produtividade e teor de proteína nos grãos são respectivamente 5373,24kg.ha⁻¹ e 35,90% para progênies precoces e 5539,026 kg.ha⁻¹ e 36,33% para progênies tardias. Esse resultados vão de acordo com o que já foi dito anteriormente no referencial onde estudos em decorrência das pesquisas de Oliveira et al. (2000), mostra-se que o caráter produção de grãos apresentou correlação fenotípica positiva e significativa com número de dias para o florescimento, indicando que a seleção de plantas de floração mais tardia resultariam em plantas mais produtivas e por isso tanto para Lavras quando para Ijaci as progênies tardias apresentaram maiores produtividades.

Os resumos das estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos da análise conjunta estão apresentados na Tabela 1.

Considerando os dois locais conjuntamente o componente de variância genética para a o caráter produtividade dentre as progênies precoces foi significativo com P≤0,05. No entanto,

esse caráter não foi significativo dentre as progênes tardias. Não há variabilidade para o caráter teor de proteína nos grãos tanto para progênes precoces quanto para progênes tardias, ou seja, a estimativa deste componente se iguala a zero. Logo, contraria o que foi relatado nas análises individuais, as quais demonstraram a existência de variabilidade genética entre as progênes $F_{2,3}$.

Considerando o componente devido à interação genótipos x ambientes, observa-se tanto para o caráter produtividade de grãos quanto para teor de proteína nos grãos diferenças significativas, isto é, existe um comportamento não coincidente entre as progênes nos diferentes locais. Uma possível explicação para este fato pode ser a complexidade do caráter (natureza quantitativa) e a influência do ambiente. Estes resultados corroboram com relatos descritos na literatura de ocorrência da interação G x A da cultura da soja no estado de Minas Gerais (SOARES et al., 2015; GESTEIRA et al., 2015; SILVA et al., 2015; GESTEIRA et al., 2018; SILVA, 2018; RIBEIRO, 2018).

Outro ponto importante para se destacar, é que embora os experimentos foram semeados na época ideal, eles não foram semeados no mesmo dia e relatos na literatura mostram a grande influência da data de semeadura no período vegetativo e reprodutivo na cultura da soja, o que pode ter interferido nos resultados finais.

Na análise conjunta, o CVe para produtividade e teor de proteína nos grãos foram respectivamente de 13,76% e 0,8% em Lavras-MG e de 16,86% e 1,05% em Ijaci-MG. Sendo valores considerados médios para produtividade de grãos e baixo para teor de proteína evidenciando médio e alta precisão.

Em Lavras-MG, a acurácia para produtividade nos grãos foi de 64,00% para progênes precoces. Já para progênes tardias não foi possível obter a acurácia para os caracteres avaliados pelo fato da ausência de variabilidade genética entre as progênes, assim como para o caráter proteína dentre as progênes precoces. Este caractere é altamente influenciados pelos fatores ambientais. Isto é, todos efeitos relacionados à manifestação fenotípica, podem influenciar na qualidade experimental. Deve-se destacar que resultados parecidos foram observados avaliando progênes/linhagens na cultura da soja (SOARES et al., 2015; SILVA et al., 2015; GESTEIRA et al., 2018; SILVA, 2018; RIBEIRO, 2018)

Vale ressaltar que para os caracteres produtividade de grãos e teor de proteína nas progênes tardia não apresentaram variabilidade significativa e por isso não são encontrados valores de acurácia para eles. Visto que já que não são significativos estatisticamente não se faz necessário estimar sua precisão.

A fonte de variação testemunhas x progênies não foi significativa para ambos os caracteres, evidenciando a inexistência de variabilidade entre as testemunhas e as progênies.

Em relação ao ciclo verificou-se diferença significativa de alta magnitude para todos os caracteres, evidenciando a existência de variabilidade entre os genótipos precoces e os tardios para teor de proteína e produtividade dos grãos.

Os ambientes, Lavras-MG e Ijaci-MG também apresentaram diferença significativa, ou seja, os ambientes diferem entre si, tendo como consequência uma resposta diferente dos genótipos para o caráter produtividade em cada ambiente, mas não houve variabilidade entre os genótipos para o caráter proteína quando comparado os dois ambientes.

Considerando o caractere dias para maturação absoluta (DPM) foi apresentados significativos para progênies tardias, e também para o efeito do ambiente e do ciclo.

Tabela 1 – Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos associados aos caracteres agrônômicos produtividade de grãos, teor de proteína nos grãos e dias para maturação absoluta, entre progênies F_{2:3} de soja nos municípios de Lavras-MG e Ijaci-MG, na safra 2018/19.

Caracteres Agrônômicos				
Fontes de variação^{1/}		Produtividade (Kg.ha⁻¹)	Proteína (%)	DPM (Dias)
Efeitos Aleatórios		Parâmetros Genéticos e Fenotípicos		
Progênies Precoces	$\hat{\sigma}_{GPP}^2$	300864,69*	0,1	0,0311793
Progênies Tardias	$\hat{\sigma}_{GPT}^2$	0,23	0	2,033665***
P. Precoces x Ambiente	$\hat{\sigma}_{GPPXA}^2$	230401,8*	0,88***	0,000000545
P. Tardias x Ambiente	$\hat{\sigma}_{GPTXA}^2$	1013835***	1,6***	0,1198458
Resíduo Lavras	$\hat{\sigma}_e^2$	430950,8	0,08399	9,697843
Resíduo Ijaci	$\hat{\sigma}_e^2$	647407	0,143592	0,77633286
Efeitos Fixos		Desvios Genéticos e Fenotípicos		
Ambiente	\emptyset_A	0,0007***	0,5070	0,00***
Ciclo	\emptyset_C	0,0003***	0,0002***	0,00***
Testemunhas x Progênies	$\emptyset_{T \times P}$	0,36	0,24	0,9620316
rgg ² Precoce (%)		64,00	-	-
rgg ² Tardia (%)		-	-	63,74
CV _e Lavras (%)		13,76	0,8	2,318311
CV _e Ijaci (%)		16,86	1,05	0,650414

^{1/}Variância genética entre progênies precoces ($\hat{\sigma}_{GPP}^2$), variância genética entre progênies tardias ($\hat{\sigma}_{GPT}^2$), variância genética entre progênies precoces x ambientes ($\hat{\sigma}_{GPPXA}^2$), variância genética entre progênies tardias x ambientes ($\hat{\sigma}_{GPTXA}^2$).

*Significância pelo teste de verossimilhança (Likelihood Ratio Test) para os efeitos aleatórios - 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' '1.

*Significância pelo teste de Wald para efeitos fixos - 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' '1.

Os valores máximos, mínimos, médios e amplitude retirados dos dados brutos para todos os caracteres e com o desdobramento em progênies precoces e tardias estão apresentados na tabela 2.

A maior produtividade de grãos é observada quando se desdobra o efeito de progênies em progênies precoce e progênies tardia, sobresaindo as tardias em relação as precoces. O mesmo foi observado para o caráter teor de proteína nos grãos. Veja que o grupo que apresentou a maior produtividade de grãos também detém a maior porcentagem de proteína nos grãos.

É esperado variabilidade para o caráter produtividade de grãos devido a complexidade do caráter. Uma possível explicação para a existência de variabilidade para o caráter produtividade de grãos, entre as PP e PT pode estar relacionado ao hábito de crescimento. Como os genitores são contrastantes é possível gerar nas progênies variabilidade, isto é, progênies precoces e tardias de hábito determinado bem como de hábito indeterminado.

Podemos observar também que os valores máximos de produtividades de grãos foram encontrados para as progênies tardias e os valores mínimos foram encontrados no grupo das progênies precoces. Entretanto isso não é regra, é possível obter cultivares precoces e altamente produtivas. Este fato é possível devido à nova estratégia adotada pelos programas de melhoramento de soja no Brasil, no qual o foco é a seleção de cultivares de hábito de crescimento semi-determinado e indeterminado. Nestes grupos, é possível reduzir o ciclo de cultivo como também associar bom potencial produtivo (SEDIYAMA, 2015).

É observado uma correlação positiva e significativa, de alta magnitude entre DPM e produtividade de grãos, isto é, há evidências que a seleção de progênies de ciclo tardio resultem em maiores produtividades.

Tabela 2 – Estimativas conjuntas de médias geral, máximo, mínimo e amplitude associados aos caracteres agronômicos produtividade de grãos, teores de proteína nos grãos e dias para maturação absoluta (DPM), referente a análise conjunta entre progênies F_{2:3} de soja e do desdobramento em progênies precoces e tardias nos municípios de Lavras-MG e Ijaci-MG, na safra 2018/19.

Parâmetros^{1/}	Produtividade (Kg. ha⁻¹)	Proteína (%)	DPM (Dias)
Progênies			
Média Geral	5211,32	36,21	134,33
Máximo	7854,2	39,54	141,11
Mínimo	3088,7	32,14	126,28
Amplitude	4765,5	7,40	14,82
Progênies Precoces			
Média Geral	4982,197	36,17	130,62
Máximo	7696	38,51	135,35
Mínimo	3088,7	32,45	126,28
Amplitude	4607,3	6,06	9,07
Progênies Tardias			
Média Geral	5429,908	36,24	137,76
Máximo	7854,2	39,54	141,11
Mínimo	3167,6	32,14	132,05
Amplitude	4686,6	7,40	9,06

^{1/}Média geral das progênies, média do desdobramento do grupo precoce e médio do desdobramento do grupo tardio. Fonte: Do Autor (2020).

As estimativas de ganho genético esperado baseado nas médias BLUPs entre progênies F_{2:3} precoces de soja estão apresentadas na tabela 3.

Para ambos os caracteres analisados não houve redução da expressão dos mesmos quando selecionados, dito que não há valores negativos.

Observa-se para produtividade, que ocorre variação dos ganhos genéticos esperados em função da proporção de seleção adotada, isto é, maior proporção menor ganho genético esperado. As progênies precoces evidenciam ganhos expressivos para o caráter em questão em todas as proporções de seleção. Os ganhos variam de 12,22% a 18,81% quando selecionados na proporção de 32% e 2% respectivamente.

Em relação ao teor de proteína, não é observada grande diferença nas proporções de seleção empregadas, como já era previsto, já que estatisticamente não verificou-se variabilidade entre as progênies precoces para esse caráter. Nota-se que o ganho para o caráter em questão é pouco mesmo considerando a seleção mais drástica.

É importante para o melhorista obter estimativas de ganho com a seleção dos génotipos superiores como forma de tentar prever seu comportamento na próxima geração.

Observando os resultados da Tabela 3, podemos perceber que os ganhos para o carácter teor de proteína foram quase insignificantes. Entretanto, para o carácter produtividade de grãos a medida que aumentamos a intensidade de selecção o aumento dos ganhos em produtividade são bem notórios. Todavia a medida que acontece essa intensidade de selecção temos perdas de variabilidade pois seleccionamos menos materiais. Ao intensificar a selecção, isto é, um grupo menor de indivíduos superiores seleccionados, maiores serão os ganhos esperados com a selecção. Todavia, quando se realiza este tipo de estratégia ocorre a redução da variabilidade genética às próximas gerações (RAMALHO et al., 2012; SOARES et al., 2015; SILVA, 2018; RIBEIRO, 2018; AMARAL et al., 2019; SILVA 2019).

Tabela 3 - Estimativas de ganho esperado com a selecção de progênies precoces em percentagem (%) para os caracteres produtividade de grãos e proteína nos grãos referente as médias BLUPs da análise conjunta nos municípios de Lavras-MG e Ijaci-MG, safra 2018/19.

IS ^{1/} (%)	Ganho Genético Esperado (%)	
	Progênies Precoces	
	Produtividade	Proteína
2	18,81	2,05
7	17,41	1,71
12	15,58	1,51
17	14,47	1,32
22	13,55	1,22
27	12,84	1,10
32	12,22	1,02

^{1/}Intensidade de selecção. Quantidade de progênies correspondentes pela intensidade de selecção: 2 (2%), 5 (7%), 9 (12%), 13 (17%), 17 (22%), 21 (27%) e 25 (32%) para os caracteres produtividade de grãos e teor de proteína nos grãos. Fonte: Do Autor (2020).

Os programas de melhoramento de soja têm como interesse melhorar os atributos nutricionais, como por exemplo, aumentar o teor de proteína mantendo um bom rendimento de grãos. Neste sentido, quando se realiza selecção em vários caracteres simultaneamente é oportuno estimar a resposta correlacionada, isto é, a resposta do carácter secundário através da selecção realizada no carácter primário.

As estimativas de resposta correlacionada estão apresentadas na tabela 4. Este parâmetro permite inferir no comportamento das progênies quando há selecção para um carácter, qual será o efeito para os demais caracteres, assim podendo facilitar o trabalho do

melhorista.

Embora estatisticamente não haja diferenças entre as progênes precoces para o teor de proteína, foram selecionadas as progênes de ciclo precoce e posteriormente essas foram rankeadas e selecionadas de acordo com carácter produtividade de grãos obtendo-se a relação casual do carácter teor de proteína presente nos grãos.

Levando em conta a resposta correlacionada para teor de proteína nos grãos nota-se pequena variação ao longo das proporções de seleção. A intensidade de seleção mais significativa seria de 2%. A proporção de 12% e 27% apresentam valores negativos, logo demonstram que há redução na expressão do carácter. Esse resultados se aproximam dos resultados de Gesteira *et al.*, (2018), que mantém a linha de raciocínio de Burton (1985) e de Bonato (2000), que ressaltam a dificuldade encontrada pelo melhoramento de plantas em se obter o aumento do teor de proteína nas cultivares, uma vez que o objetivo principal do melhoramento, normalmente, da maioria dos programas é a obtenção de produtividade que por sua vez apresenta correlação negativa com teores de proteína.

Tabela 4 - Estimativas de resposta correlacionada para seleção de progênes precoces quanto à produtividade de grãos para o carácter teor de proteína nos grãos e quanto ao teor de proteína para o carácter produtividade, referente a análise conjunta entre progênes F_{2:3} de soja nos municípios de Lavras-MG e Ijaci-MG, safra 2018/19.

IS ^{1/} (%)	Resposta correlacionada (%)
	Proteína ^{2/}
2	0,58
7	0,25
12	-0,02
17	0,06
22	0,06
27	-0,03
32	0,02

^{1/}Intensidade de seleção. ^{2/} Resposta casual para o carácter teor de proteína nos grãos quando a seleção considera o carácter produtividade. Quantidade de progênes correspondentes pela intensidade de seleção: 2 (2%), 5 (7%), 9 (12%), 13 (17%), 17 (22%), 21 (27%) e 25 (32%). Fonte: Do Autor (2020).

5. CONCLUSÃO

Existe variabilidade genética entre as progênes precoces para o caráter produtividade possibilitando realizar a seleção de indivíduos superiores.

Não há variabilidade genética para o caráter teor de proteína nos grãos.

O ganho esperado com a seleção das progênes precoces é maior à medida que se reduz a proporção de genótipos seleccionados. A resposta correlacionada evidencia que a seleção de progênes precoces mais produtivas reflecte em ganho genético de pequena magnitude para o carácter teor de proteína nos grãos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A HISTÓRIA da Soja. [S. l.], 15 ago. 2014. Disponível em: <http://www.aprosoja.com.br/soja-e-milho/a-historia-da-soja>. Acesso em: 30 jul. 2020.
- ALMEIDA, Á. M. R. et al. **Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2004**. Embrapa. Londrina, p. 243. 2003. (1677-8499).
- ALMEIDA, R.P.; PELÚZIO, J.M.; AFERRI, F.S. Correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais em soja cultivada sob condições várzea irrigada, sul do Tocantins. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 1, p. 95-99, 2010.
- APROSOJA Mato Grosso. **Associação dos Produtores de Soja e Milho do Estado de Mato Grosso**. Disponível em: <<http://www.aprosoja.com.br/soja-e-milho/a-historia-da-soja>>. Acesso em: 25 Abril 2020.
- BERNARDO, R. *Breeding for quantitative traits in plants*. 2 Ed. Woodbury, Minnesota: Editora Stemma Press, 2010. 400 p.
- BILS, R. F.; HOWELL, R. W. Biochemical and cytological changes in developing soybean cotyledons. **Crop Science**, v. 3, p. 304-308, 1963.
- BONATO, E. R. et al. Teor de óleo e de proteína em genótipos de soja desenvolvidos após 1990. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 12, p. 2391-2398, Dez 2000.
- BRIM, C.A.; SCHULTZ, W.M.; COLLINS, F.I. Maternal effect on fatty acid composition and oil content of soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. *Crop Science*, Madison, v.8, n.5, p.517-518, 1968.
- BURTON, J. W. **Breeding Soybeans for Improved Protein Quantity and Quality**. Proceedings of the 3rd World Soybean Research Conference. Boulder:Westview: [s.n.]. 1985. p. 361-367.
- BURTON, J.W.; BRIM, C.A. Recurrent selection in soybeans. III. Selections for increased percent oil in seeds. *Crop Science*, Madison, v.21, n.1, p.31-34, 1981.
- CARRÃO-PANIZZI, M. C.; MANDARINO, J. M. G. **Soja**: Potencial uso na dieta brasileira. Londrina-PR: EMBRAPA-CNPSO, 1998.
- COBER, E. R. et al. Soybean. In: VOLLMANN, J. e RAJCAN, I. (Ed.). *Oil crops*. London, NY: Springer Science, v.4, 2009.
- FALCONER, D. S. (1987). *Introdução à genética quantitativa*. Tradução de Silva MA. & Silva JC. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Imprensa Universitária, 1987. 279p. (Original em inglês). FEHR, W. R.; CAVINESS, R. E.; BURMOOD, D. T.; PENNINGTON, J. S. Stage of development descriptions for soybeans (*Glycine max* L. Merrill). *Crop Sci*, Madison, v. 11, n. 6, p. 929-93, 1971.
- FREITAS, S.M. et al. Análise da dinâmica de transmissão de preços no Mercado Internacional de Farelo de Soja, 1990-99. *Revista Agricultura em São Paulo*, v.48, n.1, p.1-20, 2001.
- GESTEIRA, G. S. **Seleção de linhagens de soja precoce para produtividade e qualidade**

de grãos. Dissertação (Mestrado) - UFLA. Lavras-MG, p. 58, 2017.

GESTEIRA, G.S., A.T. BRUZI, R.K. ZITO, V. FRONZA, N.E. ARANTES Selection of Early Soybean Inbred Lines Using Multiple Indices.

GEZAN, S. A.; MUNOZ, P. R. Analysis of experiments using ASReml: with emphasis on breeding trials, 2014. Disponível em: <https://www.biostatsgen.com/uploads/3/8/9/6/38964623/alldiap_sa_oct2014.pdf>. Acesso em: 20 de julho de 2019.

HEIL, C. Rapid, multi-component analysis of soybeans by FT-NIR spectroscopy, Madison, WI USA, 2019. Disponível em: <<http://www.nicoletzcz.cz/upload/kc/files/aplikacnipodpora/nir/soybeans.pdf>>. Acesso em: 15 de julho de 2019.

HILL, J. E. & BREIDENBACH, R. W. Protein of soybean seeds. **Plant Physiology**

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

JUHÁSZ, A. C. P.; CIABOTTI, S.; TEIXEIRA, L. C. A. A. Breeding for nutritional quality. In: LOPES DA SILVA, F. . B. A. . S. T. . L. W. H. **Soybean breeding**. [S.l.]: Springer International Publishing., 2017. p. 375-393.

MANDARINO, J. M. G. et al. **Teor de Proteína em Grãos de Soja Coletados nas Principais Regiões Produtoras do Brasil nas Safras de 2014/15 A 2016/17**. VII Conferência Brasileira de Pós-Colheita. Londrina-PR: [s.n.]. 2018. p. 618-623.

MAPA. Projeções do Agronegócio. Brasil 2017/18 a 2027/28, projeções de longo prazo. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola**, Brasília, n. 9, p. 112, 2018. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/PROJECOES2018_FINALIZADA_web_05092018.pdf>. Acesso em: Junho 2019.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. CONAB. ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA Grãos. **V. 6 - SAFRA 2018/19 - N. 4 - Quarto levantamento | JANEIRO 2019**, [s. l.], jan. 2019. Disponível em: http://www.casadoalgodao.com.br/images/publicacoes/Conab_SAFRA_2018-2019/4_LEVANTAMENTO_DE_GR%C3%83OS_E_SAFRA__2018-2019__JANEIRO-2019.pdf. Acesso em: 30 jul. 2020.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. CONAB. ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA Grãos. **V. 7 - SAFRA 2019/20 - N. 3 - Terceiro levantamento | DEZEMBRO 2019**, [s. l.], 1 dez. 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/gaos/boletim-da-safra-de-gaos>. Acesso em: 30 jul. 2020

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. CONAB. ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA Grãos. **V. 7 - SAFRA 2019/20 - N. 4 - Quarto levantamento | JANEIRO 2020**, [s. l.], 1 jan. 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/gaos/monitoramento-agricola>. Acesso em: 30 jul. 2020.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. CONAB. ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA Grãos. V. 7 - SAFRA 2019/20- N. 2 - **Segundo levantamento | NOVEMBRO 2019, [s. 1.], nov. 2019.** Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 30 jul. 2020.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DO BRASIL (PR). Embrapa Soja . Sistemas de Produção 4. **Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2004**, Londrina, PR, set. 2003. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54358/1/Sistemas-de-Producao-4.pdf>.

MIRANDA, J.D. Produção, conteúdo de proteína e óleo no grão da soja: herdabilidade, correlações e seleção de genótipos superiores. Viçosa, MG: UFV, 2006, 76p. Tese (Doutorado em Genética e melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.

MIRANDA, M.A.C. Seleção recorrente divergente para peso de sementes e porcentagem de óleo em soja com o uso de machoesterilidade genética. Tese (Doutorado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP, Piracicaba, 1994. 112p.

PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. Piracicaba: FEALQ, 15.ed., 451p 2009.

PIRES, C. V.; OLIVEIRA, M. G. A.; ROSA, J. C.; COSTA, N. M. B. Qualidade Nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes proteicas. Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas, SP, v. 26, n. 1, p. 179-187, 2006.

PRIOLLI, Regina Helena Geribello et al. Pesquisa Agropecuária Brasileira. **Diversidade genética da soja entre períodos e entre programas de melhoramento no Brasil**, [S. 1.], p. 1-9, 9 jun. 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pab/v39n10/22318.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2020.

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

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.

SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. In: _____ **Soja: do plantio à colheita**. Viçosa - MG: UFV, 2015.

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

SEDIYAMA, T. et al. Melhoramento da soja. In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999. p.487-533.

SOARES, I. O. Emprego da seleção recorrente visando a obtenção de progênies de soja adaptadas ao Sul de Minas Gerais 2018. 64p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2018.

USDA. Production, supply and distribution online, 2019. Disponível em: < <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/home> >. Acesso em: 20 de julho de 2019.

YAZDI-SAMADI, B.; RINNE, R. W.; SEIF, R. D. Components of developing soybean seeds:

oil, protein, starch, organic acid and amino acids. *Agronomy Journal*, v.69, p. 481-486, 1977.

ANEXO

Tabela A – Resumo da análise individual de parâmetros genéticos e fenotípicos associados aos caracteres agrônômicos produtividade de grãos, teor de proteína nos grãos e dias para maturação absoluta (DPM), entre progêneses F_{2:3} de soja no município de Lavras-MG, na safra 2018/19.

Caracteres Agrônômicos				
Fontes de variação^{1/}	Produtividade (Kg.ha⁻¹)	Proteína (%)	DPM (Dias)	
Efeitos Aleatórios		Parâmetros Genéticos e Fenotípicos		
Progêneses Precoces	$\hat{\sigma}_{GPP}^2$	595370,7***	0,78***	0,002563446
Progêneses Tardias	$\hat{\sigma}_{GPT}^2$	1017762***	1,67***	0,000000991
Resíduo	$\hat{\sigma}_e^2$	429832,5	0,084	9,801742
Efeitos Fixos		Desvios Genéticos e Fenotípicos		
Ciclo	\emptyset_C	1,37e ⁻⁶ ***	0,0001299***	0,00***
Testemunhas x Progêneses	$\emptyset_{T \times P}$	0,5632	0,14365	0,192000
CV _e (%)		12,95	0,7995	2,27
Progêneses Precoces				
rgg ² (%)		81,35	97,61	-
h ² (%)		58,71	96,35	-
Média		4778,393	35,88	132,6013
Progêneses Tardias				
rgg ² (%)		81,35	97,61	-
h ² (%)		68,23	98,35	-
Média		5389,236	36,60	143,1813

^{1/}Variância genética entre progêneses precoces ($\hat{\sigma}_{GPP}^2$), variância genética entre progêneses tardias ($\hat{\sigma}_{GPT}^2$). *Significância pelo teste de verossimilhança (Likelihood Ratio Test) para os efeitos aleatórios - 0 **** 0.001 *** 0.01 ** 0.05 * .0.1 ' '1.

*Significância pelo teste de Wald para efeitos fixos - 0 **** 0.001 *** 0.01 ** 0.05 * .0.1 ' '1.

Tabela B – Resumo da análise individual de parâmetros genéticos e fenotípicos associados aos caracteres agrônômicos produtividade de grãos, teor de proteína nos grãos e dias para maturação absoluta (DPM), entre progênies F_{2:3} de soja no município de Ijaci-MG, na safra 2018/19.

Caracteres Agrônômicos				
Fontes de variação ^{1/}		Produtividade (Kg.ha⁻¹)	Proteína (%)	DPM (Dias)
Efeitos Aleatórios		Parâmetros Genéticos e Fenotípicos		
Progênies Precoces	$\hat{\sigma}_{GPP}^2$	319185,3	1,2867***	0,000000075
Progênies Tardias	$\hat{\sigma}_{GPT}^2$	978190,9***	1,51***	2,548025***
Resíduo	$\hat{\sigma}_e^2$	669550,7	0,1432	0,07433528
Efeitos Fixos		Desvios Genéticos e Fenotípicos		
Ciclo	$\hat{\sigma}_C$	0,21516	0,1553	0,00***
Testemunhas x Progênies	$\hat{\sigma}_{T \times P}$	0,96746	0,7254	0,941504
CV _e (%)		15,00	1,05	0,67
Progênies Precoces				
rgg' (%)		-	97,24	-
h ² (%)		-	93,21	-
Média		5373,24	35,90	126,1383
Progênies Tardias				
rgg' (%)		76,45	97,60	91,81
h ² (%)		53,77	93,70	59,60
Média		5539,026	36,33	130,9747

^{1/}Variância genética entre progênies precoces ($\hat{\sigma}_{GPP}^2$), variância genética entre progênies tardias ($\hat{\sigma}_{GPT}^2$). *Significância pelo teste de verossimilhança (Likelihood Ratio Test) para os efeitos aleatórios - 0 **** 0.001 *** 0.01 ** 0.05 * 0.1 ' '1.

*Significância pelo teste de Wald para efeitos fixos - 0 **** 0.001 *** 0.01 ** 0.05 * 0.1 ' '1

Tabela C - Médias BLUPs da análise conjunta associados aos caracteres agrônômicos produtividade de grãos, teor de proteína nos grãos e dias para maturação absoluta, entre progênies F2:3 de soja nos municípios de Lavras-MG e Ijaci-MG, na safra 2018/19.

Tratamento	Ciclo	Maturidade Relativa ^{1/}	Produtividade nos	Teor de proteína nos
			grãos	grãos
			Kg.ha ⁻¹	(%)
1	Precoce	7,1	5519.31	35.97
2	Precoce	7,1	5823.22	36.22
3	Precoce	6,9	5308.62	36.02
4	Precoce	6,9	5325.12	35.88
5	Precoce	7,1	5449.19	35.77
6	Precoce	7,1	5574.32	36.21
7	Precoce	7,2	5382.27	36.70
8	Precoce	7,1	5994.97	36.26
9	Precoce	6,6	6174.59	36.23
10	Precoce	6,8	5659.04	36.49
11	Tardia	7,5	5611.00	36.02
12	Precoce	6,5	5589.15	35.79
13	Precoce	6,9	5264.79	35.94
14	Precoce	6,9	5662.55	35.87
15	Precoce	6,5	5349.71	35.95
16	Tardia	7,6	5101.32	36.08
17	Tardia	7,6	5332.23	36.21
18	Precoce	7,0	5437.94	35.53
19	Precoce	6,8	5583.48	35.85
20	Precoce	7,0	5714.25	36.19
21	Precoce	6,6	5462.26	35.98
22	Tardia	7,6	5679.62	35.90
23	Precoce	7,1	6015.22	35.91
24	Precoce	6,4	5746.13	35.98
25	Precoce	7,1	5645.82	36.27
26	Precoce	6,9	5170.12	36.52
27	Precoce	6,8	5364.24	36.12
28	Precoce	6,6	5698.92	36.05
29	Precoce	7,2	5783.70	36.66
30	Precoce	6,9	5431.90	36.20
31	Precoce	7,1	5468.49	36.26
32	Precoce	6,9	5422.41	36.22
33	Precoce	6,4	5392.95	36.13
34	Precoce	7,0	5262.15	36.52
35	Precoce	6,8	5681.65	36.59
36	Precoce	7,2	5699.42	36.40
37	Precoce	7,0	5825.04	36.36

38	Precoce	7,3	5975.97	36.44
39	Precoce	7,3	5425.42	36.42
40	Precoce	6,7	5604.60	35.56
41	Precoce	6,9	5059.31	35.99
42	Precoce	7,1	6056.69	36.61
43	Precoce	6,4	5353.88	36.13
44	Precoce	7,1	5342.64	36.44
45	Precoce	7,0	5600.28	36.78
46	Precoce	6,7	5128.68	36.09
47	Precoce	6,8	5332.78	36.00
48	Precoce	7,2	5359.45	35.70
49	Precoce	6,8	5855.39	36.35
50	Precoce	6,6	5489.19	36.30
51	Precoce	6,9	5591.22	36.04
52	Precoce	7,1	5219.48	36.18
53	Precoce	6,9	5068.46	36.40
54	Precoce	6,8	5682.15	36.41
55	Precoce	6,6	5305.29	36.47
56	Precoce	7,2	5610.72	36.95
57	Precoce	6,2	5482.07	35.35
58	Precoce	6,8	5108.24	36.38
59	Precoce	6,8	5129.16	36.87
60	Precoce	6,6	5295.71	35.99
61	Precoce	6,6	5584.94	36.46
62	Precoce	6,8	5357.21	35.73
63	Precoce	6,8	5812.90	35.30
64	Precoce	6,7	5210.45	36.65
65	Precoce	6,7	5487.44	36.45
66	Precoce	6,7	5600.39	36.00
67	Precoce	6,8	5227.04	36.46
68	Precoce	7,1	5164.99	36.17
69	Precoce	6,6	5208.26	36.40
70	Precoce	7,0	5232.94	35.90
71	Precoce	7,1	5522.49	35.86
72	Precoce	6,9	5384.37	36.08
73	Precoce	6,9	5304.16	36.64
74	Precoce	6,8	5205.13	35.97
75	Precoce	6,6	5547.75	36.22
76	Precoce	6,9	5370.46	36.18
77	Precoce	6,7	5613.42	35.76
78	Precoce	6,7	5822.26	36.35
79	Precoce	7,0	5055.65	36.33
80	Precoce	6,9	5647.51	35.64
81	Tardia	8,3	5395.58	36.33

82	Tardia	8,0	5167.13	36.59
83	Tardia	7,9	5254.32	36.38
84	Tardia	8,1	5339.63	36.77
85	Tardia	7,8	5674.56	37.20
86	Tardia	7,7	5695.26	36.03
87	Tardia	7,6	5514.08	36.34
88	Tardia	8,0	5645.24	36.58
89	Tardia	7,8	5451.42	35.56
90	Tardia	8,2	5662.46	36.52
91	Tardia	7,8	5206.55	36.21
92	Tardia	7,8	5518.51	35.82
93	Tardia	7,8	5753.11	36.42
94	Tardia	8,2	5522.05	36.29
95	Tardia	8,1	5074.32	35.97
96	Tardia	8,2	5456.61	35.95
97	Tardia	7,8	5147.25	36.81
98	Tardia	7,8	5604.70	36.43
99	Tardia	7,9	5051.41	36.12
100	Tardia	7,6	5087.39	36.98
101	Tardia	7,6	4682.07	35.97
102	Tardia	7,9	6143.12	36.32
103	Tardia	8,1	5616.23	35.87
104	Tardia	8,1	5867.76	35.91
105	Tardia	8,2	5176.20	36.30
106	Tardia	7,7	5179.78	36.16
107	Tardia	7,6	5774.54	36.67
108	Tardia	7,5	4990.02	36.19
109	Tardia	7,7	5384.24	36.19
110	Tardia	7,6	5487.44	36.09
111	Tardia	7,8	5372.91	36.66
112	Tardia	7,9	5487.44	36.34
113	Tardia	7,8	5475.42	36.00
114	Tardia	7,9	5643.06	35.85
115	Tardia	8,2	5366.58	36.41
116	Tardia	8,2	5148.79	36.46
117	Tardia	7,7	5326.41	36.68
118	Tardia	7,8	5847.16	36.96
119	Tardia	7,9	5194.17	36.35
120	Tardia	8,0	5487.44	35.73
121	Tardia	7,7	5874.74	35.93
122	Tardia	7,9	5448.26	36.53
123	Tardia	7,6	5361.86	36.66
124	Tardia	8,0	5814.04	36.42
125	Tardia	8,2	5671.72	36.68

126	Tardia	7,8	5341.56	35.59
127	Tardia	7,7	5695.43	37.12
128	Tardia	7,9	5631.70	36.40
129	Tardia	8,1	5449.48	36.30
130	Tardia	8,0	5686.59	36.00
131	Tardia	7,8	5538.25	35.87
132	Precoce	7,3	5213.24	36.13
133	Tardia	7,7	5773.43	36.19
134	Tardia	8,2	5508.67	36.15
135	Tardia	8,2	5487.44	36.30
136	Tardia	8,2	5364.83	36.05
137	Tardia	7,5	5568.20	35.75
138	Tardia	8,0	5686.14	35.98
139	Tardia	7,6	5827.60	35.63
140	Tardia	8,0	5216.60	35.37
141	Tardia	7,9	5685.54	35.87
142	Tardia	7,6	5275.58	36.20
143	Tardia	7,6	5165.55	35.49
144	Tardia	8,2	5830.23	36.27
145	Tardia	7,6	5096.28	36.09
146	Tardia	7,8	5482.42	34.91
147	Tardia	8,2	5785.58	36.03
148	Tardia	8,1	5487.44	36.10
149	Tardia	8,1	5792.66	35.78
150	Tardia	8,0	5555.68	36.36
151	Tardia	8,1	5913.61	36.14
152	Tardia	7,8	5668.03	35.65
98Y30	Tardia	8,2*	5487.44	36.18
98Y12	Tardia	7,6*	5487.44	36.18
155	Tardia	8,2	5187.53	35.77
5G830 RR	Tardia	7,9	5487.44	36.18
M8210	Tardia	8,5*	5487.44	36.18
BRS780 RR	Tardia	7,8	5487.44	36.18
ANTA82	Precoce	8,0*	5487.44	36.18
160	Tardia	7,9	5318.09	36.15
161	Tardia	7,8	5744.94	36.16
162	Tardia	7,8	5764.85	35.88
P95R51	Precoce	5,4*	5487.44	36.18
164	Tardia	7,5	5487.44	35.75
M5917	Precoce	6,5*	5487.44	36.18
166	Tardia	7,9	5820.29	35.96
DESAFIO RR	Precoce	7,1*	5487.44	36.18
168	Tardia	7,9	5264.48	36.12
169	Tardia	8,2	5588.03	36.39

^{1/}Maturação relativa estimada pela equação de regressão: $\hat{Y} = 0.0958 x^{\wedge} - 5.8368$. $R^2 = 0.8906$. *Estimativas das testemunhas obtidas a partir dos dados experimentais. Fonte: Do Autor (2020).