

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA
BACHARELADO EM BIOTECNOLOGIA

Parâmetros Genéticos e Seleção Fenotípica Em População F₂ de Soja
Oriunda de Germoplasma Convencional e RR

Layssa Carrilho Giaretta

Prof.^a Dr.^a Ana Paula Oliveira Nogueira
Instituto de Biotecnologia

Monografia apresentada à Coordenação do
Curso de Biotecnologia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do grau
de Bacharel em Biotecnologia.

Uberlândia - MG
Dezembro - 2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA
BACHARELADO EM BIOTECNOLOGIA

Parâmetros Genéticos e Seleção Fenotípica Em População F₂ de Soja
Oriunda de Germoplasma Convencional e RR

Layssa Carrilho Giaretta

Prof^ª. Dr^ª. Ana Paula Oliveira Nogueira
Instituto de Biotecnologia

Homologado pela coordenação do
Curso de Biotecnologia em
__/__/____

Edgar Silveira Campos
Coordenador do curso de Biotecnologia

Uberlândia - MG
Dezembro - 2019

Dedico
aos meus pais, Luzânia e Leoir.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me dar forças para vencer todos os obstáculos da vida.

À minha família, por toda a paciência e apoio em qualquer situação, seja ela boa ou ruim, em especial à minha irmã Laura Carrilho Giaretta, por não medir esforços para me ajudar.

À professora Dr^a Ana Paula Oliveira Nogueira, por toda a confiança, ensinamentos e orientação ao longo da minha graduação.

À minha co-orientadora, Anna Regina Tiago Carneiro, por toda a ajuda e suporte, por cada aprendizado e pela atenção durante essa trajetória.

À Universidade Federal de Uberlândia, pela oportunidade de realização do curso e pelos recursos.

Ao Programa de Melhoramento de Soja da UFU pela disponibilidade de material genético, custeio e infraestrutura para condução da pesquisa.

Às minhas amigas, Ana Carla Magalhães Cunha, Letícia Leandro Batista e Luanna Almeida de Oliveira, por todo incentivo e companheirismo ao longo desses anos.

Ao meu companheiro Rafael Gonzales Garcia Silva, por ter tornado cada momento inesquecível, por todo carinho, zelo, amor e principalmente por toda a paciência.

A todos os alunos da graduação e pós-graduação do Programa de Melhoramento de Soja da UFU que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

A todos os professores e técnicos do curso de Biotecnologia que contribuíram com a minha formação.

Muito obrigada!

RESUMO

A cultura de soja tem destaque na economia brasileira devido a sua ampla variedade de usos, por exemplo, como alimento para a população humana e animal e para produção de farelos, óleos e combustíveis. Os crescentes investimentos em tecnologias de produção e programas de melhoramento, têm permitido o aumento da produtividade dessa oleaginosa, com o desenvolvimento de cultivares mais precoces, resistentes a estresses bióticos e abióticos e com maior produção de grãos. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivos: estimar parâmetros genéticos para caracteres agronômicos e produção de grãos em população F₂ transgênica, selecionar indivíduos superiores e estimar ganho de seleção para caracteres agronômicos e produção de grãos. O trabalho foi desenvolvido em campo, na estação experimental da Fazenda Capim Branco, da Universidade Federal de Uberlândia. Foi realizado cruzamento biparental com as cultivares BRS 256 RR e UFUS Xavante para obtenção da população F₂. Foram feitas avaliações do número de dias para maturidade (NDM), altura da planta (APM), número de nós na haste principal (NNM), número de vagens (NV) e produção de grãos (PG). Foram determinadas a variância fenotípica, genética e ambiental, herdabilidade (H²) e número de genes a partir de médias e variâncias. O caráter NDM apresentou média herdabilidade e herança poligênica, enquanto para os demais caracteres, o H² foi de baixa magnitude. Nesta população foram observados segregantes transgressivos para todos os caracteres exceto para NV. As progênies F₂ se mostraram promissoras, uma vez que proporcionaram ganhos de seleção satisfatórios em relação à precocidade, altura de planta, número de vagens e produção de grãos, com ganhos de 6,09%, 6,18%, 8,66% e 24,72%, respectivamente.

Palavras-chave: *Glycine max*; herdabilidade; variabilidade genética

SUMÁRIO

1) INTRODUÇÃO.....	1
2) REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1) Origem e expansão da soja no Brasil.....	4
2.2) Importância da Soja e Produção	5
2.3) Caracterização botânica e morfológica da soja	5
2.4) Aspectos fundamentais para o cultivo da soja.....	7
2.4.1) Fotoperíodo	8
2.4.2) Umidade.....	8
2.4.3) Temperatura	9
2.5. Melhoramento de soja	9
2.6. Desenvolvimento de cultivares transgênicas.....	10
2.7. Parâmetros genéticos em soja.....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5. CONCLUSÕES	25
6. REFERÊNCIAS	26

1) INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é considerada uma das culturas mais antigas do mundo (BEZERRA et al., 2015). O Brasil é o segundo maior produtor do grão com produção estimada de 3291 kg ha⁻¹ na safra de 2019/20 (Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, 2019), o que torna a oleaginosa a principal *commodity* agrícola do país, contribuindo significativamente tanto no consumo interno, quanto na exportação (CASTRO et al., 2015). Tal importância está relacionada ao fato de a cultura apresentar grãos com alto teor de lipídeos e proteínas, sendo importante matéria-prima para produção de farelo para agroindústria, alimentação humana, ração animal, óleo vegetal e biocombustíveis (COSTA; SANTANA, 2013).

O primeiro relato da cultura no Brasil foi em 1882, na Bahia, todavia foi no Rio Grande do Sul que foram encontradas condições climáticas favoráveis ao seu desenvolvimento, uma vez que eram similares às da região de origem. Foi a partir de 1970, que o cultivo se expandiu da Região Sul do país para a região dos Cerrados, onde se consolidou. Em 40 anos a produção tornou-se quase sete vezes maior, enquanto a área cultivada aumentou quatro vezes (NOGUEIRA et al., 2015; BEZERRA et al., 2015).

O sucesso da cultura da soja nas condições edafoclimáticas brasileiras é possível devido ao intenso processo de melhoramento genético e desenvolvimento de novas cultivares. (ESPÍNDOLA; CUNHA, 2015). Para isso, a existência de variabilidade genética é indispensável, uma vez que possibilita a seleção de novas linhagens que atendam às exigências do mercado (LEITE et al., 2016).

A hibridação artificial é um dos principais métodos utilizados para ampliar a variabilidade genética nos programas de melhoramento, uma vez que reúne em uma nova linhagem, os alelos desejáveis que se encontram em genótipos distintos. Para isso, é necessário selecionar genitores que sejam complementares e contrastantes entre si (LEITE et al, 2016).

Com o avanço da engenharia genética e dos programas de melhoramento, foi possível desenvolver cultivares modificadas geneticamente, por exemplo, a soja *Roundup Ready* (RR), que apresenta gene que confere tolerância ao herbicida à base de glifosato, aumentando a variabilidade entre os genótipos e permitindo um maior número de possíveis parentais para os blocos de cruzamento (COSTA; GELAIN, 2014).

Outra etapa do processo de melhoramento pelo método de hibridação é a condução da população segregante oriunda do cruzamento entre os genitores, que visa restaurar a homozigose das progênies. Isso pode ser feito por diversos métodos, como o método *bulk*, o genealógico, teste de geração precoce, descendente de uma única semente (SSD) e descendente de uma única vagem (SPD) (SEDIYAMA; SILVA; BORÉM, 2015). A escolha adequada do método deve ser baseada em parâmetros genéticos, como variância genética, fenotípica e ambiental e herdabilidade (MORCELLI JUNIOR et al., 2008).

A estimativa de parâmetros genéticos e fenotípicos, como herdabilidade e ganho com a seleção, por meio da avaliação do desempenho agrônomo e produtivo dos genótipos superiores, somados ao conhecimento do número de genes envolvidos em um determinado caráter, auxiliam o melhorista nas decisões a serem tomadas, tanto em relação ao método de condução da população segregante, como nos critérios de seleção dos genótipos superiores (ALMEIDA et al., 2010; HAMAWAKI et al., 2012; NOGUEIRA et al., 2012; LEITE et al., 2016).

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivos: estimar parâmetros genéticos para caracteres agrônômicos e produção de grãos em população F₂ transgênica, selecionar indivíduos superiores e estimar ganho de seleção para caracteres agrônômicos e produção de grãos.

2) REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1) Origem e expansão da soja no Brasil

A cultura de soja é considerada como uma das mais antigas, sendo originária do leste da Ásia, na região da Manchúria, localizada no nordeste da China (HYMOWITZ, 1970), onde foi registrada como centro de origem primário da planta (CHUNG; SINGH, 2008). Nessa época era considerada como um dos cinco grãos sagrados, assim como o arroz, cevada, milho e trigo (BEZERRA et al., 2015).

A soja cultivada é muito diferente de seus ancestrais, que eram plantas rasteiras, tendo evoluído a partir da domesticação e melhoramento feito por cientistas da antiga China, por meio de cruzamentos naturais entre duas espécies de soja selvagem. Assim, nunca foi encontrada a soja cultivada em sua forma silvestre (SEDIYAMA; TEIXEIRA; REIS, 2013).

A leguminosa chegou ao ocidente no final do século XV e início do século XVI, com o aumento de sua importância e do comércio, sendo levada para o sul da China, Coreia, Japão e sudeste da Ásia. Foi introduzida na Europa em 1712, e sua chegada às Américas ocorreu em 1804, nos Estados Unidos da América, na região da Pensilvânia, sendo inicialmente explorada comercialmente como forrageira e, posteriormente, como grão (BEZERRA et al., 2015).

Os primeiros relatos da soja no Brasil foram em 1882, no estado da Bahia, com cultivares oriundos dos Estados Unidos, entretanto não apresentaram boa adaptação em baixa latitude, em torno de 12° Sul (SEDIYAMA et al., 2009). Em 1891, novos genótipos introduzidos em São Paulo apresentaram melhor desenvolvimento na produção de feno e grãos. Todavia, foi em 1900, no Rio Grande do Sul, que a soja encontrou condições edafoclimáticas favoráveis ao seu desenvolvimento, uma vez que eram semelhantes às da região de origem, principalmente em relação ao fotoperíodo (CHUNG; SINGH, 2008; COSTA; SANTANA, 2013).

A partir da década de 1950, a sojicultura expandiu para o Sudeste, Norte e Nordeste, e este progresso foi devido à mecanização da cultura, índice pluviométrico e condições físicas do solo favoráveis. Ainda, esse sucesso deve ser atribuído aos cultivares lançados por programas de melhoramento genético que apresentaram genes que conferem à planta período juvenil longo, fundamentais para a expansão da soja para o Cerrado,

região com latitudes baixas, responsável por quase 50% da produção nacional de soja (BEZERRA et al., 2015).

2.2) Importância da Soja e Produção

A cultura de soja é uma das mais importantes do mundo, mesmo não sendo reconhecida como alimento básico, como trigo, arroz, milho e aveia, apresenta grãos com altos teores proteicos e lipídicos, em torno de 40% e 20%, respectivamente (COSTA; SANTANA, 2013). Esses aspectos tornam-na importante matéria-prima como adubo verde e forrageiro na alimentação animal, podendo atuar na formulação de rações para aves suínos e bovinos, na produção de biodiesel como desinfetante ou lubrificante, na alimentação humana como forma de complementar a dieta e para o agronegócio, nos ramos de sementes, fertilizantes, agrotóxicos e máquinas agrícolas (BEZERRA et al., 2015).

Segundo a CONAB (2019), a produção mundial de soja na safra de 2018/2019 foi de 116,50 milhões de toneladas, o que permitiu que o Brasil ocupasse a posição de segundo maior produtor mundial da oleaginosa, ficando atrás apenas dos Estados Unidos que obteve produção de 123,66 milhões de toneladas na mesma safra. Vale ressaltar que o Brasil lidera o *ranking* de produtividade, com cerca de 3.206 kg ha⁻¹ e os Estados que mais contribuem para isso são Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul (CONAB, 2019).

Em destaque, está o Estado do Mato Grosso que apresentou produção de 32,45 milhões de toneladas, área plantada de 9.699,50 mil de hectares e produtividade de 3.346 kg ha⁻¹ na safra de 2018/2019. Já o Estado de Minas Gerais contribui com apenas 4,41% para a produção brasileira com produção de 5,07 milhões de toneladas e área semeada de 1.574,9 (CONAB, 2019).

Com relação às importações, a China lidera com 64,56%, seguida da União Europeia com 8,90% das importações mundiais. Quanto à exportação, o Brasil é o maior exportador de soja em grãos do mundo, sendo responsável por 44,68% de todas as exportações mundiais, seguido dos Estados Unidos, com 38,51% e da Argentina, com 4,94%, totalizando 88,13% de todas as exportações mundiais (USDA: United States Department of Agriculture, 2019).

2.3) Caracterização botânica e morfológica da soja

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) pertence ao reino *Plantae*, divisão *Magnoliophyta*, classe *Magnoliopsida*, ordem *Fabales*, família *Fabaceae* (*Leguminosae*), subfamília *Faboideae* (*Papilionoideae*), gênero *Glycine* (SEDIYAMA et al., 2009).

A semente da soja apresenta diferentes formas, podendo ser globosa, elipsoidal ou oval; diferentes cores para tegumento, como preto, marrom, verde e amarelo, brilhantes ou foscos e diferentes cores para o hilo, podendo ser marrom, amarelo, marrom-claro, marrom-escuro, preto imperfeito e preto perfeito (MATSUO; FERREIRA; SEDIYAMA, 2015).

O sistema radicular é pivotante, constituído de raiz principal e ramificações secundárias ricas em nódulos resultantes da interação simbiótica de bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, que fixam nitrogênio atmosférico e o fornecem à planta para suprir a necessidade da mesma visando hidratos de carbono (NOGUEIRA et al., 2009).

O caule é desenvolvido a partir do eixo embrionário, e o hipocótilo, que é a primeira porção desenvolvida do mesmo, pode apresentar coloração roxa ou verde devido à presença/ausência de antocianina (NOGUEIRA et al., 2009; MATSUO; FERREIRA; SEDIYAMA, 2015). A soja cultivada comercialmente apresenta caule herbáceo, ereto e pouco ramificado (NEPOMUCENO et al., 2008).

A estatura ideal das plantas visa facilitar a colheita mecânica e evitar o acamamento, variando entre 30 e 250 cm, sendo uma característica influenciada pelo ambiente e pela cultivar. Além disso, a altura de inserção da primeira vagem, que é medida a partir do solo, também é ideal em torno entre 10 a 20 cm, a fim de evitar perdas e regulagem do maquinário de forma correta (MATSUO; FERREIRA; SEDIYAMA, 2015).

Uma planta de soja apresenta um par de folhas cotiledonares, que contêm reservas que são utilizadas para nutrir a plântula. Quando a planta passa a produzir seus próprios nutrientes, os cotilédones amarelam, murcham e caem e surge o primeiro par de folhas unifolioladas que se desenvolvem acima do nó cotiledonar e as folhas trifolioladas, que se desenvolvem acima das mencionadas anteriormente e apresentam filotaxia alterna e são compostas por três folíolos (NOGUEIRA et al., 2009; MATSUO; FERREIRA; SEDIYAMA, 2015).

As flores de soja desenvolvem-se em racemos axilares ou terminais nas cores branca ou roxa em diferentes intensidades (NOGUEIRA et al., 2009). São denominadas

como completas, visto que, apresentam todas as estruturas femininas e masculinas em sua constituição, protegidas pela corola (MATSUO; FERREIRA; SEDIYAMA, 2015).

O ovário completamente desenvolvido resulta no fruto da soja, que é do tipo vagem ou legume, sendo levemente arqueado e pubescente, podendo conter uma a cinco sementes, e ao longo da maturação a cor varia do verde para o amarelo-pálido, marrom-claro, marrom ou cinza. As cultivares nacionais apresentam uma média de 30 a 80 vagens por planta, mas em condições normais de cultivo pode produzir até 400 vagens por planta (SEDIYAMA, 2016), apresentando resistência à deiscência das vagens, pubescência nas hastes e vagens nas cores cinza ou marrom, com várias intensidades (MATSUO; FERREIRA; SEDIYAMA, 2015).

O ciclo da cultura pode variar de 70 a 200 dias, dependendo da latitude de cultivo. O tipo de crescimento da haste principal da planta pode ser determinado, semideterminado e indeterminado. No primeiro caso, a gema apical se diferencia, produz uma inflorescência racemosa no ápice do caule e o crescimento vegetativo é paralisado após o florescimento. Isto ocorre praticamente ao mesmo tempo em toda a extensão da planta, ou se estende a no máximo 10% de sua altura final (NOGUEIRA et al., 2009; MATSUO; FERREIRA; SEDIYAMA, 2015). Quanto ao hábito de crescimento

No crescimento semideterminado, as características são as mesmas, porém as plantas podem crescer até 30% após o florescimento. Em contrapartida, em cultivares que apresentam crescimento indeterminado, a gema vegetativa é mantida após o florescimento não se diferenciando, desenvolvem os nós e alongam o caule, podendo apresentar duas vezes a altura que possuía no florescimento após maturação, logo apresentam maior altura e número de nós na haste principal (SEDIYAMA et al., 2013).

A soja é uma espécie autógama de cultura anual, e apresenta uma taxa de autofecundação igual ou maior a 95%, evento esse que é favorecido devido à proteção que seus órgãos reprodutivos possuem estando na corola (BORÉM; ALMEIDA; KIHIL, 2009; PEREIRA et al., 2007), além de ser cleistógama, visto que o óvulo é fecundado antes da abertura da flor (SEDIYAMA; TEIXEIRA; BARROS, 2009).

2.4) Aspectos fundamentais para o cultivo da soja

É essencial conhecer as exigências edafoclimáticas, como condições de fotoperíodo, temperatura e umidade e também o manejo de cultura que expressem o

melhor desempenho agrônômico da soja em cada época e locais adequados de cultivo (GLASENAPP et al., 2015; SILVA; SEDIYAMA; BORÉM, 2015).

2.4.1) Fotoperíodo

O número de horas de luz por dia determina a proporção relativa entre os períodos vegetativos e reprodutivos, afetando o crescimento, maturação, altura de planta, peso de sementes, número de ramificações, vagens por planta, entre outros aspectos (BARROS; SEDIYAMA, 2009).

A soja é uma planta de dias curtos, logo é induzida a florescer se a duração do dia for igual ou inferior àquele valor crítico que caracteriza a cultivar, e é a indução floral que provoca a transformação dos meristemas vegetativos em reprodutivos, o que determina o tamanho final das plantas (BARROS; SEDIYAMA, 2009). Todavia, as cultivares variam em relação a essa sensibilidade ao fotoperíodo (WATANABE; HARADA; ABE, 2012). A percepção ao fotoperíodo crítico depende do período juvenil (SILVA; SEDIYAMA; BORÉM, 2015).

Em cultivares de período juvenil curto o estímulo para indução floral é percebido a partir do estágio de desenvolvimento V1, no qual a folha trifoliolada encontra-se completamente desenvolvida e as plantas ainda jovens podem ser induzidas ao florescimento, e apresentariam baixa altura e produtividade. Em contrapartida, as cultivares de período juvenil longo são induzidas somente a partir do estágio de desenvolvimento V5 a V8, possibilitando que ela atinja maiores alturas, peso de matéria seca e conseqüentemente, atinge seu potencial produtivo. O que define o ciclo é a faixa de latitude onde a cultivar é semeada (SILVA; SEDIYAMA; BORÉM, 2015).

2.4.2) Umidade

A disponibilidade de água é importante durante todo o desenvolvimento da planta, entretanto os períodos mais críticos são o de germinação, emergência, floração e enchimento de grãos. Para a germinação acontecer, a semente precisa absorver pelo menos 50% de sua matéria seca em água (BARROS; SEDIYAMA, 2009).

A necessidade de água vai aumentando, à medida que a planta se desenvolve, sendo o máximo durante a floração e o enchimento de grãos. Caso a exigência hídrica

não seja suprida, poderá acontecer queda de folhas, flores e o abortamento de vagens e consequentemente, queda na produtividade de grãos (SILVA; SEDIYAMA; SEDIYAMA, 2016).

Para obtenção de rendimento máximo na cultura, a demanda de água varia entre 450 e 850 mm por ciclo, variando de acordo com a cultivar. Normalmente, quando a planta apresenta maior altura e índice de área foliar, é o período de maior consumo de água (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 2013).

2.4.3) Temperatura

A temperatura ideal para uma germinação rápida das sementes de soja e bom desenvolvimento está em torno de 30°C. Temperaturas menores ou iguais a 10° C inibe o crescimento, enquanto temperaturas acima de 40°C provocam distúrbios na floração e diminuem a capacidade de retenção de vagens (EMBRAPA, 2010).

A taxa de desenvolvimento da planta está diretamente relacionada à temperatura, independente do cultivar. O florescimento ocorre apenas acima de 13° C, e tanto a nodulação da soja quanto a maturação são aceleradas pela ocorrência de altas temperaturas (SEDIYAMA et al.,2009).

2.5. Melhoramento de soja

Por meio dos programas de melhoramento foi possível o desenvolvimento de cultivares mais adaptadas a regiões de baixa latitude, com alta produtividade de grãos e resistentes a estresses tanto bióticos, como doenças e pragas, como abióticos, como déficit hídrico, temperaturas altas e acidez no solo (NOGUEIRA; SEDIYAMA; GOMES, 2015).

Com a expansão da cultura adaptada às diferentes regiões edafoclimáticas e os avanços tecnológicos, houve um aumento significativo do rendimento, uma vez que a demanda mundial pelo consumo de soja tende a crescer, já que a leguminosa é uma das principais fontes de proteína vegetal e pode ser utilizada na alimentação tanto humana quando animal (ANSELMO et al., 2011; LIMA et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2016).

No Brasil, os programas de melhoramento permitiram o desenvolvimento de cultivares com caracteres agronômicos desejáveis, além da instalação da cultura em regiões de baixa latitude, como o Cerrado, pela inserção de genes que retardam o florescimento mesmo em condições de fotoperíodo indutor, o que a caracteriza como de período juvenil longo (EMBRAPA, 2013).

No melhoramento convencional, as novas características são incorporadas aos materiais por meio de várias fases. Inicialmente, são desenvolvidas populações segregantes com alta variabilidade genética, por meio de hibridações artificiais entre genitores distintos que apresentam caracteres desejáveis, para obter e selecionar genótipos superiores. As populações obtidas são conduzidas por várias gerações até obter a homozigose, por meio de diversos métodos a fim de reduzir a heterozigose gerada na população F₂, como por exemplo, o método da população, método genealógico, método descendente de uma única semente (*Single Seed Descendent* – SSD), método descendente de uma única vagem (*Single Pod Descendent* – SPD) e teste de geração precoce (SEDIYAMA; SILVA; BORÉM, 2015; NOGUEIRA; SEDIYAMA; GOMES, 2015)

Em gerações mais avançadas, por meio de testes de progênies e seleção de linhagens que apresentam caracteres agrônômicos desejáveis são selecionadas e avaliadas plantas com genótipos superiores (BACAXIXI et al., 2011; DINIZ et al., 2014). Entre esses aspectos estão uniformidade do ciclo, tipo de crescimento, porte, atributos gerais para produtividade, resistências à deiscência das vagens, ao acamamento e às doenças (SEDIYAMA; TEIXEIRA; REIS, 2013).

2.6. Desenvolvimento de cultivares transgênicas

Com os avanços na biotecnologia, se tornou possível a transferência de genes, que codificassem caracteres agrônômicas de interesse, entre um organismo doador, podendo este ser uma bactéria, fungo ou planta, e um organismo receptor, sem a necessidade de fecundação ou cruzamento artificial entre eles. Logo, deixou de ser necessário a compatibilidade sexual para a transferência de caracteres, o que era limitante no melhoramento convencional (RAMALHO; FURTINI, 2009).

Esse processo de transformação genética, também chamado de transgenia, permite o desenvolvimento de organismos geneticamente modificados (OGM). No caso da biotecnologia agrícola, as plantas transformadas são denominadas de plantas transgênicas (BESPALHOK et al., 2009).

A soja tolerante ao glifosato é resultado da introdução de um gene isolado da bactéria *Agrobacterium tumefaciens*, que codifica a enzima 5-enolpiruvatoshiquimato-3-fosfato sintase no genoma da planta. A soja *Roundup Ready* (RR) da empresa Monsanto foi uma das primeiras culturas geneticamente modificadas comercializadas no mundo, sendo esta resistente ao herbicida glifosato, o que permitiu ao produtor utilizar o agente

químico livremente para eliminar as plantas daninhas, sem afetar a cultura. Conseqüentemente, o custo de redução foi reduzido, assim como o número de aplicações e também o uso de ingredientes ativos (OLIVEIRA, 2009; MONSANTO, 2011).

A fim de controlar as atividades de pesquisas, produção e comercialização de OGM, em 1995 foi criada uma Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) e também foi sancionada a Lei de Biossegurança nº 8.974. O parecer técnico regulamentou a utilização em escala comercial da soja transgênica (OLIVEIRA, 2009).

2.7. Parâmetros genéticos em soja

Por meio da análise de populações segregantes, torna-se possível a estimativa de parâmetros genéticos que são úteis para os melhoristas pois permitem, primeiramente, conhecer a variância genética existente entre as progênies, que é usada para estimar a herdabilidade, o número de genes que controlam os caracteres, a capacidade geral e específica de combinação, a heterose, a dominância, sobredominância e a epistasia (BALDISSERA et al., 2014). Esses parâmetros são essenciais na tomada de decisões em etapas iniciais e finais do programa, pois permite prever os ganhos genéticos de seleção e ainda, definir corretamente as estratégias de seleção (VASCONCELOS et al., 2010).

A herdabilidade (H^2) permite avaliar quanto do valor fenotípico é atribuído a causas genéticas e está relacionado aos ganhos de seleção. Assim, quanto maior a herdabilidade de um caráter, maior a chance de sucesso na seleção (RAMALHO et al., 2012). Os valores podem variar de zero a um, sendo que quando for igual a um, implica que toda a variação expressa é de natureza genética, e zero quando a variação for unicamente de natureza ambiental. A estimativa é considerada alta quando for igual ou superior a 70% (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

A estimativa de herdabilidade pode ser afetada pelo método utilizado para estimar esse valor, a diversidade na população, o nível de endogamia, o tamanho da amostra avaliada, o número e tipo de ambientes, a unidade experimental e a precisão na condução do experimento e da coleta de dados (BORÉM; MIRANDA, 2013).

Leite et al. (2015) avaliou parâmetros genéticos em uma população de 28 genótipos de soja de ciclo tardio e identificou herdabilidade acima de 70% para os caracteres de interesse agrônomo: altura da planta no florescimento e na maturidade, altura de inserção da primeira vagem, produtividade de grãos, número de nós e número de vagens.

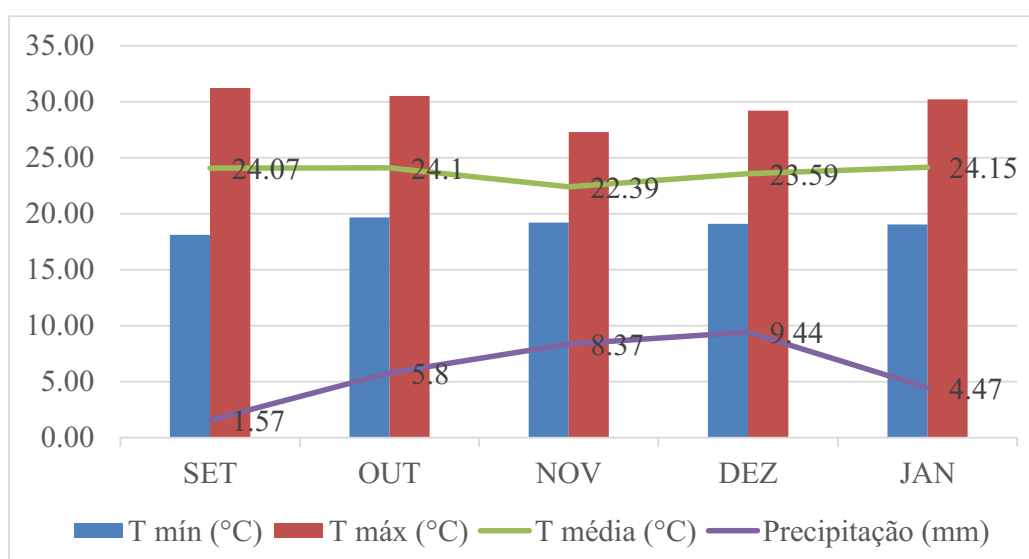
A estimativa do número de genes é outro importante parâmetro genético, pois permite indicar o tipo de herança que controla cada caráter, podendo ser de natureza monogênica, oligogênica ou poligênica. Quanto maior o número de genes envolvidos, maior será a possibilidade de combinações genotípicas possíveis em uma população, logo, maior número de gerações serão necessárias para atingir a homozigose completa. Sendo assim, informa o tamanho da população necessária para recuperar determinado genótipo. Vale ressaltar que tanto a influência do ambiente na expressão do caráter quanto o envolvimento de muitos genes de pequeno efeito podem dificultar a estimativa do número de genes (BALDISSERA et al., 2014).

Em suma, a estimativa dos parâmetros genéticos permite ao melhorista escolher corretamente as estratégias de seleção dos melhores genótipos, visando maiores ganhos genéticos possíveis, além de auxiliar na escolha do método de melhoramento que melhor se enquadra em cada caso (VILELA, 2008).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em campo na Fazenda Experimental Capim Branco, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia, localizada no município de Uberlândia, estado de Minas Gerais, cujas coordenadas geográficas são 18° 52' S; 48° 20' W e 872 m de altitude. Os dados de precipitação e temperatura durante a condução do experimento estão representados na Figura 1.

FIGURA 1: Precipitação e temperatura média nos meses de setembro de 2018 a janeiro de 2019 em Uberlândia, MG. Fonte: Estação Meteorológica da Fazenda Capim Branco.



Para obtenção de população segregante foram utilizados dois parentais (TABELA 1). Estas cultivares foram escolhidas de acordo com as características agronômicas e de grupo maturidade.

TABELA 1. Características das cultivares utilizadas no experimento realizado no município de Uberlândia – MG 2018

Cultivar	Grupo de Maturidade	Região de Adaptação	Cor de Flor	Cor de Hilo	Tipo de Crescimento	Instituição de Origem
BRS 256RR	7.5	SP, SC e PR	Branca	Marrom Claro	Determinado	Embrapa Soja
UFUS Xavante	8.2	BA, MA, MG, MT, PA, PI e TO	Roxa	Marrom Claro	Determinado	UFU ¹

Fonte: Registro Nacional de Cultivares – RNC (Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento: MAPA).¹UFU = Universidade Federal de Uberlândia.

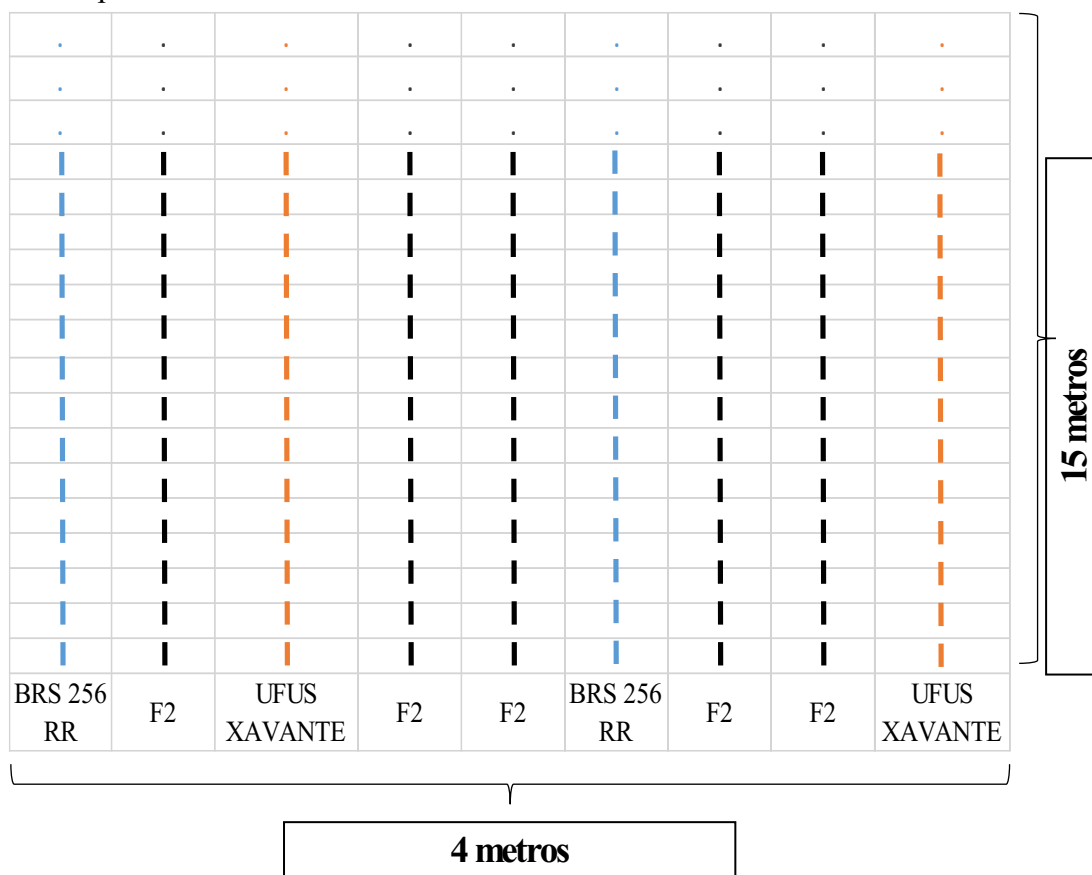
Foram utilizadas duas cultivares para o cruzamento biparental, o que permitiu o desenvolvimento da população segregante analisada neste trabalho. A primeira cultivar escolhida, BRS 256 RR apresenta ciclo de 146-150 dias e é tolerante ao herbicida Glifosato, além de apresentar resistência aos dois nematóides de galha *M. incognita* e *M. javanica*. Já a cultivar UFUS Xavante foi selecionada por possuir ciclo de 142 dias e também devido ao seu alto potencial produtivo e boa tolerância a umidade na maturação. Instalou-se o bloco de cruzamento em casa de vegetação, sendo as hibridações realizadas adotando BRS 256 RR como genitor feminino e UFUS Xavante como genitor masculino.

Após o cruzamento, foram obtidas vagens com 20 sementes híbridas, denominadas de F₁, que foram semeadas após avaliação da cor do hipocótilo para confirmar se são provenientes da hibridação. A geração F₁ foi conduzida em casa de vegetação para obtenção de sementes F₂.

Com as sementes F₂ obtidas, foi conduzido um experimento em campo para proceder ao estudo da análise de gerações. A semeadura foi realizada no dia 03 de setembro de 2018, em covas, sendo composta de nove linhas de 15 m de comprimento e 4 m de largura, com 50 sementes por linha espaçada entre si a 0,3 m e espaçamento de 0,5 m entre linhas. Destas, duas linhas são do parental 1 (BRS 256 RR) e duas linhas são

do parental 2 (UFUS Xavante). As demais linhas foram constituídas por indivíduos da população F₂ totalizando 250 indivíduos.

FIGURA 2: Croqui do experimento realizado em campo de condução de população segregante F₂ oriunda do cruzamento biparental entre BRS 256 RR e UFUS Xavante no município de Uberlândia – MG.



Inicialmente, ocorreu o preparo do solo que foi realizado com uma aração e duas gradagens. A adubação foi realizada manualmente, diretamente nos sulcos de semeadura, empregando-se 300 kg ha⁻¹ com a formulação NPK 04-20-20. As sementes foram previamente tratadas com fungicida Methylbenzimidazol-2-ylcarbamate e Tetramethylthiuram disulfide inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*.

Para suprir necessidades complementares de micronutrientes na fase inicial da cultura foram aplicados Cobalto (Co) e Molibdênio (Mb) na dosagem recomendada pelo produto de 150 mL ha⁻¹ no dia 05 de outubro de 2018.

Para o controle de pragas e doenças, foram realizadas cinco aplicações variando entre soluções com inseticida Tiametoxam + Lambda-Cialotrina (3,75 mL); inseticida Acefato (10g); fungicida (Enxofre) (70g); ou inseticida (Acefato + Silicato de Alumínio)

(17,4 g); fungicida (Trifloxistrobina + Protiocanazol) (10 mL) e Óleo mineral (2,5 mL), preparados em uma bomba com 5 L de água.

Para o controle de plantas daninhas foram realizadas duas capinas nos dias 03 de outubro de 2018 e 05 de novembro de 2018. Inicialmente, a irrigação era feita em dias alternados (segunda, quarta e sexta) de 25 a 30 mm a cada uma hora e meia para permitir desenvolvimento adequado da cultura. Posteriormente, com o início das chuvas (outubro/2018) a irrigação foi cessada.

Para a avaliação do experimento foram considerados 50 plantas do parental 1, BRS 256 RR, 50 plantas do parental 2, UFUS Xavante, e 250 indivíduos F₂ nos respectivos estádios de desenvolvimento da soja, proposta por Fehr e Caviness (1977), sendo mensurados os seguintes caracteres:

1. Número de dias para maturidade (NDM): número de dias decorrido entre o estágio VE até a maturidade (R8);
2. Altura da planta na maturação (APM): medida, em centímetros, a partir da superfície do solo até o último nó da haste principal, no estágio R8;
3. Número de nós na maturação (NNM): contagem do número nós presentes na haste principal, no estágio R8
4. Número de vagens (NV): contagem de todas as vagens produzidas pela planta, pós colheita;
5. Produção de grãos (PG): peso total dos grãos em gramas que cada planta produziu, medido em balança de precisão

Vale ressaltar que o número de parentais considerados para avaliação foi reduzido, uma vez que houveram perdas durante a condução do experimento.

A partir dos dados fenotípicos dos genitores e da geração F₂, foram estimados:

- Variância genotípica em F₂

$$\hat{\sigma}_{G(F_2)}^2 = \hat{\sigma}_{F(F_2)}^2 - \hat{\sigma}_{E(F_2)}^2$$

Em que:

$\hat{\sigma}_G^2$: variância genética da população F₂;

$\hat{\sigma}_F^2$: variância fenotípica da população F₂;

$\hat{\sigma}_{E(F_2)}^2$: variância ambiental da população F₂.

- Variância ambiental

$$\hat{\sigma}_E^2 = \frac{1}{2} [\hat{\sigma}_{(P1)}^2 + \hat{\sigma}_{(P2)}^2]$$

Em que:

$\hat{\sigma}_E^2$: variância ambiental;

$\hat{\sigma}_{(P1)}^2$: variância fenotípica do parental 1;

$\hat{\sigma}_{(P2)}^2$: variância fenotípica do parental 2.

- Herdabilidade no sentido amplo

$$h_a^2 = \frac{\hat{\sigma}_G^2 (F2)}{\hat{\sigma}_F^2 (F2)}$$

Em que:

h_a^2 : herdabilidade no sentido amplo;

$\hat{\sigma}_G^2 (F2)$: variância genética da população F₂;

$\hat{\sigma}_F^2 (F2)$: variância fenotípica da população F₂.

- Número de genes envolvidos na determinação de caráter

$$n = \frac{R^2(1+0,5k^2)}{8\hat{\sigma}_G^2 (F2)}$$

Em que:

n: número de genes;

R: amplitude entre as médias dos progenitores ou R: $\overline{P_1} - \overline{P_2}$;

$\hat{\sigma}_G^2 (F2)$: variância genética da população F₂.

- **Predição de ganhos por seleção:** o critério de seleção utilizado foi reduzir o caráter NDM e aumentar a APM, NNM, NV e PG e a proporção de seleção aplicada foi de 20%

$$\Delta G = DS h^2 \quad \text{e} \quad \Delta G\% = \frac{\Delta G}{\overline{X}_o}$$

Em que:

ΔG : ganho de seleção;

DS: diferencial de seleção, dado pela fórmula $DS = \bar{X}_s - \bar{X}_o$;

h^2 : herdabilidade;

\bar{X}_s : média observada;

\bar{X}_o : média dos selecionados.

- Média predita para o primeiro ciclo de seleção dos indivíduos selecionados em F₂

$$\bar{X}_c = \bar{X}_s + \Delta G$$

\bar{X}_c : média predita para o primeiro ciclo de seleção;

\bar{X}_s : média dos selecionados

ΔG : ganho de seleção

Todas as análises estatísticas foram realizadas no Programa Computacional em Genética e Estatística (GENES) (CRUZ, 2016).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O potencial genético da população segregante pode ser compreendido por meio da média e variância (BALDISSERA et al., 2014), uma vez que permitem comprovar a existência de variabilidade genética e assim comparar genótipos superiores. As médias dos caracteres agrônômicos e as estimativas de variância fenotípica encontram-se na Tabela 2, que permite inferir que as médias dos parentais BRS 256 RR e UFUS Xavante foram contrastantes para as características avaliadas, o que é importante no programa de melhoramento para seleção de indivíduos superiores (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

TABELA 2: Médias e variâncias fenotípicas de caracteres agronômicos obtidos nas gerações P₁, P₂ e F₂ em soja, cultivada em campo em setembro/2019 no município de Uberlândia – MG.

Gerações	NDM		APM		NNM		NV		PG	
	\bar{X}	$\hat{\sigma}_F^2$	\bar{X}	$\hat{\sigma}_F^2$	\bar{X}	$\hat{\sigma}_F^2$	\bar{X}	$\hat{\sigma}_F^2$	\bar{X}	$\hat{\sigma}_F^2$
P1	118,08	20,28	39,35	52,08	12,46	3,35	147,8	1865,80	49,36	278,81
P2	128,90	18,41	37,96	16,61	12,78	3,17	222,45	4041,45	51,18	237,91
F2	125,68	57,90	41,63	46,57	13,14	3,40	179,95	3545,85	57,22	460,36

P₁: BRS 256 RR; P₂: UFUS Xavante; F₂ autofecundação de F₁ (BRS 256 RR x UFUS Xavante); NDM: número de dias para maturidade; APM: altura da planta na maturidade; NNM: número de nós na maturidade; NV: número de vagens por planta; PG: produção de grãos; \bar{X} : média; $\hat{\sigma}_F^2$: variância fenotípica.

De acordo com a Tabela 2, a cultivar BRS 256 RR apresentou um ciclo mais curto na maturidade, com média de 118,08 dias e menor produção de grãos (49,36 g). Em contrapartida, a cultivar UFUS Xavante apresentou um ciclo mais longo para maturidade (128,90 dias) e maior número de vagens por planta (222,45). Já a geração F₂ apresentou maior altura e número de nós na maturação, e, também maior produção (41,63 cm; 13,14 nós; 57,22 g, respectivamente).

O ciclo do cultivar consiste no período de dias entre a emergência e a maturidade e pode ser considerado precoce com até 100 dias; semiprecoce entre 101 e 110 dias; médio de 111 a 125 dias, semitardio entre 125 e 145 dias e tardio, aqueles com mais de 145 dias. Vale lembrar que esta classificação varia quando deslocada da latitude da área de plantio, devido a sensibilidade da soja ao fotoperíodo (MATSUO; FERREIRA; SEDIYAMA, 2015). Segundos Passos et al. (2014), a demanda por desenvolver cultivares mais precoces que permitem o escape de algumas doenças e também o plantio de uma segunda safra é cada vez maior entre os produtores.

A cultivar BRS 256 RR apresenta ciclo tardio (GAZOLA; CAVARIANI, 2011), na faixa de latitude próxima a 20°; entretanto por ser uma cultivar de safra de verão e ter sido cultivada antecipadamente em setembro apresentou ciclo médio, como confirmado pelos resultados apresentados na Tabela 2. Já a cultivar UFUS Xavante tem ciclo semitardio, na faixa de latitude próxima a 10° (MELO et al, 2011) e sua média de NDM foi de 128,90 dias. A geração F₂ apresentou valores intermediários entre os genitores (Tabela 2).

A altura das plantas pode interferir na produtividade, qualidade dos grãos e na eficiência da colheita mecanizada, uma vez que influencia o acamamento (SEDIYAMA et al., 2015). O ideal para a colheita mecanizada é que as plantas apresentem altura variando entre 60 e 120 cm (PITOL; BROCH, 2012). Os valores médios de altura na maturidade para BRS 256 RR e UFUS Xavante foram de 39,35 cm e 37,96 cm, respectivamente, enquanto a população F₂ apresentou 41,63 cm, valor superior aos parentais (Tabela 2).

É esperado que uma planta de soja com alto potencial produtivo tenha em média de 17 a 18 nós na haste principal (SEDIYAMA; SILVA; BORÉM, 2015). De acordo com a Tabela 2, o número de nós na maturidade foi de 12,46 para BRS 256 RR, 12,78 para UFUS Xavante e 13,14 para F₂. O fotoperíodo durante a época de cultivo pode ter contribuído para essa expressão fenotípica, uma vez que cada cultivar possui seu fotoperíodo crítico. Além disso, o parental BRS 256 RR não é adaptado para Minas Gerais, o que modifica seu ciclo e conseqüentemente os demais caracteres.

A seleção de plantas com maior número de nós implica em plantas mais produtivas, uma vez que existe uma correlação genotípica positiva entre os caracteres produtividade de grãos e número de nós por planta (LEITE et al., 2016). De acordo com Sedyama (2016), a média de produção das cultivares nacionais de soja é de 30 a 80 vagens por planta. Para as populações estudadas, o número de vagens foi de 147,80; 222,45 e 179,95 vagens por planta, para o parental BRS 256 RR, UFUS Xavante e F₂ respectivamente (Tabela 2).

Ao analisar a produção de grãos apresentado na Tabela 2, é possível inferir que na média a geração F₂ superou os parentais e conseqüentemente tem potencial para seleção de indivíduos com maior potencial produtivo.

Na Tabela 3 estão apresentadas as estimativas de variância, herdabilidade e número de genes para caracteres agrônômicos e produtividade de grãos. O conhecimento da variação genética de um caráter permite escolher o método mais eficiente de seleção para o melhoramento (VILELA, 2008).

TABELA 3: Estimativas de variâncias fenotípicas, genotípicas e ambientais, herdabilidade no sentido amplo e número de genes de caracteres agrônômicos obtidos nas gerações P₁, P₂ e F₂ (BRS 256 RR x UFUS Xavante), em soja cultivada em campo em safra 2018/2019 no município de Uberlândia – MG.

Parâmetros	Caracteres				
	NDM	APM (cm)	NNM	NV	PG (g)
$\hat{\sigma}_f^2$	57,90	46,57	3,39	3545,85	460,36
$\hat{\sigma}_g^2$	38,55	12,22	0,13	592,23	258,36
$\hat{\sigma}_a^2$	19,34	34,35	3,26	2953,62	258,00
H ²	66,59	26,25	3,73	16,70	43,88
Π	7,16	15,55	119,60	17,63	8,04

NDM: número de dias para maturidade; APM: altura da planta na maturidade NNM: número de nós na maturidade; NV: número de vagens por planta; PG: produtividade de grãos; $\hat{\sigma}_{F_2}^2$: variância fenotípica; $\hat{\sigma}_g^2$: variância genotípica; $\hat{\sigma}_a^2$: variância ambiental; H²: herdabilidade no sentido amplo; Π : número de genes.

A variância fenotípica variou de 3,39 para NNM a 3545,85 para NV; enquanto a variância genotípica oscilou de 0,13 a 592,23 para NNM e NV, respectivamente (Tabela 3).

A variância proveniente dos efeitos ambientais dificulta o reconhecimento de genótipos superiores (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012). A partir da Tabela 3, foi possível notar que a variância ambiental foi de 3,26 para NNM e 29953,62 para NV, e que a variância genética superou a variância ambiental para NDM e PG.

Santos et al. (2016) estimaram a variância fenotípica, ambiental e genética em caracteres agrônômicos em população F₂ de soja, no Distrito Federal. As estimativas foram superiores às deste trabalho para altura da planta ($\hat{\sigma}_{F_2}^2$: 67,46; $\hat{\sigma}_g^2$: 61,17 e $\hat{\sigma}_a^2$: 6,28) e inferiores para número de dias para maturação ($\hat{\sigma}_{F_2}^2$: 45,33; $\hat{\sigma}_g^2$: 40,77 e $\hat{\sigma}_a^2$: 4,56); número de vagens ($\hat{\sigma}_{F_2}^2$: 200,19; $\hat{\sigma}_g^2$: 115,21; $\hat{\sigma}_a^2$: 84,99) e produção de grãos ($\hat{\sigma}_{F_2}^2$: 9,54; $\hat{\sigma}_g^2$: 5,49; $\hat{\sigma}_a^2$: 4,050).

A herdabilidade é um parâmetro que indica a proporção da variabilidade fenotípica que é atribuída às causas genéticas, sendo importante por permitir prever a possibilidade de ganhos com a seleção (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012). Os valores podem variar de zero a um, sendo as estimativas superiores a 70% consideradas altas em espécies vegetais (CRUZ et al., 2012; RAMALHO et al., 2012).

Neste estudo, as estimativas de herdabilidade no sentido amplo variaram de 3,73% a 66,59% para os caracteres NNM e NDM (Tabela 3), respectivamente, sendo consideradas de baixa e média magnitude, o que implica que a maior proporção da

variância fenotípica foi devida a influência do ambiente na expressão do caráter, o que torna difícil a escolha de genótipos superiores (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

Teixeira et al. (2017) encontraram estimativas de herdabilidade superiores em populações segregantes de soja na geração F₂, sendo 85,39% para NDM; 45,36% para APM; 17,29% para NNM; 60,20% para NV e 62,43% para PG. Em outro estudo, Santos et al., (2017) encontrou estimativas para herdabilidade ainda maiores para APM, 91,99% em plantas de soja.

Outro parâmetro importante para o melhoramento é o número de genes que controlam os caracteres, pois permite identificar se a herança do caráter é monogênica, oligogênica ou poligênica (LOBO; GIORDANO; LOPES, 2005). Isso é fundamental porque gera informação sobre o tamanho da população necessária para a recuperação de determinado genótipo. Tal estimativa pode ser difícil de ser mensurada corretamente caso haja influência do ambiente na expressão do caráter e quando existem genes de pequeno efeito envolvidos (BALDISSERA et al., 2014).

Os genes E1/e1, E2/e2, E3/e3, E4/e4, E5/e5, E6/e6, E7/e7, E8/e8, E9/e8 e J/j atuam em caracteres associados ao ciclo de soja (WATANABE, HARADA e ABE, 2012) e o conhecimento dos mesmos somado ao estudo de herança para ciclo em soja auxiliam no processo de desenvolvimento de cultivares mais precoces (TEIXEIRA, 2017).

No presente estudo, o número de genes variou de 7,16 para NDM e 119,60 para NNM (Tabela 3). Teixeira et al. (2017) observou no cruzamento UFUS 6901 x BR/MG 46 Conquista, que o número de dias para maturidade tem influência de apenas dois genes, enquanto a altura da planta e número de nós foram governados por 12 e 18 genes respectivamente; o número de vagens e produção de grãos por cerca de seis genes e a produção de grãos foi influenciada por 160 genes.

No melhoramento de plantas, os cruzamentos visam ampliar a variabilidade genética e a obtenção de genótipos superiores, também chamados de transgressivos, em populações avançadas. Esse tipo de segregação é notável em indivíduos que excedem os valores fenotípicos dos pais, tanto positivo quanto negativamente (LAURINDO et al., 2017). A ocorrência de segregantes transgressivos acontece quando há maior segregação em recombinações provenientes de cruzamentos entre genitores para obter híbridos com maior efeito heterótico (HAMAWAKI et al., 2012).

Na Tabela 4 foi possível observar a ocorrência de segregantes transgressivos para todos os caracteres, exceto para NV.

TABELA 4: Valores máximos e mínimos para parentais e F₂ e presença ou ausência de segregantes transgressivos.

Parâmetros	Caracteres				
	NDM	APM	NNM	NV	PG
Máximo nos pais	139	51	17	418	91
Mínimo nos pais	110	24,5	7	26	5
Máximo na F ₂	149	66	19	361	129
Mínimo na F ₂	102	27	8	72	15
Transgressivo	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM

NDM: número de dias para maturidade; APM: altura da planta na maturidade; NNM: número de nós na maturidade; NV: número de vagens por planta; PG: produtividade de grãos.

A ocorrência de segregantes transgressivos é importante para a seleção de genótipos superiores, especialmente em relação aos caracteres que contribuem diretamente para a produtividade, como número de vagens por planta e produção de grãos. Teixeira et al. (2017) observaram transgressivos para NV e PG em soja.

A precocidade é almejada em programas de melhoramento de soja e o caráter número de dias para maturidade é extremamente importante para sua predição. As cultivares que apresentam ciclo precoce possibilitam o sistema de sucessão de culturas, com colheita em tempo ideal para plantio de cana-de-açúcar ou milho (CRUZ et al. 2010).

Por permanecerem menos tempo em campo, as cultivares precoces estão menos sujeitas a estresses bióticos e abióticos, assim como encaram menos doenças presentes no final do ciclo da soja que afetam a produtividade (FINOTO et al., 2011).

Ao adotar intensidade de seleção de 20%, foram selecionados 40 indivíduos para cada um dos caracteres agrônômicos avaliados, cujos valores fenotípicos constam na Tabela 5.

TABELA 5: Indivíduos selecionados na população F₂ de soja, oriunda do cruzamento entre BRS 256 RR e UFUS Xavante, média dos indivíduos selecionados e ganho de seleção (GS%) de caracteres agrônômicos.

Indivíduos selecionados	NDM	Indivíduos selecionados	APM	Indivíduos selecionados	NNM	Indivíduos selecionados	NV	Indivíduos selecionados	PG
UFUS _{56XAV} _200	102	UFUS _{56XAV} _180	66	UFUS _{56XAV} _113	19	UFUS _{56XAV} _39	361	UFUS _{56XAV} _177	127
UFUS _{56XAV} _82	111	UFUS _{56XAV} _73	59	UFUS _{56XAV} _177	18	UFUS _{56XAV} _1	353	UFUS _{56XAV} _1	109
UFUS _{56XAV} _115	111	UFUS _{56XAV} _80	59	UFUS _{56XAV} _16	17	UFUS _{56XAV} _16	348	UFUS _{56XAV} _109	107
UFUS _{56XAV} _36	112	UFUS _{56XAV} _144	56	UFUS _{56XAV} _39	17	UFUS _{56XAV} _177	336	UFUS _{56XAV} _135	102
UFUS _{56XAV} _83	112	UFUS _{56XAV} _108	55.5	UFUS _{56XAV} _124	17	UFUS _{56XAV} _197	333	UFUS _{56XAV} _16	101
UFUS _{56XAV} _61	113	UFUS _{56XAV} _113	54.2	UFUS _{56XAV} _159	17	UFUS _{56XAV} _10	309	UFUS _{56XAV} _171	101
UFUS _{56XAV} _2	114	UFUS _{56XAV} _39	54	UFUS _{56XAV} _20	16	UFUS _{56XAV} _178	309	UFUS _{56XAV} _77	99
UFUS _{56XAV} _17	114	UFUS _{56XAV} _97	54	UFUS _{56XAV} _33	16	UFUS _{56XAV} _171	306	UFUS _{56XAV} _103	99
UFUS _{56XAV} _41	114	UFUS _{56XAV} _16	53.5	UFUS _{56XAV} _73	16	UFUS _{56XAV} _13	296	UFUS _{56XAV} _119	97
UFUS _{56XAV} _144	114	UFUS _{56XAV} _141	53	UFUS _{56XAV} _80	16	UFUS _{56XAV} _133	295	UFUS _{56XAV} _35	96
UFUS _{56XAV} _170	115	UFUS _{56XAV} _77	52.5	UFUS _{56XAV} _98	16	UFUS _{56XAV} _109	292	UFUS _{56XAV} _102	96
UFUS _{56XAV} _187	115	UFUS _{56XAV} _185	52.1	UFUS _{56XAV} _111	16	UFUS _{56XAV} _77	291	UFUS _{56XAV} _105	96
UFUS _{56XAV} _197	115	UFUS _{56XAV} _109	52	UFUS _{56XAV} _144	16	UFUS _{56XAV} _100	291	UFUS _{56XAV} _144	96
UFUS _{56XAV} _15	116	UFUS _{56XAV} _111	51.8	UFUS _{56XAV} _162	16	UFUS _{56XAV} _106	291	UFUS _{56XAV} _197	95
UFUS _{56XAV} _66	116	UFUS _{56XAV} _114	51.5	UFUS _{56XAV} _163	16	UFUS _{56XAV} _162	291	UFUS _{56XAV} _106	93
UFUS _{56XAV} _34	117	UFUS _{56XAV} _117	51.5	UFUS _{56XAV} _171	16	UFUS _{56XAV} _135	285	UFUS _{56XAV} _13	92
UFUS _{56XAV} _42	117	UFUS _{56XAV} _125	51.5	UFUS _{56XAV} _185	16	UFUS _{56XAV} _96	283	UFUS _{56XAV} _43	91
UFUS _{56XAV} _62	117	UFUS _{56XAV} _178	51	UFUS _{56XAV} _188	16	UFUS _{56XAV} _180	280	UFUS _{56XAV} _113	89
UFUS _{56XAV} _71	117	UFUS _{56XAV} _177	50.5	UFUS _{56XAV} _10	15	UFUS _{56XAV} _119	278	UFUS _{56XAV} _10	87
UFUS _{56XAV} _112	117	UFUS _{56XAV} _133	50.2	UFUS _{56XAV} _14	15	UFUS _{56XAV} _35	265	UFUS _{56XAV} _23	85
UFUS _{56XAV} _119	117	UFUS _{56XAV} _69	50	UFUS _{56XAV} _18	15	UFUS _{56XAV} _113	262	UFUS _{56XAV} _125	85
UFUS _{56XAV} _12	118	UFUS _{56XAV} _70	50	UFUS _{56XAV} _26	15	UFUS _{56XAV} _163	255	UFUS _{56XAV} _110	83
UFUS _{56XAV} _23	118	UFUS _{56XAV} _163	50	UFUS _{56XAV} _34	15	UFUS _{56XAV} _125	254	UFUS _{56XAV} _69	82
UFUS _{56XAV} _68	118	UFUS _{56XAV} _171	50	UFUS _{56XAV} _49	15	UFUS _{56XAV} _80	253	UFUS _{56XAV} _153	82
UFUS _{56XAV} _70	118	UFUS _{56XAV} _153	49.8	UFUS _{56XAV} _67	15	UFUS _{56XAV} _83	249	UFUS _{56XAV} _83	80
UFUS _{56XAV} _90	118	UFUS _{56XAV} _182	49.5	UFUS _{56XAV} _83	15	UFUS _{56XAV} _103	249	UFUS _{56XAV} _96	80
UFUS _{56XAV} _105	118	UFUS _{56XAV} _190	49.5	UFUS _{56XAV} _87	15	UFUS _{56XAV} _140	246	UFUS _{56XAV} _33	79
UFUS _{56XAV} _109	118	UFUS _{56XAV} _13	49	UFUS _{56XAV} _99	15	UFUS _{56XAV} _174	246	UFUS _{56XAV} _38	79
UFUS _{56XAV} _114	118	UFUS _{56XAV} _99	49	UFUS _{56XAV} _103	15	UFUS _{56XAV} _38	245	UFUS _{56XAV} _112	79
UFUS _{56XAV} _186	118	UFUS _{56XAV} _106	49	UFUS _{56XAV} _105	15	UFUS _{56XAV} _69	241	UFUS _{56XAV} _163	78
UFUS _{56XAV} _191	118	UFUS _{56XAV} _116	49	UFUS _{56XAV} _106	15	UFUS _{56XAV} _95	241	UFUS _{56XAV} _36	77
UFUS _{56XAV} _167	119	UFUS _{56XAV} _184	48.8	UFUS _{56XAV} _125	15	UFUS _{56XAV} _189	239	UFUS _{56XAV} _80	77
UFUS _{56XAV} _171	119	UFUS _{56XAV} _112	48.5	UFUS _{56XAV} _135	15	UFUS _{56XAV} _84	237	UFUS _{56XAV} _84	77
UFUS _{56XAV} _3	120	UFUS _{56XAV} _162	48.5	UFUS _{56XAV} _141	15	UFUS _{56XAV} _184	236	UFUS _{56XAV} _104	77
UFUS _{56XAV} _50	120	UFUS _{56XAV} _33	48.2	UFUS _{56XAV} _142	15	UFUS _{56XAV} _112	235	UFUS _{56XAV} _178	77
UFUS _{56XAV} _56	120	UFUS _{56XAV} _20	48	UFUS _{56XAV} _153	15	UFUS _{56XAV} _144	235	UFUS _{56XAV} _162	76
UFUS _{56XAV} _101	120	UFUS _{56XAV} _28	48	UFUS _{56XAV} _156	15	UFUS _{56XAV} _33	230	UFUS _{56XAV} _143	75
UFUS _{56XAV} _130	120	UFUS _{56XAV} _179	48	UFUS _{56XAV} _172	15	UFUS _{56XAV} _3	229	UFUS _{56XAV} _174	75
UFUS _{56XAV} _151	120	UFUS _{56XAV} _34	47.5	UFUS _{56XAV} _174	15	UFUS _{56XAV} _74	227	UFUS _{56XAV} _117	73
UFUS _{56XAV} _166	120	UFUS _{56XAV} _35	47.5	UFUS _{56XAV} _175	15	UFUS _{56XAV} _86	227	UFUS _{56XAV} _39	39
\bar{X}_c	116.35		51.43		15.675		273.23		87.2
\bar{X}_{p1}	118.08		39.35		12.46		147.8		278.81
\bar{X}_{p2}	128.9		37.96		12.78		222.45		237.91

NDM: número de dias para maturidade; APM: altura da planta na maturidade; NNM: número de nós na maturidade; NV: número de vagens por planta; PG: produtividade de grãos; \bar{X}_c : média dos selecionados; \bar{X}_{p1} : média do parental BRS 256 RR; \bar{X}_{p2} : média do parental UFUS Xavante.

O número de dias para maturidade entre os indivíduos selecionados apresentou média de 116,35 o que demonstra que os indivíduos selecionados são mais precoces que os genitores. Além disso, a progênie UFUS_{56XAV} 200 apresentou ciclo de 102 dias, o que

é interessante para o mercado. A média dos indivíduos selecionados para APM, NNM, NV e PG foi de 51,43 cm, 15,68 nós, 273,23 vagens e 87,20 gramas (Tabela 5).

Os indivíduos selecionados possuem características superiores aos genitores BRS 256 RR e UFUS Xavante para todas as características exceto PG, podendo ser considerados como genótipos potenciais para o avanço em programas de melhoramento de soja e desenvolvimento de novas cultivares com características favoráveis. Teixeira et al., (2017) ao analisar progênies F₂ de soja no município de Uberlândia – MG, observaram indivíduos selecionados superiores aos genitores para todas as características estudadas.

A predição do ganho de seleção orienta o programa de melhoramento de forma a prever o sucesso do método de seleção e determinar as técnicas mais efetivas (HAMAWAKI et al., 2012). Na Tabela 6 estão apresentados os ganhos de seleção, bem como a média predita para o próximo ciclo após a seleção para caracteres agronômicos e produtividade de grãos em soja.

TABELA 6: Presença de ganhos por seleção para caracteres agronômicos e produtividade de grãos em soja, em população segregante F₂ oriunda da hibridação entre os genitores BRS 256 RR e UFUS Xavante.

Parâmetros	Caracteres				
	NDM	APM	NNM	NV	PG
\bar{X}_o	125,68	41,63	13,14	179,95	57,22
\bar{X}_s	137,18	51,43	15,68	273,23	89,45
GS (%)	- 6,21	6,18	0,72	8,66	24,72
Média predita para o 1º ciclo após seleção	119,47	44,20	13,23	195,52	71,36

NDM: número de dias para maturidade; APM: altura da planta na maturidade; NNM: número de nós na maturidade; NV: número de vagens por planta; PG: produtividade de grãos; \bar{X}_o : média original da população F₂; \bar{X}_s : média dos indivíduos selecionados; GS (%): porcentagem de ganho por seleção.

O que pode interferir, direta ou indiretamente, no ganho de seleção são a proporção, propriedade genéticas da população e condições ambientais. Quanto maior a heterogeneidade genética da população, maior as chances de ganho com seleção, uma vez que o ganho está diretamente ligado a diferença da média do grupo selecionado e da média da população original. Entretanto, em ciclos sucessivos o ganho pode ser comprometido

caso haja alta pressão seletiva, que reduz a variabilidade genética (HAMAWAKI et al., 2012).

Os maiores ganhos de seleção foram para os caracteres NV e PG, com valores de 8,66% e 24,72%, que estão relacionados com a produtividade de soja. O menor ganho foi o NNM de 0,72%, uma vez que a média dos indivíduos selecionados e da população original são próximas (Tabela 6).

Entre os indivíduos selecionados, destacam-se os genótipos UFUS_{56XAV_83} e UFUS_{56XAV_144}. O genótipo UFUS_{56XAV_144} foi selecionado para os caracteres NDM, APM; NNM; NV e PG, enquanto o genótipo UFUS_{56XAV_83} foi selecionados para os mesmos caracteres, exceto altura de planta na maturação (Tabela 5). Esses genótipos acumulam caracteres relacionadas à precocidade e produtividade de grãos (Tabela 5). O genótipo UFUS_{56XAV_177} foi selecionado em todos os caracteres exceto número de dias para maturação, o que indica que é um material produtivo mas não está entre os mais precoces.

5. CONCLUSÕES

O caráter número de dias para maturidade apresentou média herdabilidade e herança poligênica com cerca de sete genes envolvidos no caráter, enquanto o número de vagens por planta e a produção de grãos apresentaram baixa herdabilidade e influência de 17 e 8 genes por caráter, respectivamente.

Dentre os indivíduos selecionados, são promissores os genótipos UFUS_{56XAV_144} e UFUS_{56XAV_83} que apresentam caracteres relacionados à precocidade e produtividade de grãos, sendo o primeiro selecionados para todos os caracteres avaliados (NDM; APM; NNM; NV e PG) enquanto o segundo foi selecionado para os mesmos caracteres exceto APM.

A hibridação de BRS 256 RR e UFUS Xavante permite a obtenção de ganhos de seleção de indivíduos superiores quanto à precocidade, altura, número de vagens por planta e produção de grãos, sendo genótipos promissores em programas de melhoramento de soja.

6. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. D.; PELUZIO, J. M.; AFFERRI, F. S. Correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais em soja cultivada sob condições várzea irrigada, sul do Tocantins. **Bioscience Journal**. v. 26, n. 1, p. 95-99, 2010, <https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000100014>

ANSELMO, J. L.; ANDRADE, J. A. C.; LAZARINI, E.; COSTA, D. S.; LEAL, A. J. F. Estabilidade e adaptabilidade de cultivares transgênicas e convencionais de soja, na região dos Chapadões. **Científica**, v. 39, n. 1, p. 69-78, 2011.

BACAXIXI, P.; RODRIGUES, L.; BRASIL, E.; BUENO, C.; RICARDO, H.; EPIPHANIO, P.; SILVA, D. P.; BARROS, B. M. C.; SILVA, T. F.; BOSQUÊ, G. A soja e seu desenvolvimento no melhoramento genético. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Ano X, n. 20, 2011.

BALDISSERA, J. N. DA C.; VALENTINI, G.; COAN, M. M. D.; GUIDOLIN, A. F.; COIMBRA, J. L. M. Genetics factors related with the inheritance in autogamous plant populations. **Revista de Ciências Agroveterinárias = Journal of Agroveterinary Sciences**, v. 13, n. 2, p. 181-189, 2014.

BARROS, H.B.; SEDIYAMA, T. Luz, Umidade e Temperatura. In: SEDIYAMA, T. (Ed.) **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenaz, 2009, p. 17-27.

BESPALHOK, J.C.F.; GUERRA, E.P.; OLIVEIRA, R.A. **Plantas transgênicas**. Disponível em: <http://www.bespa.agrarias.ufpr.br/paginas/livro/capitulo%20transgenicos.pdf>. Acesso: 1 mar. 2019.

BEZERRA, A.R.G.; SEDIYAMA, T.; BORÉM, A.; SOARES, M.M. Importância Econômica. In: SEDIYAMA, T (Ed.) A. **Soja: do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, 2015. Cap. 1. p. 9-26.

BORÉM, A.; ALMEIDA, L. A.; KIHIL, R. A. S. Hibridação em soja. In: BORÉM, A. (Ed) **Hibridação Artificial de Plantas**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2009. 625 p.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 6. ed. Viçosa: Editora UFV. 2013. 523 p.

CASTRO, L. S.; MIRANDA, M. H.; LIMA, J. E. Indicadores sociais de desenvolvimento e a produção de soja: uma análise multivariada nos 150 maiores municípios produtores brasileiros. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 11, n. 1, p. 69-87, 2015.

CHUNG, G.; SINGH, R. J. Broadening the genetics base of soybean: a multidisciplinary approach. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 27, n. 5, p. 295-341, 2008, <https://doi.org/10.1080/07352680802333904>

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira: grãos - safra 2018/19 – Terceiro levantamento. **Companhia Nacional de Abastecimento**, v. 7, n. 3, p. 1-28, 2019.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos – Safra 2018/19, Nono levantamento. **Companhia Nacional de Abastecimento**, Brasília, v.6, p. 1-50, 2019.

COSTA, N. L.; SANTANA, A. D. Poder de mercado e desenvolvimento de novas cultivares de soja transgênicas e convencionais: análise da experiência brasileira. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 56, n. 1, p. 61-68, 2013, <https://doi.org/10.4322/rca.2013.003>

COSTA, M. R.; GELAIN, E. Um estudo comparado referente aos custos de produção no cultivo da soja do tipo rr em relação ao cultivo da soja simplificada. **Revista de Ciências Gerenciais**, v. 18, n. 28, p. 71-77, 2014.

CRUZ, T. V. Crescimento e produtividade de soja em diferentes épocas de semeadura no oeste da Bahia. **Scientia Agraria**, v. 11, n. 1, p. 033-042, 2010, <https://doi.org/10.5380/rca.v11i1.15941>

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, 2012. v. 1, 514 p.

CRUZ, C. D. **Programa Genes - Ampliado e integrado aos aplicativos R, Matlab e Selegen**. *Acta Scientiarum, Agronomy* v.38, n.4, pp.547-552, 2016, <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v38i3.32629>

DINIZ, R. M. G.; HAMAWAKI, O. T.; OLIVEIRA, A. P. Comportamento agrônomico de cultivares de soja de ciclo precoce. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 18; p. 973, 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja região central do Brasil** 2011. [S.1.]: Embrapa Soja; Embrapa Cerrados; Embrapa Agropecuária Oeste, 2010. 255 p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil**, 2014. - Londrina: Embrapa Soja, 2013. 266p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de Soja Região Central do Brasil** 2014. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265 p.

ESPÍNDOLA, C. J.; CUNHA, R. C. C. A dinâmica geoeconômica recente da cadeia produtiva de soja no Brasil e no Mundo. **Geotextos** v. 11, n. 1, p. 217-238, Salvador, UFBA, 2015, <https://doi.org/10.9771/1984-5537geo.v11i1.12692>

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11 p. (Special report, 80).

FINOTO, E. L.; CARREGA, W. C.; SEDIYAMA, T.; DE ALBUQUERQUE, J. A. A.; CECON, P. R.; REIS, M. S. Efeito da aplicação de fungicida sobre caracteres agrônomicos e severidade das doenças de final de ciclo na cultura da soja. **Revista**

Agro@ambiente. On-line, v. 5, n. 1, p. 44-49, 2011, <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v5i1.418>

GAZOLA, E.; CAVARIANI, C. Desempenho de cultivares transgênicas de soja em sucessão a culturas de inverno em semeadura direta. **Biosci J.**, Uberlândia, v.27, n.5, p.748-763, 2011.

GLASENAPP, J.S.; SEDIYAMA T.; MATSUO, E. Estresse Abiótico. In: SEDIYAMA, T (Ed.). **Melhoramento Genético da Soja**. Londrina: Mecnas, 2015a. Cap. 8. p. 103-126.

HAMAWAKI, O. T.; DE SOUSA, L. B.; ROMANATO, F. N.; NOGUEIRA, A. P. O.; JÚNIOR, C. D. S.; POLIZEL, A. C. Genetic parameters and variability in soybean genotypes. **Comunicata Scientiae**, v. 3, n. 2, p. 76-83, 2012.

HIMOWITZ, T. On the domestication of soybean. **Economic Botany**, v. 24, n. 4, p. 408-421, 1970, <https://doi.org/10.1007/BF02860745>

IEA: **Instituto de Economia Agrícola Soja**: Brasil pode se tornar maior produtor mundial no próximo ano. São Paulo, SP., 2018. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=14450>>. Acesso em: 01 ago 2019.

LAURINDO, R. D. F. et al. Potencial de híbridos e populações segregantes de abóbora para teor de óleo nas sementes e plantas com crescimento do tipo moita. **Ceres**, v. 64, n. 6, 2017, <https://doi.org/10.1590/0034-737x201764060004>

LEITE, W. D. S.; PAVAN, B. E.; MATOS FILHO, C. H. A.; FEITOSA, F. S.; OLIVEIRA, C. B. Estimativas de parâmetros genéticos e correlações entre caracteres agronômicos em genótipos de soja. **Nativa**, v. 3, n. 4, p. 241-245, 2015, <https://doi.org/10.14583/2318-7670.v03n04a03>

LEITE, W. S.; PAVAN, B. E.; MATOS FILHO, C. H. A.; DE ALCANTARA NETO, F.; DE OLIVEIRA, C. B.; FEITOSA, F. S. Genetic parameters estimation, correlations and selection indexes for six agronomic traits in soybean lines F8. **Comunicata Scientiae**, v. 7, n. 3, p. 302-310, 2016.

LIMA, I. P.; BRUZI, A. T.; BOTELHO, F. B. S.; ZAMBIAZZI, E. V.; SOARES, I. O.; ZUFFO, A. M. Performance of Conventional and Transgenic Soybean Cultivars in the South and Alto Paranaíba Regions of Minas Gerais, Brazil. **American Journal of Plant Sciences**, v. 6, n. 9, p. 1385-1390, 2015, <https://doi.org/10.4236/ajps.2015.69138>

LOBO, V. L. S.; GIORDANO, L. B.; LOPES, C. A. Herança da resistência à mancha bacteriana em tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30 p. 343-349, 2005, <https://doi.org/10.1590/S0100-41582005000400002>

MATSUO, E.; FERREIRA, S.C.; SEDIYAMA, T. Importância Econômica. In: SEDIYAMA, T (Ed.) **A. Soja: do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, 2015. Cap. 2. p. 27-53.

MELO, C. L. P. de; PIPOLO, A. E.; MOREIRA, J. U. V.; OLIVEIRA, M. F. de; ARIAS, C. A. A.; LIMA, D. de; FOLONI, J. S. S.; ZITO, R. K.; MIRANDA, L. C.; PETEK, M. R.; BORGES, R. de S.; SOUZA, M. G. de; DALBOSCO, M.; DENGLER, R. U. Cultivares de soja: MACRORREGIÕES 1, 2, 3 e REC 401: Centro-Sul do Brasil. Londrina: **Embrapa Soja**, 2017.

MONSANTO. **Biotecnologia**. Disponível em: <<http://www.monsanto.com.br/produtos/biotecnologia/biotecnologia.asp>>. Acesso em: 1 mar. 2019.

MORCELI JUNIOR, A. A.; DI MAURO, A. O.; UNÊDA-TREVISOLI, S. H.; MUNIZ, F. R. S.; COSTA, M. M.; & MORCELI, T. G. S. Análise genética em cruzamentos de soja com fonte de resistência ao nematóide de cisto. **Ceres**, v. 55, n. 3, p. 153- 159, 2008.

MUNIZ, F. R. S.; MAURO, A. O.; UNÊDA-TREVISOLI, S. H.; OLIVEIRA, J. A.; BÁRBARO, I. M.; ARRIEL, N. H. C.; COSTA, M. M. Parâmetros genéticos e fenotípico sem populações segregantes de soja. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 615-622, 2002.

NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B.; NEUMAIER, N. **Características da soja**. Embrapa- CNPSo, 2008. Disponível em: <
http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01_24_271020069131.html>. Acesso em: 01/12/2018.

NOGUEIRA, A. P. O.; SEDIYAMA, T.; BARROS, TEIXEIRA, R. C. Morfologia, crescimento e desenvolvimento. In: SEDIYAMA, T. (Ed.) **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenas, 2009, p. 7-16.

NOGUEIRA, A. P. O.; SEDIYAMA, T.; SOUSA, L. B.; HAMAWAKI, O. T.; CRUZ, C. D.; PEREIRA, D. G.; MATSUO, E. Análise de trilha e correlações entre caracteres em soja cultivada em duas épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 6, p. 877-888, 2012.

NOGUEIRA, A. P. O.; SEDIYAMA, T.; GOMES, J. D. Avanços no melhoramento genético da cultura da soja nas últimas décadas. In: LEMES, E; CASTRO, L.; ASSIS, R. (Org.) **Doenças da soja: Melhoramento Genético e Técnicas de Manejo**. Campinas: Millennium Editora, 2015, p. 159-178.

OLIVEIRA, L. G. **Adaptabilidade e estabilidade da produtividade de 16 cultivares de soja resistentes a herbicida em duas regiões sojícua**. 2009. Dissertação (Mestrado Concentração em Fitotecnia), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

OLIVEIRA, V. M.; HAMAWAKI, O. T.; NOGUEIRA, A. O.; SOUSA, L. B.; SANTOS, F. M.; HAMAWAKI, R. L. Selection for wide adaptability and high phenotypic stability of Brazilian soybean genotypes. **Genetics and molecular research: GMR**, v. 15, n. 1, 2016, <https://doi.org/10.4238/gmr.15017843>

PASSOS, A. M. A. dos; GODINHO, V. de P. C.; MARCOLAN, A. L.; BROGIN, R. L.; AKER, A. M. Avaliação de cultivares de soja de ciclo precoce em área de pastagem na região sudoeste da Amazônia. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 19, p. 319, 2014.

PEREIRA, W.A.; GIÚDICE, M.P.D.; CARNEIRO, J.E.S.; DIAS, D.C.F.S.; BORÉM, A. Fluxo gênico em soja geneticamente modificada e método para sua detecção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p. 999-1006, 2007, <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000700012>

PITOL, C.; BROCH, D.L. **Soja: Lavoura mais produtiva e Tolerante à Seca**. Boletim técnico. Fundação MS, v. 6, n. 1, p. 140-146, 2012.

Programa de Melhoramento de Soja da Universidade Federal de Uberlândia. **Varietades de soja da UFU**. [2018]. Disponível em: < <http://www.pmssoia.iciag.ufu.br/node/10>>. Acesso em: 28 fev. 2019.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B.; SANTOS, J. B. dos; NUNES, J. A. R. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. Lavras: Editora UFLA, 522 p., 2012

RAMALHO, M. A. P.; FURTINI, I. V., Técnicas biotecnológicas aplicadas ao melhoramento vegetal: alcance e limites. **Revista Ceres**. v. 56, p. 473-479, 2009.

SANTOS, E. R. dos. **Parâmetros genéticos e obtenção de genótipos de soja com ausência de lipoxigenase e características agrônômicas em baixas latitudes**. 2016. Tese (Doutorado) - UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, Brasília, 2016.

SANTOS, M. F.; MÖLLER, M.; CLOUGH, S. J.; PINHEIRO, J. B. Heritability of agronomic traits correlated with reduced stink bug damage in an F2:3 soybean population derived from IAC-100. **Journal of Crop Improvement** [S.I.], v. 32, n. 1, p. 1–18, 2017, <https://doi.org/10.1080/15427528.2017.1370404>

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M. S.; Origem, Evolução e Importância Econômica. In: SEDIYAMA T, (Ed.). **Tecnologia de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenasa, p. 1-5, 2009.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M. S. **Melhoramento da soja**. In: BORÉM, A. (Ed.). Melhoramento de espécies cultivadas. Viçosa: Editora UFV, 2013. p. 553-603.

SEDIYAMA, T. **Importância econômica da semente**. In: SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenasa Ltda, 2013. Cap. 1. p. 11.

SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. **Soja: do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, 2015, 333 p.

SEDIYAMA, T. **Origem e evolução**. In: SEDIYAMA, T. **Melhoramento genético da soja**. Londrina, Editora Mecenasa, p. 352, 2015.

SEDIYAMA, T. **Produtividade da Soja**. Viçosa: Editora UFV, 2016, 310 p.

SILVA, A.F.; SEDIYAMA, T.; BORÉM, A. Importância Econômica. In: SEDIYAMA, T (Ed.) A. **Soja: do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, 2015. Cap. 3. p. 54-65.

TEIXEIRA, F.G. **Herança da precocidade e de caracteres agronômicos em soja e seleção de linhagens com base em índices de seleção**. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Uberlândia, 2017

TEIXEIRA, F. G.; HAMAWAKI, O. T.; NOGUEIRA, A. P. O.; HAMAWAKI, R. L.; HAMAWAKI, C. L.; MATTOS, T. P.; SILVEIRA, I. C.; MEDEIROS, L. A. Inheritance of precocity and of agronomic characters in soybean. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 16, p. 01, 2017, <https://doi.org/10.4238/gmr16039842>

TEIXEIRA, F.G.; HAMAWAKI, O.T.; NOGUEIRA, A.P.O.; HAMAWAKI, R.L.; JORGE, G.L.; HAMAWAKI, C.L.; MACHADO, B.Q.V.; SANTANA, A.J.O. Genetic

parameters and selection of soybean lines based on selection indexes. **Genetics and molecular research**, v. 16, n. 3, 2017, <https://doi.org/10.4238/gmr16039750>

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. **Foreign Agriculture Service** online. 2018. Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/psdonline>. Acesso em: 23 jan. 2019.

VASCONCELOS, E. S.; FERREIRA, R. P.; CRUZ, C. D.; MOREIRA, A.; RASSINI, J. B.; FREITAS, A. R. Estimativas de ganho genético por diferentes critérios de seleção em genótipos de alfafa. **Revista Ceres**, v. 57 p. 205-210, 2010, <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2010000200011>

VILELA, M. S. **Estimativas de parâmetros genéticos para caracteres de cenoura em sistemas de cultivo agroecológico**. 2008. 68 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

WATANABE, S.; HARADA, K.; ABE, J. Genetic and molecular bases of photoperiod responses of flowering in soybean. **Breedingscience**, v. 61, n. 5, p. 531-543, 2012, <https://doi.org/10.1270/jsbbs.61.531>