

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA
GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

Parâmetros genéticos, potencial produtivo e agrônômico de linhagens de soja

Alex Júnio de Oliveira Santana

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

Uberlândia – MG
Fevereiro – 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA
GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

Parâmetros genéticos, potencial produtivo e agrônômico de linhagens de soja

Alex Júnio de Oliveira Santana

Prof. Dra. Ana Paula Oliveira Nogueira

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

Uberlândia – MG
Fevereiro – 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA
GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

Parâmetros genéticos, potencial produtivo e agrônômico de linhagens de soja

Alex Júnio de Oliveira Santana

Prof. Dra. 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
Fevereiro – 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA
GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

Parâmetros genéticos, potencial produtivo e agrônômico de linhagens de soja

Alex Júnio de Oliveira Santana

Aprovado pela Banca Examinadora em: 15/02/2018 Nota: 100

Prof. Dra. Ana Paula Oliveira Nogueira
Presidente da Banca Examinadora

Uberlândia, 15 de fevereiro de 2018.

Aos meus pais Jailson Nunes de Santana e Alessandra de
Oliveira Castro.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser minha força e estar ao meu lado em todos os momentos.

À minha família por cuidarem de mim e por todo o apoio.

À professora Dr^a. Ana Paula, por me motivar, por ter confiado em mim até mesmo nos momentos em que eu não confiei e também por ter me orientado da melhor forma possível em todos os momentos.

Ao meu amigo Thiago Silva Corsi pelo companheirismo, motivação e por me apoiar nos piores e melhores momentos.

Ao meu amigo Filipi Cardoso Bernardes pela ajuda e pelos momentos de alegria proporcionados na fazenda.

Aos meus grandes mestres Fernanda Gabriela Teixeira, Gabriel Lemes Jorge e Thúlio Pereira Mattos por não medirem esforços para me ajudar, por estarem ao meu lado e também por me ensinarem tudo o que eu sei hoje.

Aos funcionários da fazenda Frederico, Luquinha, Baiano, Ramon e Luciano por todo o apoio e consideração, pois sem eles este trabalho não seria possível.

A todos os alunos de graduação e pós-graduação do programa de melhoramento de soja que contribuíram diretamente ou indiretamente para a realização do trabalho.

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

Muito obrigado!

RESUMO

Os parâmetros genéticos são úteis em programas de melhoramento para auxiliar o melhorista, na seleção de linhagens com características superiores. O experimento foi conduzido na fazenda Experimental Capim Branco, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia, na safra de 2016/17. Foram avaliadas 23 linhagens de soja e três testemunhas (MSOY 8787, MSOY 8527 e UFUS Milionária). Adotou-se o delineamento de blocos completos casualizados, com três repetições e foram mensurados caracteres agronômicos e produtividade. Observaram-se a existência de variabilidade genética para os caracteres número de dias para o florescimento e maturidade, altura da planta no florescimento e maturidade, altura da inserção da primeira vagem, número de nós no florescimento e maturidade, número de nós produtivos, peso de 100 grãos e produtividade de grãos, cujas estimativas de coeficiente de determinação genotípica foram de média a alta. As linhagens com alto potencial produtivo, precoce e com caracteres desejados foram G9 e G11. Os caracteres correlacionados com a produtividade de grãos foram número de nós produtivos e número de nós no florescimento que demonstraram possuir média magnitude, mas ainda podendo ser úteis para seleção indireta devida ao alto valor do coeficiente de determinação genotípico.

Palavras-chave: *Glycine max*, melhoramento, correlação.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1. Origem e expansão da soja no Brasil.....	2
2.2. Caracterização botânica e morfológica da soja	4
2.3. Condições ambientais para o cultivo da soja	6
2.3.1. Disponibilidade hídrica	6
2.3.2. Temperatura.....	7
2.3.3. Exigências nutricionais	7
2.4. Melhoramento genético da soja	8
2.4.1. Parâmetros genéticos em soja	9
2.4.2. Correlação entre caracteres	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5. CONCLUSÕES	27
6. REFERÊNCIAS	28

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L. Merrill) possui grãos com alto teor de lipídeos e proteínas, e está entre as principais culturas no agronegócio brasileiro. Na safra 2016/2017, o Brasil contribuiu com uma produção de 114,10 milhões de toneladas em uma área cultivada de 33.878,80 milhões de hectares (CONAB, 2017).

O cultivo da soja concentrou-se inicialmente na região sul em função das condições climáticas, entretanto, com a modernização da agricultura e as pesquisas em melhoramento genético, a soja se expandiu para áreas que antes não eram possíveis o seu cultivo, fazendo desta, uma das mais importantes culturas do agronegócio brasileiro (BORÉM; ALMEIDA; KIHLE, 2009).

O objetivo a ser alcançado em programas de melhoramento de plantas é o desenvolvimento de novas cultivares e, para isso, um dos fatores que contribuem para o sucesso do programa, além dos recursos financeiros e humanos, é a existência de variabilidade genética sendo possível o desenvolvimento e seleção de novas linhagens que atendam as exigências do mercado (LEITE et al., 2016).

A seleção de genótipos superiores tem demonstrado ser um processo difícil, pois as maiorias dos caracteres agronômicos de importância comercial apresentam baixa herdabilidade, ou seja, a variação fenotípica é pouco atribuída as variações genéticas dificultando o processo de seleção (BÁRBARO et al., 2009; CRUZ, 2013), e também os principais caracteres alvo de melhoramento são de características quantitativas e, portanto, são fortemente influenciadas pelo ambiente e governadas por um elevado número de genes diferentemente das características qualitativas, que são governadas por um pequeno número de genes e recebem pouca influência do ambiente. (BALDISSERA et al., 2014; TEIXEIRA et al.,)

Durante o desenvolvimento de linhagens, é imprescindível avaliar o desempenho agronômico e produtivo para permitir selecionar os genótipos superiores. Portanto, estimar parâmetros genéticos tais como, herdabilidade e correlações fenotípicas e genotípicas, se faz necessário para auxiliar na tomada de decisões do melhorista (ALMEIDA et al., 2010; HAMAWAKI et al., 2012; NOGUEIRA et al., 2012; LEITE et al., 2016).

Diante do exposto, o presente teve como objetivos avaliar o desempenho agronômico e produtivo de linhagens de soja desenvolvidas pelo Programa de Melhoramento Genético de Soja da Universidade Federal de Uberlândia, estimar parâmetros genéticos e determinar as correlações fenotípicas e genotípicas entre caracteres agronômicos em soja.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Origem e expansão da soja no Brasil

A soja é originária do nordeste da china, na região da Manchúria, onde foi registrada como centro de origem primário da planta. Já os países asiáticos tais como Japão, Vietnã, Malásia, Indonésia, Mianmar, Nepal, Índia, Laos e Camboja são registradas como centros de origem secundária da cultura (CHUNG; SINGH, 2008).

O registro mais antigo da soja e de outros cereais e ervas presentes na China antiga está no livro Pen Ts'ao Kang Mu, que tem como autor o Imperador Sheng - Nung, considerado pai da agricultura chinesa, este relatava a respeito das plantas e seus principais usos, aproximadamente no ano 2.838 a.C. (SEDIYAMA et al., 2009).

Segundo Sedyama et al. (2009) esta leguminosa foi destacada como um dos cinco grãos sagrados, juntamente com o arroz, trigo, cevada e milho, que foram de suma importância para o desenvolvimento da civilização chinesa, e era cultivada com grande cerimônia pelos poetas e imperadores chineses.

Após a sua domesticação e expansão pelos países orientais, a soja começou a ser exportada para países ocidentais. Ela foi então introduzida na Europa em 1712 e na América do Norte em 1804. Foi então no ano de 1882 que a soja foi introduzida no Brasil no estado da Bahia, entretanto, os genótipos introduzidos não se adaptaram devido às baixas latitudes e clima completamente diferente da sua região de origem (SEDIYAMA et al., 2005).

Foi então que em 1891, novos genótipos foram cultivados no estado de São Paulo e foi registrado o bom desempenho da cultura. E em 1900, a soja foi cultivada no Rio Grande do Sul, obtendo sucesso devido às condições edafoclimáticas e fotoperiódicas do local serem semelhantes à do centro de origem da cultura. (CHUNG e SINGH, 2008, COSTA; SANTANA, 2013).

No Brasil, a soja tem sido amplamente cultivada por todo o país e principalmente na região do cerrado brasileiro, tal sucesso é devido à mecanização da cultura, condições físicas do solo, índice pluviométrico favorecido e principalmente a introdução de genes que conferem à planta período juvenil longo, permitindo então a expansão da cultura para latitudes baixas (SEDIYAMA et al., 2015). Com isso, ocorreu a formação de uma nova fronteira estratégica chamada MATOPIBA, que contempla os estados de Mato Grosso, Tocantins, Piauí e Bahia, para contribuir com a produção de grãos e fibras do país (FREITAS, 2011).

2.2. 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).

É uma planta com grande diversidade, com ciclo variando de 75 a 200 dias, podendo ser classificadas como precoce, semiprecoce, médio, semitardio e tardio variando conforme a latitude. A planta de soja é também fortemente influenciada pelo fotoperíodo e considerada uma planta de dias curto (SEDIYAMA, 2015).

O sistema radicular é pivotante, podendo apresentar em pequenas ou grandes quantidades bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, que formam nódulos capazes de realizar a fixação biológica de nitrogênio (N) atmosférico, essa simbiose, é capaz de suprir toda a necessidade de nitrogênio da planta enquanto a bactéria recebe em troca hidratos de carbono (NOGUEIRA et al., 2009).

O caule é herbáceo, ereto, com ramificações ou não e é pubescente (NEPOMUCENO et al., 2008). As cultivares possuem crescimento determinado e semideterminado, nestes a gema apical se diferencia e produz inflorescência racemosa no ápice do caule, cessando assim o crescimento, contudo ainda pode haver um crescimento, em sua altura final de no máximo

10% e 30 %, respectivamente. Por outro lado, nas cultivares indeterminadas a gema apical não se diferencia, mantendo sua atividade após o florescimento e podendo adquirir até 50 % a mais na matéria seca e altura final (MÜLLER, 1981; SEDIYAMA et al., 2013).

A soja apresenta três tipos distintos de folhas, sendo elas, um par de folha cotiledonar ou embrionária, folhas unifolioladas ou simples e as trifolioladas ou composta (SEDIYAMA et al., 2013).

A soja possui flores perfeitas, cujos órgãos masculinos e femininos estão protegidos dentro de uma estrutura denominada de corola que é suportada pelo cálice, as pétalas possuem cor branca ou roxa com diferentes tonalidade de 3 até 8 mm de diâmetro (BORÉM; ALMEIDA; KIIHL, 2009). É uma planta autógama e cleistogâmica (BORÉM; ALMEIDA; KIIHL, 2009).

O fruto da soja é do tipo vagem ou legume, levemente arqueado, pubescente, medindo de 2 até 7 cm, onde aloja de uma até cinco sementes. A cor da vagem varia entre, marrom, marrom pálido, amarela palha, cinza e preto dependendo da cultivar (SEDIYAMA et al., 2016).

O número de frutos obtidos por uma única planta varia conforme a cultivar e as influências ambientais. Uma planta de soja tem a capacidade de produzir até 400 vagens, entretanto a média brasileira é em torno de 30 a 80 vagens por planta (CÂMARA, 1998; SEDIYAMA et al., 2009).

A semente de soja possui diferentes formas, podendo classificá-las em esférica, esférica achatada, alongada e alongada achatada. O tegumento da semente apresenta cores distintas, tais como, preto marrom, verde e amarelo, sendo brilhantes ou foscas. O hilo da pode ser amarelo, cinza e marrom em diferentes tonalidades, preto imperfeito e preto (MÜLLER, 1981; SEDIYAMA et al., 1996).

A altura das plantas é outra característica influenciada pelo ambiente, sendo que para fins de mercado. Deve variar entre 70 a 110 cm, para favorecer a colheita mecanizada e evitar o acamamento. Outra característica importante é a inserção da primeira vagem, que é a medida a partir do solo, e os valores ideais oscilam entre 12 a 15 cm, para regular de forma correta o maquinário e evitar perdas (BONETTI, 1981).

2.3. Condições ambientais para o cultivo da soja

O desempenho agrônômico de cultivares de soja depende da constituição genética da linhagem e, também, das condições ambientais, que envolvem os fatores edafoclimáticos e manejo da cultura (GLASENAPP et al., 2015).

2.3.1. Disponibilidade hídrica

A demanda por água ao longo do crescimento e desenvolvimento da soja oscila entre 450 a 850 mm por ciclo variando conforme a cultivar (EMBRAPA, 2013). Na germinação - emergência das sementes é necessário no mínimo 50 % de sua matéria seca em água para que seja possível iniciar o processo de germinação e assim emergir. Em condições de estresse hídrico, a semente não germinará, e ficará predisposta ao ataque de fungos presente no solo, perdendo a sua viabilidade (BARROS, 2009; EMBRAPA, 2011).

Durante a fase vegetativa, a exigência da cultura por teores de água é em torno de 5 mm dia⁻¹, pois nesta etapa a planta desenvolve a parte aérea. Estresses hídricos na fase vegetativa ocasionam redução da altura de plantas, do número de nós na haste principal e folhas pequenas (SILVA, 2016).

Durante o florescimento e enchimento de grãos, a cultura atinge o máximo de exigência hídrica, cerca de 8 mm dia⁻¹ e é uma das etapas mais críticas, pois o déficit hídrico,

nesta etapa, causa a queda de folhas, flores e o abortamento de vagens, ocasionando a redução da produtividade de grãos (SILVA, 2016).

2.3.2. Temperatura

Na cultura da soja a temperatura influencia nos processos de germinação, crescimento, florescimento, enchimento de grãos e também afeta diretamente a duração dos estádios de desenvolvimento da planta (BARROS, 2009).

A temperatura ideal é de 30 °C, sendo seu crescimento pequeno ou nulo a temperaturas abaixo de 10 °C. Temperaturas acima de 40 °C tendem a provocar efeitos deletérios nas plantas durante o florescimento, distúrbios na taxa de crescimento, redução do tempo de retenção de vagens (EMBRAPA, 2011).

A temperatura influencia de maneira direta no florescimento da planta. Segundo Rocha et al. (2012), altas temperaturas contribuem para o florescimento precoce e redução do período de florescimento. Por outro lado, temperaturas mais baixas contribuem para o florescimento tardio.

2.3.3. Exigências nutricionais

Os nutrientes minerais exigidos pela cultura estão divididos em duas categorias, de acordo com a quantidade requerida pela planta, e são: os macronutrientes (C, H, O, N, P, K, Ca, Mg e S) e os micronutrientes (Cu, Fe, Mn, Zn, Ni, B, Cl, Mo). Os macronutrientes constituem 99,5 % da matéria seca da planta e são exigidos pela mesma em grandes quantidades, já os micronutrientes, constituem 0,5 % da matéria seca e a planta requer em menores quantidades (SOARES, 2016).

Na cultura da soja, para cada 1.000 kg de grãos que se espera produzir se faz necessária a adubação de 80 kg de N que pode ser obtida pela fixação biológica de nitrogênio.

Para o fósforo (P) a recomendação é feita pela análise de solo e em função do teor de argila presente e/ou P remanescentes, deve-se então ser feita a correção de forma corretiva ou gradual, na corretiva usa-se doses de até 240 kg ha⁻¹ de P₂O₅ já na gradual as doses podem atingir até 100 kg ha⁻¹, outra forma de adubação de P é a de manutenção, com a aplicação de 20 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para cada 1.000 kg de soja produzidos e para o potássio (K), as doses corretivas variam de 50 a 100 kg ha⁻¹ de K₂O e para a adubação de manutenção, é recomendado aplicar 20 kg de K₂O para cada tonelada que se espera produzir, estes valores podem variar conforme as propriedades químicas do solo (SOARES, 2016).

O Cobalto (Co) e o molibdênio (Mo) são dois micronutrientes que auxiliam no processo de fixação biológica, sendo que as bactérias do gênero *Bradyrhizobium* necessitam de molibdênio como carreador de elétrons, e o cobalto, que é precursor da vitamina B12, possibilitando o aumento de N absorvido do ar atmosférico. O solo brasileiro apresenta baixa disponibilidade de ambos os nutrientes, de acordo com a EMBRAPA (2011), a aplicação se faz necessária e pode ser realizada no momento do tratamento de sementes na dosagem de 12 a 25 g de molibdênio por hectare e de 1 a 5 g de cobalto por hectare, ou então 20 dias após a emergência por meio da aplicação foliar, utilizando 30 g de molibdênio por hectare.

2.4. Melhoramento genético da soja

O melhoramento genético da soja contribuiu para expansão da cultura para regiões de baixa latitude e também para a obtenção de novas cultivares que possuem alta produtividade, ampla adaptação, resistência a estresses biótico, tais como, doenças e pragas e abióticos, como o déficit hídrico, altas temperaturas, solos ácidos (MULATO, 2009; NOGUEIRA, 2015).

Em um programa de melhoramento de soja, novas características são incorporadas aos materiais pela fusão de gametas pela hibridação artificial, para que se possa gerar população

segregante, que irá possuir uma alta variabilidade genética necessária para se realizar as seleções futuras (SEDIYAMA et al., 2013).

A partir da população segregante são realizados avanços de gerações, entre os métodos empregados estão: método da população, método genealógico, método descendente de uma única semente (Single Seed Descendente - SSD), método descendente de uma única vagem (Single Pod Descendent - SPD) e teste de geração precoce. Cada método tem um único objetivo, de reduzir a heterozigose gerada na população F2 e aumentar o nível da homozigose (SEDIYAMA; SILVA; BORÉM, 2015; NOGUEIRA; SEDIYAMA; GOMES, 2015).

Uma vez alcançada a homozigose, são realizados testes de progênie e seleção de linhagens pela avaliação de caracteres agrônômicos que são preconizados conforme a demanda do mercado. (SEDIYAMA; SILVA; BORÉM, 2015).

2.4.1. Parâmetros genéticos em soja

O conhecimento de parâmetros genéticos em soja, tais como herdabilidade e correlações genéticas e fenotípicas, são de fundamental importância para o melhorista, permitindo que o mesmo tome decisões em etapas iniciais e finais de um programa, ou então, se um determinado caráter, deve ser analisado de maneira individual ou em conjunta com outras características, para que se possa realizar a seleção de progênie superiores (ROSSMANN, 2001; VASCONCELOS et al., 2010).

A herdabilidade (H^2) é um parâmetro que informa ao melhorista o quanto do valor fenotípico é devido a causas genéticas e são consideradas altas estimativas quando for igual ou superior a 70 % (CRUZ et al., 2012). Em gerações avançadas, quando os genótipos já foram fixados, em razão do alto nível de homozigose, o parâmetro H^2 é denominado coeficiente de determinação genotípico (VASCONCELOS et al., 2012; YOKOMIZO; VELLO, 2000).

O experimento realizado por Leite et al. (2015), ao avaliarem 28 genótipos de soja, identificaram herdabilidade acima de 70 % para todos os caracteres estudados, sendo a produtividade de grãos no valor de 81,77 %, isso indica que grande parte variabilidade fenotípica foi de natureza genética, podendo ser passada para as gerações seguintes.

2.4.2. Correlações entre caracteres

As estimativas de correlações entre caracteres são úteis aos melhoristas na seleção de genótipos superiores, especialmente para caracteres de baixa herdabilidade e/ou de difícil mensuração (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

As correlações podem ser fenotípicas, genotípicas ou ambientais. A correlação fenotípica é aquela obtida a partir da mensuração ou observação direta, podendo ser de origem genética ou de origem ambiental. A correlação genotípica é causada principalmente devido ao pleiotropismo e pode também ser causada temporariamente pelas ligações gênicas (FALCONER; MACKAY, 1996).

O ambiente torna-se causa de correlação quando dois caracteres são influenciados pelas mesmas diferenças de condições ambientais. Valores positivos de correlações fenotípicas 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 (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

Os valores da correlação são adimensionais e oscila de 0 a 1, podendo ser positivos ou negativos, os valores iguais a zero não significa que não exista dependência entre os caracteres e sim que há a falta de relação linear entre eles. Para valores positivos, há o aumento de um caráter haverá o aumento de outro, e valores negativos, indicam que o aumento de um ocasiona a diminuição de outro caráter (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

Em experimentos realizados por Machado et al. (2017) utilizando 24 genótipos de soja cultivados em Uberlândia na safra 2015/16, foi observado que os caracteres produção de grãos e número de nós ramificados, número de vagens com dois e três grãos e número total de vagens apresentam altas correlações fenotípicas e genotípicas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em campo na Fazenda experimental Capim Branco, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia (UFU), localizada no município de Uberlândia, no estado de Minas Gerais, cujas coordenadas geográficas são 18° 52' S; 48° 20' W e 872 m de altitude. Abaixo encontram-se os dados de precipitação e temperatura na área experimental durante a condução do experimento.

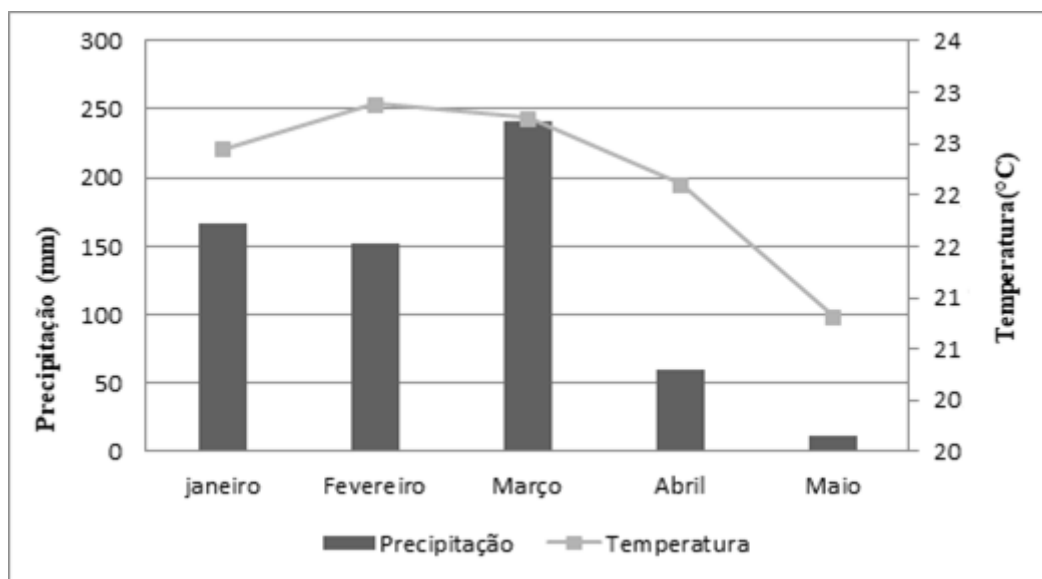


FIGURA 1. Temperatura média e precipitação na Fazenda Capim Branco em Uberlândia-MG, safra 2016/17, durante os meses de janeiro de 2017 a maio de 2017. Fonte: Estação meteorologia da Fazenda Capim Branco e IMET.

Foram avaliadas 23 linhagens, que estão em geração F9, desenvolvidas pelo programa de Melhoramento Genético de Soja da Universidade Federal de Uberlândia e três cultivares como testemunhas (Tabela 1), em delineamento de blocos completos casualizados com três repetições. A parcela experimental foi constituída de quatro linhas de 0,5 m espaçadas entre si

com 5 m de comprimento, a área útil foi composta pelas duas linhas centrais desprezando 0,5 m nas extremidades de ambas e resultando 4 m² de área útil.

TABELA 1. Características das cultivares utilizadas como testemunha no experimento realizado no município de Uberlândia – MG, 2017.

Cultivar	Grupo de Maturidade	Cor de Flor	Cor de Hilo	Tipo de Crescimento
UFUS Milionária	8.5	Branca	Marrom	Determinado
MSOY 8787	8.7	Roxa	Preto Imperfeito	Determinado
MSOY 8527	8.5	Roxa	Preto	Determinado

Fonte: Registro Nacional de Cultivares – RNC (MAPA)

O experimento foi instalado em um solo do tipo Latossolo Vermelho Escuro distrófico, cujo preparo foi realizado de forma convencional com uma aração e duas gradagens e no dia da semeadura, a área foi sulcada. A adubação foi realizada conforme a análise química do solo (Tabela 2) e na quantidade recomendada para a cultura (EMBRAPA, 2005).

TABELA 2. Características químicas do solo, amostrado na profundidade de 0 a 20 cm, em Uberlândia, MG.

	M.O	P Meh ⁻¹	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ e Al ⁺	V
pH em H ₂ O	(dag kg ⁻¹)	(mg dm ⁻³)	Cmol _c dm ⁻³					(%)
6,2	2,5	16,6	0,4	3,4	1,3	0	1,5	77

M.O: Matéria Orgânica; V: Saturação por bases.

Anterior a semeadura, as sementes foram tratadas com fungicida Carbendazim e Tiram (Protreat®) em seguida, realizou-se a inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*.

A semeadura manual ocorreu em 05 de janeiro de 2017, adotando 16 sementes por metro linear. O controle de plantas daninhas foi realizado com a aplicação de herbicida S-Metolacoloro (Dual Gold®), logo após a semeadura, e Haloxifope-PMetilico (Verdict®), 20 dias após semeadura, complementada com capinas manuais.

Para o controle de *Phakopsora pachyrhizi* foram realizadas aplicações com Trifoxistrobina e Protioconazol (Fox®) na dosagem de 0,4 L ha⁻¹ e para o controle de pragas,

quando necessário, foi utilizado Acefato (Acheron®) na dosagem de 0,4 kg ha⁻¹ e Tiametoxam e Lambda-Cialotrina (Platinum Neo®) com 200 mL ha⁻¹.

Para a avaliação do experimento foram amostradas aleatoriamente cinco plantas da parcela útil identificadas com fita colorida nos respectivos estádios de desenvolvimento da soja, proposta por Fehr e Caviness (1977) e foram mensurados os seguintes caracteres:

- a) Altura da planta na floração (APF) e na maturidade (APM): foi mensurada a distância em centímetros, a partir da superfície do solo até a extremidade da haste principal, quando as plantas encontravam-se no estágio reprodutivo R1 e R8 respectivamente;
- b) Número de nós na haste principal na floração (NNF) e na maturidade (NNM): determinado pela contagem do número de nós na haste principal, quando as plantas encontravam-se no estágio reprodutivo R1 e R8 respectivamente;
- c) Número de Nós Ramificados (NNR): Foi estimada através da contagem de ramificações presente na haste principal quando as plantas se encontravam em estágio reprodutivo R8;
- d) Número de Nós Produtivos (NNP): Foi estimada através da contagem de nós que foram capazes de produzir vagens, presentes na haste principal quando as plantas se encontravam em estágio reprodutivo R8;
- e) Número de dias para a floração (NDF) e para a maturidade (NDM): definido como número de dias desde a emergência até a floração, quando aproximadamente 50% das plantas da parcela útil apresentavam pelo menos uma flor aberta (R1) e quando 95 % das vagens da área útil da parcela estavam maduras (R8);
- f) Altura da Inserção da Primeira Vagem (APV): Foi estimada em cm medindo a planta do solo até o aparecimento da primeira vagem;

- g) Peso médio de 100 grãos (PCG): após a colheita e beneficiamento das plantas da área útil da parcela, realizou-se a determinação do peso de cem grãos de acordo com a metodologia indicada na Regra de análise de sementes (BRASIL, 2009). O peso de cada amostra foi corrigido para umidade de 13 %;
- h) Produtividade de grãos (kg ha^{-1}): obtida por meio da colheita da área útil de cada parcela e pesagem dos grãos obtidos após trilha dos feixes de plantas e limpeza dos grãos. Os dados obtidos (gramas por parcela) foram transformados para kg ha^{-1} , sendo essa produtividade corrigida para umidade de 13 %, conforme a equação abaixo:

$$PF=PI \times \frac{100-UI}{100-UF}$$

Em que:

PF: peso final corrigido da amostra;

PI: peso inicial da amostra;

UI: umidade inicial da amostra;

UF: umidade final da amostra (13 %).

Para saber se há variabilidade genética para os caracteres quantitativos foi realizada a análise de variância conforme o modelo:

$$Y_{ij}=\mu+G_i+\beta_j+\epsilon_{ij}$$

Onde:

Y_{ij} : valor de cada caráter para o i -ésimo genótipo no j -ésimo bloco;

μ : média geral;

G_i : efeito do i -ésimo genótipo;

β_j : efeito do j -ésimo bloco;

ϵ_{ij} : erro aleatório.

Foi estimado o Coeficiente de Determinação Genotípico (H^2) pela seguinte expressão:

$$H^2 = \frac{\hat{\sigma}_g}{\text{QMT}/r}$$

$$\hat{\sigma}_g = \frac{(\text{QMT} - \text{QMR})}{r}$$

Em que:

H^2 : coeficiente de determinação genotípico;

$\hat{\sigma}_g$: componente quadrático genético;

QMT: quadrado médio de genótipos;

QMR: quadrado médio do resíduo;

r: número de repetições.

A correlação fenotípica foi estimada através da fórmula:

$$r_f = \frac{\text{PMG}_{xy}}{\sqrt{\text{QMG}_x \text{QMG}_y}}$$

Em que:

r_f : estimador da correlação fenotípica;

PMG_{xy} : produto médio entre os genótipos para os caracteres X e Y;

QMG_x : quadrado médio entre os genótipos para o caráter X;

QMG_y : quadrado médio entre os genótipos para o caráter Y.

A correlação genotípica foi estimada através da formula:

$$r_G = \frac{(PMG_{xy} - PMR_{xy})/r}{\sqrt{\hat{\phi}_{g(X)}\hat{\phi}_{g(Y)}}} = \frac{\hat{\phi}_{g(XY)}}{\sqrt{\hat{\phi}_{g(X)}\hat{\phi}_{g(Y)}}}$$

$$\hat{\phi}_{g(X)} = \frac{QMG_X - QMR_X}{r}$$

$$\hat{\phi}_{g(Y)} = \frac{QMG_Y - QMR_Y}{r}$$

Em que:

rg: estimador da correlação fenotípica;

$\hat{\phi}_{g(XY)}$: estimador da covariância genotípica;

$\hat{\phi}_{g(X)}$ e $\hat{\phi}_{g(Y)}$: estimadores dos componentes quadráticos associados às variabilidades genotípicas para os caracteres X e Y, respectivamente.

As análises de variância, teste de média e correlação foram realizadas utilizando o Programa Computacional em Genética e Estatística (GENES) (CRUZ, 2013).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi possível observar a existência de variabilidade genética para todos os caracteres morfo-agronômicos avaliados (Tabela 3) com exceção do NNR. Este resultado indica a possibilidade de seleção de linhagens baseada nos caracteres agronômicos avaliados.

TABELA 3. Quadrados médios, coeficientes de variação, parâmetros genéticos de caracteres agronômicos e produtividade de grão de 26 genótipos de soja cultivados em Uberlândia-MG, 2017.

Caracteres	QMG	CV (%)	H ² (%)	CVg/CVe
NDF	2,53**	1,27	77,80	1,08
NDM	27,29**	1,74	84,50	1,35
APF	140,10**	8,63	87,25	1,51
APM	161,12**	11,04	73,31	0,96
APV	52,59**	24,84	72,72	0,94
NNF	4,83**	6,86	78,92	1,12
NNM	5,86**	6,49	81,91	1,23
NNR	1,66 ^{ns}	25,39	37,35	0,45
NNP	3,86**	9,21	66,65	0,82
P100G	3,03**	10,39	57,74	0,68
PROD	4058409,31**	27,89	91,33	1,87

** : significativo ao nível de 1 % de probabilidade pelo teste de F. QMG: quadrado médio de genótipo; H²: coeficiente de determinação genotípica; CVg: coeficiente de variação genético; CVe: coeficiente de variação ambiental. NDF e NDM: número de dias para o florescimento e maturidade respectivamente; APF e APM: altura da planta no florescimento e maturidade respectivamente; APV: altura de inserção da primeira vagem; NNF e NNM: número total de nós na haste principal no florescimento e na maturidade respectivamente; NNR: número de nós ramificados a partir da haste principal; NNP: número de nós produtivos na haste principal; P100G: massa de 100 grãos; PROD: produtividade de grãos.

De acordo com a Tabela 3, o coeficiente de variação (CV) oscilou de 1,27 % a 27,89 % para número de dias para o florescimento e produtividade respectivamente. O CV é um parâmetro que indica a precisão experimental, assim sendo, valores inferiores a 30 % indicam uma baixa dispersão dos dados.

Machado et al. (2017) ao avaliarem caracteres agronômicos em linhagens e cultivares de soja cultivada no município de Uberlândia-MG, na safra de 2015/16 observaram um CV

variando de 1,57 % a 13,49 % para os caracteres APF, APM, NNF, NDF, NDM, NNM e NNR, resultados semelhantes ao presente trabalho.

Teixeira et al. (2017) relataram CV oscilando de 2,17 % a 23,65 % para os caracteres NDF, NDM, APF, APM, NNF, NNM, P100G, NNP, NNR e PROD. De forma semelhante, Glasenapp et al. (2015) em seus estudos obtiveram CV variando de 10,96 % a 23,52 % para os caracteres APM, NNM e APV. Leite et al. (2016) também obtiveram um CV variando de 7,51 % a 30,79 % para os caracteres APF, APM, APV, PROD e NNM.

As estimativas do parâmetro genético H^2 variaram de 37,35 % (NNR) a 91,33 % (PROD) (Tabela 3). Segundo Ramalho et al. (2012) valores de H^2 superiores a 70 % são considerados altos e variam de acordo com o caráter estudado, entretanto os baixos valores se dá em função da alta variância ambiental. Com exceção para NNR, NNP, P100G, os demais apresentaram alto coeficiente de determinação genotípico, demonstrando, para a maioria dos caracteres que, as variâncias fenotípicas são devidas a causas genéticas (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

Glasenapp et al. (2015) em seus estudos sobre a diversidade genética em soja obtiveram valores altos de H^2 para APM (97,11 %), NNM (81,67 %) e APV (81,67 %), corroborando com os obtidos nesse trabalho.

Teixeira et al. (2017), ao avaliarem 35 linhagens de soja na geração F7, obtiveram altos valores para NDF (93,23 %), NDM (90,78 %), APF (72,38 %), NNF (71,87 %), PROD (83,42 %) assemelhando-se com os dados obtidos nesse trabalho, mas divergindo no caráter P100G (85,45 %) e também nos caracteres NNP (63,51 %) e NNR (65,68 %).

Leite et al. (2016) ao estudarem linhagens de soja na geração F8 no estado de Piauí, obtiveram altos valores para APF (94 %), APM (85 %), APV (81 %) e NNM (84 %) que semelhante aos dados obtidos, entretanto este autor obtiveram baixo valor para o caráter PROD (53 %)

Machado et al. (2017) também obtiveram alto H^2 para os caracteres APF (82,25 %), APM (85,26 %), NNF (73,02 %), NDF (96,42 %), NDM (94,35 %), NNM (87,32 %) e, diferente do obtido neste trabalho, o caráter NNR (92,69 %) apresentou alto H^2 .

A razão entre o coeficiente de variação genético (CVg) e o coeficiente de variação ambiental (CVe) é um parâmetro que pode ser utilizado como indicativo de maiores ganhos genéticos na seleção de genótipos superiores (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012). Quanto mais próximo, ou superior a um mostra que a variação genética e não a variação ambiental que é o parâmetro de maior importância na variação dos dados. Assim sendo a razão CVg/CVe pode ser utilizada como um índice indicativo da facilidade ou dificuldade de seleção de um determinado genótipo para cada caráter (LEITE et al, 2016).

Os caracteres que apresentaram valores maiores ou iguais a 1 na razão CVg/CVe foram NDF, NDM, APF, NNF, NNM, PROD e os caracteres que apresentarão valores inferiores a 1 foram APM, APV, NNR, NNP, P100G (Tabela 3).

As médias dos valores fenotípicos dos caracteres relacionados ao ciclo e altura estão apresentadas na Tabela 4. Notou-se que o NDF oscilou de 58 a 62, respectivamente para os genótipos G14 e G10, permitindo distribuir os genótipos em três grupos. A linhagem que apresentou o maior período vegetativo foi a G10 (62,00) que demonstrou ser mais elevado que a testemunha MSOY 8787 (60,00), e os genótipos que apresentaram menor período vegetativo foram as linhagens, G14 (58,00), G17(58,00), G19(58,00), G20(58,00), G22(58,00) que foram capaz de agrupar juntamente com a testemunha MSOY 8257(58,00).

Atualmente há uma demanda do mercado por cultivares mais precoce, para fugir das doenças de fim de ciclo e também integrar com o milho safrinha (CRUZ et al., 2010). O número de dias para a maturação formaram três grupos que variaram de 113,33 a 126,00 dias respectivamente para o genótipo G8 e as testemunhas MSOY 8787 e UFUS Milionária.

TABELA 4. Caracteres agronômicos em genótipos de soja cultivados em Uberlândia-MG, na safra 2016/17

Genótipos	NDF	NDM	APF	APM	APV
G1	59,00 c	118,00 c	40,00 d	56,50 b	13,00 c
G2	59,33 c	120,00 b	42,67 d	50,00 b	17,33 b
G3	59,33 c	116,00 c	40,00 d	49,83 b	14,00 c
G4	58,67 c	117,33 c	45,67 d	55,33 b	17,00 b
G5	58,67 c	120,00 b	48,67 c	67,00 a	16,33 b
G6	60,00 b	117,33 c	55,00 c	64,00 a	14,00 c
G7	59,33 c	115,00 c	49,00 c	53,33 b	12,33 c
G8	58,67 c	113,33 c	65,50 a	70,67 a	20,33 b
G9	58,67 c	116,00 c	57,00 b	62,00 a	13,67 c
G10	62,00 a	122,00 b	44,00 d	56,50 b	15,00 c
G11	60,00 b	120,00 b	54,00 c	71,33 a	16,67 b
G12	59,33 c	116,67 c	44,67 d	53,00 b	13,67 c
G13	58,67 c	119,33 c	59,67 b	72,00 a	20,00 b
G14	58,00 c	116,00 c	49,50 c	56,50 b	15,00 c
G15	59,00 c	117,00 c	43,50 d	54,50 b	14,00 c
G16	58,67 c	120,67 b	36,00 d	54,00 b	15,33 c
G17	58,00 c	118,00 c	53,50 c	67,00 a	19,50 b
G18	60,00 b	117,33 c	55,67 c	68,33 a	28,67 a
G19	58,00 c	117,00 c	50,00 c	60,50 b	17,00 b
G20	58,00 c	119,00 c	50,00 c	70,00 a	19,00 b
G21	59,00 c	118,00 c	54,50 c	64,00 a	13,00 c
G22	58,00 c	116,00 c	44,50 d	51,50 b	11,00 c
MSOY 8257	58,00 c	117,33 c	46,67 d	55,67 b	8,67 c
G24	58,00 c	122,00 b	52,50 c	58,50 b	12,50 c
MSOY 8787	60,00 b	126,00 a	50,00 c	50,50 b	11,50 c
UFUS Milionária	59,00 c	126,00 a	41,00 d	52,50 b	8,00 c

Médias com a mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste Scott Knott ($p < 0,05$). NDF e NDM: número de dias para o florescimento e maturidade respectivamente; APF e APM: altura da planta no florescimento e maturidade respectivamente; APV: altura de inserção da primeira vagem.

Hamawaki et al. (2010) ao realizar estudos com linhagens de soja no estado de Minas Gerais observaram variação no número de dias para florescimento de 100 a 128 dias, enquanto o número de dias para maturidade oscilou de 164 a 187 dias obtendo valores ainda mais elevados que este trabalho.

A altura da planta no florescimento variou de 36,00 cm a 65,50 cm (Tabela 4) para as linhagens G16 e G8 respectivamente, constituindo quatro grupos, e a altura da planta na maturidade de 49,83 cm a 72,00 cm para as linhagens G3 e G13, formando dois grupos.

Plantas que apresentam altura de 70 cm a 80 cm são adequadas para a colheita mecanizada (SEDIYAMA, TEIXEIRA; REIS, 2013), portanto as linhagens que se destacaram em relação à altura na maturidade foram G20 (70,00 cm), G8 (70,67 cm), G11 (71,33 cm) e G13 (72,00 cm) (Tabela 4), agrupadas com outras seis linhagens. As testemunhas e demais linhagens formaram um segundo grupo, com valores oscilando entre 49,83 cm a 60,50 cm (Tabela 4).

O conhecimento da altura de inserção da primeira vagem é de fundamental importância para se evitar perdas durante a colheita mecanizada. A altura ideal é de 10 cm a 12 cm (SEDIYAMA, TEIXEIRA; REIS, 2013). Os resultados para esse caráter variam de 8,00 cm a 28,67 cm para a cultivar UFUS Milionária e para a linhagem G18, respectivamente, havendo a formação de 3 grupos (Tabela 4).

Com relação a esse caráter os genótipos que mais se destacaram foram a testemunha MSOY 8787 (11,50 cm) e a linhagem G22 (11,00 cm), (Tabela 4), Leite et al. (2016) em seus estudos obtiveram uma média de inserção da primeira vagem com valor de 12,56 cm.

Na Tabela 5 estão apresentadas as médias do número de nós, peso de 100 grãos e produtividade de grãos. O número de nós no florescimento oscilou entre 12,50 g a 17,33 g para a cultivar UFUS Milionária e para a linhagem G6 (Tabela 5) respectivamente havendo a formação de dois grupos.

De acordo com a Tabela 5, o caráter número de nós totais possui uma amplitude de 13,67 a 19,33 para as linhagens G3 e G5, respectivamente, formando dois grupos. Segundo Sedyama (2015), uma planta de soja com alto potencial produtivo deve possuir em média 17 a 18 nós na haste principal, portanto, destaque para as linhagens G5 (19,33), G11 (18,33) e G6 (18,00) que se agruparam com a testemunha MSOY 8257 (17,67). Machado et al. (2017) obtiveram uma variação de 14,53 a 18,27 no caráter NNM, concordando com os valores obtidos neste trabalho.

O número de nós produtivos (NNP) oscilou de 10,33 a 15,33 para a linhagem G3 e para a cultivar MSOY 8257 respectivamente havendo a formação de dois grupos (tabela 5). As linhagens que apresentaram o maior número de nós produtivos foram agrupados em conjunto com as testemunhas MSOY 8257 e MSOY 8787 com valores superiores a 12,33. Teixeira et al. (2017) obtiveram valores que oscilaram de 4,27 a 10,00 não havendo a formação de grupos.

Não foi possível separar os genótipos quanto ao caráter NNR (Tabela 5), embora haja uma amplitude de 2,50 a 5,50 para as linhagens G21 e G20 respectivamente. Teixeira et al. (2016) encontraram, ao avaliar linhagens de soja, uma variação de 1,73 a 4,57 havendo a formação de 2 grupos.

Para o caráter peso de cem grãos foi possível observar uma variação de 9,33 a 13,00 para os genótipos G5 e G1 respectivamente e a formação de dois grupos (Tabela 5) sendo que nove linhagens apresentaram valores superiores às testemunhas. Esses valores obtidos estão em concordância com o trabalho de Teixeira et al. (2017) e Machado et al. (2017) que verificaram a formação de três grupos e valores variando de 8,96 a 12,68 e 8,21 a 13,37 respectivamente.

Um dos caracteres mais observados nos programas de melhoramento de soja é a produtividade de grãos. Como é mostrado na Tabela 5, as linhagens, G11 (4295,19 kg ha⁻¹), G9 (3760,00 kg ha⁻¹), G21 (3401,39 kg ha⁻¹), G7 (3382,94 kg ha⁻¹), que excederam a média de produção nacional de 3,364 kg ha⁻¹ na safra de 2016/17 (CONAB, 2017). A produtividade de grãos variou de 427,20 kg ha⁻¹ a 4684,11 kg ha⁻¹ respectivamente para os materiais MSOY 8257 e G2 possibilitando a formação de quatro grupos (Tabela 5).

Foi possível identificar uma baixa produtividade para algumas linhagens, isso se deve ao fato de que durante a condução do experimento, houve o ataque severo de pombos (*Columba livia*) e maritacas (*Pionus maximiliani*).

Rigon et al. (2012), observaram que os valores de produtividade de grãos atingiu 3780 kg ha⁻¹ e Teixeira et al. (2017) atingiram a produtividade de até 4608 kg ha⁻¹.

Tabela 5. Caracteres agrônômicos em genótipos de soja cultivados em Uberlândia-MG, 2017.

Genótipos	NNF	NNM	NNP	NNR	P100G	PROD
G1	14,00 b	15,50 b	10,50 b	3,50 a	13,00 a	2031,83 c
G2	14,67 b	15,00 b	11,00 b	4,33 a	12,00 a	427,20 d
G3	13,00 b	13,67 b	10,33 b	3,83 a	10,67 b	975,77 d
G4	14,33 b	16,33 b	12,33 a	3,33 a	10,67 b	1442,33 c
G5	14,67 b	19,33 a	14,00 a	4,67 a	9,33 b	1859,04 c
G6	17,33 a	18,00 a	13,33 a	4,67 a	12,00 a	2056,21 c
G7	14,33 b	14,00 b	12,33 a	5,33 a	12,67 a	3382,94 b
G8	13,67 b	14,33 b	11,67 b	3,67 a	12,00 a	1649,02 c
G9	14,67 b	15,67 b	12,67 a	5,00 a	11,00 b	3760,00 a
G10	14,50 b	15,00 b	12,00 b	4,50 a	10,50 b	2718,52 b
G11	16,33 a	18,33 a	13,33 a	4,67 a	11,00 b	4295,19 a
G12	15,33 a	15,00 b	12,67 a	3,67 a	12,33 a	2254,10 c
G13	15,33 a	16,33 b	13,00 a	3,67 a	11,33 a	3125,51 b
G14	13,50 b	14,00 b	11,00 b	4,00 a	11,50 a	591,97 d
G15	13,50 b	15,00 b	11,50 b	4,00 a	9,50 b	1235,51 d
G16	13,00 b	15,33 b	12,33 a	4,33 a	10,67 b	496,99 d
G17	14,50 b	15,50 b	11,50 b	4,00 a	9,50 b	466,31 d
G18	15,67 a	17,67 a	12,67 a	3,67 a	9,67 b	1747,40 c
G19	15,00 b	16,50 b	12,00 b	3,50 a	10,50 b	2041,52 c
G20	13,50 b	15,50 b	12,50 a	2,50 a	10,50 b	2463,85 c
G21	15,50 a	16,00 b	12,50 a	5,50 a	11,50 a	3401,39 b
G22	14,00 b	15,50 b	11,50 b	3,00 a	10,50 b	2747,83 b
MSOY 8257	16,67 a	17,67 a	15,33 a	3,67 a	11,00 b	4684,11 a
G24	16,00 a	16,00 b	13,00 a	3,00 a	10,00 b	2250,09 c
MSOY 8787	17,00 a	16,00 b	14,00 a	5,00 a	10,00 b	1068,82 d
UFUSMilionária	12,50 b	15,00 b	11,50 b	3,50 a	10,00 b	2113,57 c

Médias com a mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste Scott Knott ($p < 0,05$.) NNF e NNM: número total de nós na haste principal no florescimento e na maturidade respectivamente; NNR: número de nós ramificados a partir da haste principal; NNP: número de nós produtivos na haste principal; P100G: massa de 100 grãos; PROD: produtividade de grãos.

As linhagens que se destacaram foram G11, que possui os melhores valores de produtividade, número de nós produtivos, número de nós ramificados e altura de planta na maturidade, e a G9, que apresentou valores de produtividade superior, número de nós produtivos, número de dias para maturidade e número de dias para o florescimento. Na Tabela 6 encontram-se as estimativas de correlações fenotípicas e genotípicas. Para sua interpretação, três fatores devem ser analisados: a magnitude, a direção e a significância (NOGUEIRA et al.,

2012). Alta magnitude se dá quando as correlações são superiores a 0,70 (LOPES et al., 2002).

Foi possível identificar a presença de 11 correlações fenotípicas que demonstram ser significativa pelo teste t. As estimativas variaram de 0,40 a 0,77, evidenciando um alto grau de correlação entre alguns caracteres avaliados (Tabela 6).

Para a grande maioria dos caracteres que demonstraram ser significativos apresentaram também alta correlação genética demonstrando que fatores genéticos foram responsáveis pela correlação e não o ambiente (ALMEIDA et al., 2010).

Foi observada correlação de alta magnitude, e positiva para os caracteres APF - APM (0,77**), APF - APV (0,46*) e APF - NNF (0,44*), indicando que plantas com maiores alturas no florescimento poderão possuir um maior número de nós e uma maior altura de primeira vagem esses resultados estão em consonância com os valores obtidos por Leite et al.(2016) e Machado et al. (2017).

De acordo com a Tabela 6 foi possível observar alta correlação e positiva para os caracteres APM - APV (0,63*) e APM - NNM (0,49*) evidenciando que a seleção de maiores plantas na maturidade poderá apresentar um maior valor da inserção da primeira vagem e um maior número de nós na maturidade dado o elevado valor do coeficiente de determinação genotípico (Tabela 3).

Os dados obtidos neste trabalho estão em concordância com os valores obtidos por Nogueira et al. (2012) que demonstrou uma alta correlação, positiva e significativa entre os caracteres APM - APV (0,90**) e APM - NNM (0,87**) e Machado et al. (2017) que obtiveram uma média correlação entre os caracteres APM - NNM (0,49*).

Também foi possível observar que a seleção de plantas com maior número de nós na maturidade apresentaram um elevado número de nós no florescimento (0,64**) e um elevado NNF ocasionou um alto valor de número de nós produtivos (0,73**) e um número de nós na

maturidade também elevada (0,72**), pois os mesmos apresentam alta correlação positiva, valores semelhantes também foi obtidos por Rodrigues et al. (2015).

TABELA 6. Coeficiente de correlação fenotípica (rf) e genotípica (rg) em onze caracteres, em 26 genótipos de soja cultivados em Uberlândia-MG, 2017.

Caracteres		NDM	APF	APM	APV	NNF	NNM	NNP	NNR	P100G	PROD
NDF	rf	0,30 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,47*	0,09 ^{ns}	0,07 ^{ns}
	rg	0,30 ^{ns}	0,00 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,76+	0,09 ^{ns}	0,07 ^{ns}
NDM	rf		-0,28 ^{ns}	-0,18 ^{ns}	-0,27 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,06 ^{ns}	-0,41 ^{ns}	-0,10 ^{ns}
	rg		-0,28 ^{ns}	-0,24 ^{ns}	-0,30 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,04 ^{ns}	-0,68++	-0,14 ^{ns}
APF	rf			0,77**	0,46*	0,44*	0,27 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,30 ^{ns}
	rg			0,81++	0,50+	0,47+	0,28 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,34 ^{ns}
APM	rf				0,63**	0,24 ^{ns}	0,49*	0,29 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	-0,10 ^{ns}	0,29 ^{ns}
	rg				0,80++	0,21 ^{ns}	0,45+	0,25 ^{ns}	0,14 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	0,33 ^{ns}
APV	rf					0,01 ^{ns}	0,19 ^{ns}	-0,10 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	-0,16 ^{ns}	-0,27 ^{ns}
	rg					0,02 ^{ns}	0,16 ^{ns}	-0,10 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	-0,25 ^{ns}
NNF	rf						0,64**	0,73**	0,30 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,40*
	rg						0,73++	0,87++	0,52 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,46+
NNM	rf							0,72**	0,10 ^{ns}	-0,30 ^{ns}	0,34*
	rg							0,81++	0,23 ^{ns}	-0,42 ^{ns}	0,43+
NNP	rf								0,23 ^{ns}	-0,19 ^{ns}	0,53**
	rg								0,21 ^{ns}	-0,37 ^{ns}	0,71++
NNR	rf									0,18 ^{ns}	0,14 ^{ns}
	rg									0,21 ^{ns}	0,23 ^{ns}
P100G	rf										0,21 ^{ns}
	rg										0,25 ^{ns}

** e *:Significativo ao nível de 1 % e 5 % de probabilidade pelo test t; ++ e +: significativos a 1 % e 5 % pelo método de bootstrap com 5 mil simulações. NDF e NDM: número de dias para florescimento e maturidade; APF e APM: altura da planta no florescimento e maturidade; NNF e NNM: número de nós na haste principal no florescimento e maturidade; NNP: número de nós produtivos na haste principal; NNR: número de nós ramificados na haste principal; P100G: massa de 100 grãos; PROD: Produtividade de grãos.

E para a produtividade observou-se que ela se correlaciona positivamente e com o número de nós no florescimento e número de nós produtivos, que foram significativos nos valores de correlação fenotípica de 0,40* e 0,53** respectivamente, corroborando com os dados obtidos por Machado et al. (2016) ao correlacionar PROD e NNF(0,43*).

5. CONCLUSÕES

A existência de variabilidade genética para caracteres agronômicos e produtividade de grãos entre as linhagens do Programa de Melhoramento Genético de Soja da Universidade Federal de Uberlândia e permitiu identificar e selecionar linhagens promissoras.

A linhagem G9 apresentou um alto potencial produtivo associado a maior número de nós produtivos demonstrando ser mais precoce e a linhagem G11 apresentou um alto potencial produtivo, alta quantidade de número de nós produtivos e apontou uma altura recomendada para a colheita mecanizada.

Os caracteres correlacionados com a produtividade de grãos foram número de nós produtivos e número de nós no florescimento, demonstraram possuir valores positivos de média magnitude, mas ainda podendo ser úteis para a seleção indireta dada seu alto coeficiente de determinação genotípico.

O caráter altura da planta no florescimento associado à altura da planta na maturidade e o caráter altura da planta na maturidade com altura da inserção da primeira vagem apresentaram alta magnitude, valores positivos e significativos também podendo ser útil para seleção.

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.
- ANDRADE, A. C. B.; SILVA, A. J.; FERRAUDO, A. S. E.; UNÊDA-TREVISOLI, S. H.; DI MAURO, A. O. Strategies for selecting soybean genotypes using mixed models and multivariate approach. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 1, p. 23-31, 2016.
- 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**, v. 13, n. 2, p. 181-189, 2014.
- BÁRBARO, I.M., MAURO, A.O., Centurim, M. A.P.C., MACHADO. P.C., BÁRBARO JR., S.B. 2009. Análise genética em populações de soja resistentes ao cancro da haste e destinadas para áreas de reforma de canavieiras. **Colloquium Agrariae**, v5 p.07-24.
- BARROS, H.B.; SEDIYAMA, T. Luz, Umidade e Temperatura. In: SEDIYAMA, T. (Ed.) **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenas, 2009, p. 17-27.
- BIZARI, E. H.; VAL, B. H. P. ; PEREIRA, E. D. M.; MAURO, A. O. D.; UNÊDA-TREVISOLI, S. H. Selection indices for agronomic traits in segregating populations of soybean. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 1, p. 110-117, 2017.
- BONETTI, L. P. Cultivares e seu melhoramento genético. In: VERNETTI, F.J. (Ed.) **Soja: genética e melhoramento**. Fundação Cargill, Campinas, p. 741-800, 1983.
- 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.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.
- CÂMARA, G. M. S. Preparo do solo e plantio. In: SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A.; (Eds). **Soja do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2015, 66-109p.
- CÂMARA, G.M.S. **Soja: tecnologia de produção**. Piracicaba: Publique, 1998. 293 p.
- 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.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v.4 – safra 2016/17, p.1-158, 2017. ISSN 2318-6852
- 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.

CRUZ, C.D. 2013. GENES - A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, v. 35: p. 271-276.

CRUZ, T. V.; PEIXOTO, C. P.; MARTINS, M. C. Crescimento e produtividade de soja em diferentes épocas de semeadura no oeste da Bahia. **Scientia Agraria**, v. 11, n. 1, p. 033-042, 2010.

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

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. (2005). Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Tecnologias de produção de soja: Região Central do Brasil**. Londrina. 239 p.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. (2011). **Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil 2012 e 2013**. Embrapa Soja, Londrina, 261 p.

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

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

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University. 12p. Iowa State University. Special Report 80, 1977.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. 4.ed. Longmans Green, Harlow, Essex, UK, 1996, 464p.

FREITAS, M. C. M. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**. v. 7, n. 12, p. 112, 2011.

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

GLASENAPP, J. S.; et al. Diversidade de características agronômicas e Moleculares em cultivares de soja com diferentes graus de resistência à *Phakopsora pachyrhizi*. **Bioscience Journal**,. Uberlândia, v. 31, n. 1, p. 25-36, 2015.

HAMAWAKI, O. T.; et al. Yield and agronomic characteristics of soybean breeding lines in Minas Gerais State, Brazil. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 1, n. 1, p. 43- 47, 2010.

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.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. O agronegócio da soja nos contextos mundial e Brasileiro. **Documentos Embrapa**, Londrina, n. 349, 2014.

LEITE, W. S.; et al. Estimativas de parâmetros genéticos e correlações entre caracteres agronômicos em genótipos de soja. **Nativa**, Sinop, v. 03, n. 04, p. 241-245, 2015.

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.

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

MACHADO, B.Q.V.; NOGUEIRA, A.P.O.; HAMAWAKI, O.T.; REZENDE, G.F. JORGE, G.L.; SILVEIRA, I.C.; MEDEIROS L.A.; HAMAWAKI R.L.; HAMAWAKI C.D.L. Phenotypic and genotypic correlations between soybean agronomic traits and path analysis. **Genetics and molecular research**, v. 16, n. 2, 2017.

MACHADO, L. O. Fatores de Formação do Preço da Soja em Goiás. Goiás: **Segplan-GO**, 2010.

MULATO, B.M. **Diversidade genética em germoplasma de soja identificada por marcadores SSR, EST-SSR e caracteres agromorfológicos**. Tese (Mestrado) USP. Piracicaba, 2009.

MÜLLER, L. Taxionomia e morfologia. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. (Eds). **A Soja no Brasil**. 1. ed. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. p. 65104.

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: 05/01/2017.

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: Mecenias, 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 ultimas 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.

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, 2012, 522 p.

ROCHA, R. S.; DA SILVA, J. A. L.; NEVES, J. A.; SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R.C. Desempenho agrônomo de variedades e linhagens de soja em condições de baixa latitude em Teresina-PI. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 1, p. 154-162, 2012.

ROSSMANN, H. **Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de uma população de soja avaliada em quatro anos**. 2001. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ/USP, Piracicaba, 2001.

RIGON, J. P. G.; CAPUANI, S.; DE BRITO NETO, J. F.; DA ROSA, G. M.; WASTOWSKI, A. D.; RIGON, C. A. G. Dissimilaridade genética e análise de trilha de cultivares de soja avaliada por meio de descritores quantitativos. **Revista Ceres**, v. 59, n. 2, p. 233-240, 2012.

RODRIGUES, B.; et al. Correlations between traits in soybean (*Glycine max* L.) naturally infected with Asian rust (*Phakopsora pachyrhizi*). **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 14, n. 4, p. 17718-17729, 2015.

SEDIYAMA, T. Prefácio. In: SEDIYAMA, T. (Ed.) **Melhoramento Genético da Soja**. Londrina: Mecenass, 2015.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M. S. Melhoramento da Soja. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 2005. p. 553-604.

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

SEDIYAMA, T. et al. Origem e Evolução. In: SEDIYAMA, T (Ed.). **Melhoramento Genético da Soja**. Londrina: Mecenass, 2015b. Cap. 1. p. 11-18.

SILVA, F.C.S.; SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA, G.C. Irrigação. In: SEDIYAMA, T (Ed.). **Produtividade da Soja**. Londrina: Mecenass, 2016. Cap 13. p. 180-194.

SOARES, M.M.; SEDIYAMA, T. Macronutrientes. In: SEDIYAMA, T (Ed.). **Produtividade da Soja**. Londrina: Mecenass, 2016. Cap 6. p. 64-80.

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** v. 16, n. 4, 2017.

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.

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.

VASCONCELOS, E.S.; et al. Estimativas de parâmetros genéticos da qualidade fisiológica de sementes de genótipos de soja produzidas em diferentes regiões de Minas Gerais. **Semana: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 65-76, 2012.

YOKOMIZO, G.K.; VELLO, N.A. Coeficiente de determinação genotípica em topocruzamentos de soja tipo alimento com tipo grão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n.11, p. 2223-2228, 2000.