

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE GENÉTICA E BIOQUÍMICA  
CURSO DE BIOTECNOLOGIA

**SELEÇÃO DE LINHAGENS, PARÂMETROS GENÉTICOS E CORRELAÇÕES  
ENTRE CARACTERES EM SOJA**

Mariana Silva Vianna

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

Uberlândia – MG

Maio – 2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE GENÉTICA E BIOQUÍMICA  
CURSO DE BIOTECNOLOGIA

**SELEÇÃO DE LINHAGENS, PARÂMETROS GENÉTICOS E CORRELAÇÕES  
ENTRE CARACTERES EM SOJA**

Mariana Silva Vianna

Orientadora: 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

Maio – 2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE GENÉTICA E BIOQUÍMICA  
CURSO DE BIOTECNOLOGIA

**SELEÇÃO DE LINHAGENS, PARÂMETROS GENÉTICOS E CORRELAÇÕES  
ENTRE CARACTERES EM SOJA**

Mariana Silva Vianna

Ana Paula Oliveira Nogueira  
Instituto de Genética e Bioquímica

Homologado pela coordenação do curso de

Biotecnologia em \_\_/\_\_/\_\_

Ana Paula Oliveira Nogueira

Orientadora

Uberlândia – MG

Maio – 2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE GENÉTICA E BIOQUÍMICA  
CURSO DE BIOTECNOLOGIA

**SELEÇÃO DE LINHAGENS, PARÂMETROS GENÉTICOS E CORRELAÇÕES  
ENTRE CARACTERES EM SOJA**

Mariana Silva Vianna

Aprovado pela Banca Examinadora em: / / Nota: \_\_\_\_\_

Ana Paula Oliveira Nogueira

Uberlândia, de 15 de maio de 2017

Aos meus pais, Walter e Léia.

Ao meu eterno namorado, Samuel (*in memoriam*).

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me conduzido até aqui.

Aos meus pais que sempre acreditam em mim e que fizeram de tudo para que esse sonho tornasse realidade. Minha mãe que acreditou em mim e esteve ao meu lado quando eu mais precisei. Pai, que desde pequena me influenciou a estudar, ter uma carreira, e enfrentar os problemas da vida.

Ao meu irmão, Arthur, que foi meu companheiro nos meus dias de graduação.

A Samuel de Moraes (*in memoriam*), pelo amor, carinho, companheirismo. Por acreditar em mim, me dizendo a nunca desistir e me proporcionar momentos inesquecíveis.

Aos meus tios, Eron e Juliana, Alessandra e Amarildo, que de alguma forma contribuíram com a minha formação acadêmica, seja em um conselho, palavra amiga ou ajuda financeira. Leila e Elder que abriram as portas de sua casa para mim durante os primeiros dois anos, me deram um lar temporário, conforto e tudo que precisei.

Aos meus primos Júlia e Luísa, Vitor e Clara, Pedro Paulo e João Lucas que me proporcionaram momentos felizes e divertidos.

A toda a minha família que mesmo longe, preocupam e desejam que dê certo.

Aos amigos que fiz durante esses anos e que levo comigo em meu coração.

A Pêpa por ter alegrado meus dias.

Ao professor PhD: Malcon A. M Brandeburgo por criar o curso de Biotecnologia na Universidade Federal de Uberlândia.

Aos colegas do curso de Biotecnologia, por passarmos provas e aprovações juntos.

A todos os integrantes do programa de melhoramento genético de soja da Universidade Federal de Uberlândia, pelo convívio, ajuda e amizade.

A professora Dr<sup>a</sup>: Ana Paula Oliveira Nogueira pela oportunidade de estagiar no programa, orientação, paciência, sabedoria e conhecimentos transmitidos.

**Minha eterna gratidão!**

## RESUMO

Os objetivos desse trabalho foram selecionar linhagens avaliar, parâmetros genéticos e correlações entre caracteres de soja. O experimento foi conduzido na área experimental da Fazenda Capim Branco pertencente à Universidade Federal de Uberlândia na safra de 2016/2017. Avaliaram-se 22 genótipos em delineamento de blocos completos casualizados com três repetições para 15 caracteres morfo-agronômicos. Os caracteres agronômicos relacionados ao ciclo, altura, número de nós e vagens totais tiveram coeficiente de determinação genotípico superiores a 70%. 15 genótipos obtiveram produtividade de grãos superior à média nacional de safra 2016/2017, isto é, a 2882 kg/h<sup>-1</sup>. As correlações fenotípicas entre caracteres que foram significativas oscilaram de -0,49 a 0,89, cujas estimativas de correlação genotípica foram superiores à correlação fenotípica, indicando que os fatores genéticos contribuíram mais que os ambientais. Considerando o caráter produtividade de grãos, foi possível identificar número de vagens de três grãos e número total de vagens para a seleção indireta. As linhagens 21P14, B2P1, B2P28, B1P33 e 2AP11 destacam-se como genótipos superiores na seleção direta.

**Palavras-chave:** *Glycine max*, melhoramento, seleção indireta.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVOS.....	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1 Origem, expansão e importância econômica da soja.....	4
3.2 Caracterização Botânica, Morfológica e Agrônômica da Soja.....	5
3.3 Crescimento e Desenvolvimento da Soja .....	7
3.4 Melhoramento genético da soja.....	9
3.5 Correlações em caracteres de soja .....	10
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	23
6. CONCLUSÕES.....	17
7. REFERÊNCIAS .....	32



## 1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*) têm origem asiática e ao longo dos anos se tornou uma das principais leguminosas cultivadas no mundo. É utilizada na alimentação humana e animal, na forma *in natura*, ração e óleo, e na produção de biodiesel, devido ao valor nutritivo e alto teor lipídico e proteico. Por sua grande aplicação, esse vegetal contribui com a economia mundial chegando a 312,36 milhões de toneladas em 119,73 milhões de hectares de área cultivada no mundo (CONAB, 2017). Os estados Unidos assumem a posição de maior produtor do grão, atingindo 3230 kg ha<sup>-1</sup> (USDA, 2017). Em segundo lugar, está o Brasil com produtividade de 2882 kg ha<sup>-1</sup> na safra 2016/2017 (CONAB, 2017).

Atualmente, a soja é cultivada em praticamente todo o território nacional, em razão da abertura de novas fronteiras, do desenvolvimento de tecnologias de produção para as condições brasileiras e, também, devido ao melhoramento genético da espécie, com a disponibilização de cultivares de alta produtividade de grãos, tolerantes as pragas e doenças e adaptadas à diferentes condições edafoclimáticas (NOGUEIRA; SEDIYAMA; GOMES, 2015).

Os programas de pesquisa em genética e melhoramento focam em desenvolver cultivares com superioridade agrônômica, alta produtividade de grãos, ampla adaptabilidade e estabilidade. Além disso, é importante que os genitores sejam divergentes entre si e que contenham caracteres favoráveis, garantindo maior variabilidade genética entre os genótipos (BORÉM et al., 2015).

Alguns programas de melhoramento usam ampliar a base genética da soja, obtendo mais combinações nas populações de trabalho. Em 1995, foi implementado o programa de melhoramento genético de soja da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e uma das preocupações do projeto é a ampliação da base genética, por isso trabalha com genitores bem divergentes entre si (HAMAWAKI, 2010).

Os programas de melhoramento envolvem quatro etapas principais: a escolha dos genitores; cruzamento e obtenção de populações segregantes, avanço das gerações por meio das autofecundações, testes de desempenho agrônômico e seleção de linhagens superiores. Existem e são aplicados diversos métodos de melhoramento de plantas para produção de novas cultivares, e entre os principais objetivos dos programas está o aumento da produtividade de

grãos. Por ser um caráter quantitativo e complexo, resultante da expressão e associação de diferentes componentes genéticos sofre muita influência ambiental (NOGUEIRA, 2011).

Durante o desenvolvimento de linhagens torna-se difícil a seleção de genótipos superiores por causa de uma baixa herdabilidade e/ou por ser um caráter de difícil mensuração ou identificação. Para tanto, pode-se usar da seleção de caracteres correlacionados como ferramenta para a seleção de genótipos superiores por meio da seleção indireta, porquanto os estudos das correlações entre caracteres permitem o conhecimento das alterações que ocorrem em um caráter quando se realiza a seleção em outro a ele correlacionado (CRUZ; REGAZZI, CARNEIRO, 2012).

Nesse contexto, este trabalho tem o objetivo de selecionar linhagens, e determinar parâmetros genéticos e as correlações entre caracteres em soja.

## **2. OBEJTIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Selecionar linhagens, determinar parâmetros genéticos e correlações entre caracteres em soja.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Avaliar linhagens de soja do Programa de Melhoramento Genético da Universidade Federal de Uberlândia quanto aos caracteres agronômicos e produtividade de grãos.

Determinar parâmetros genéticos para caracteres agronômicos em soja e produtividade de grãos.

Avaliar a magnitude das correlações fenotípicas e genotípicas entre caracteres agronômicos e produtividade dos grãos.

Selecionar linhagens se soja de alta produtividade de grãos e com caracteres agronômicos favoráveis.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 Origem, expansão e importância econômica da soja**

A soja tem como centro de origem a China e era considerada um grão sagrado pelos povos antigos. Se disseminou pela Ásia por volta do século XI a.C e pelo mundo, América e Europa nos séculos seguintes, onde as sementes foram distribuídas para jardins botânicos e estações experimentais da Alemanha, Inglaterra, Áustria, Holanda, Suíça, França e Itália, em que foram feitos experimentos para obter informações acerca do desenvolvimento e a produtividade da planta (SEDIYAMA et al., 2005). Em 1920, os Estados Unidos da América (EUA) iniciaram a exploração comercial da soja como forrageira e começaram a produção de grãos. Outros locais do mundo também tentaram o cultivo, no entanto, não obtiveram sucesso devido às condições climáticas desfavoráveis (SEDIYAMA et al., 2009).

No Brasil, teve sua primeira introdução, sem muito sucesso, na Bahia por volta de 1882, referência feita por Gustavo D'utra. O insucesso dessa introdução se deve a grande diferença ambiental entre o estado baiano e seu lugar de origem. Entretanto, outros genótipos introduzidos por japoneses no estado de São Paulo em 1908 e cinco anos mais tarde no Rio Grande do Sul permitiram o cultivo da soja em caráter experimental no país (SEDIYAMA et al., 2013).

Em 1960, a cultura da soja adquiriu grande importância econômica e sua produção se expandiu ao sul do território nacional, devido a semelhança climática com as tradicionais regiões de cultivo e em virtude os incentivos do governo. Além disso, a cultura da soja é considerada responsável por notáveis mudanças na economia brasileira nessa década, visto que essa leguminosa foi considerada ideal para fazer a rotação com o trigo, principalmente pela facilidade de cultivo, colheita e uso dos mesmos equipamentos (MARCONATO, 2014). Com isso, a produção brasileira de soja que era de 0,5% da produção mundial em 1954, passou a 16% da produção mundial em 1976 (CÂMARA, 1998) e hoje representa 30% da produção mundial (CONAB, 2016).

A cultura da soja tem grande importância na economia mundial, apesar de não ser considerada como alimento básico da população, devido à grande utilidade dos grãos e seus derivados, tais como: nutrição animal, produção de bioplásticos e biodiesel e também pela sua boa adaptação em diversas regiões (Bianco et al., 2012). O grão de soja é rico em proteínas e óleo, cujos teores médios das cultivares brasileiras são de 40% e 20% respectivamente (BEZERRA et al., 2015).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, precedido pelo EUA. Na safra 2015/2016, a cultura ocupou uma área de 33,17 milhões de hectares, o que totalizou uma produção de 95,63 milhões de toneladas. A produtividade média da soja brasileira foi de 2882 kg ha<sup>-1</sup>. (EMBRAPA, 2017). O maior estado produtor do grão é o Mato Grosso com 2851 kg ha<sup>-1</sup>, Paraná é o segundo maior estado produtor com 3141 kg ha<sup>-1</sup>, seguido do Rio Grande do Sul com 2970 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2017).

Na importação a China ocupa o primeiro lugar, responsável por 62,79% de todas as importações mundiais. Em segunda posição, encontra-se a União Europeia com 10,07%. Quanto à exportação, o Brasil é o maior exportador de soja em grãos do mundo, com 58,40 milhões de toneladas, responsável por 41,93% de todas as exportações mundiais. Os Estados Unidos ocupam o segundo lugar com 40,06%, com 55,79 milhões de toneladas (CONAB, 2017).

O sucesso do agronegócio da soja brasileira pode ser atribuído ao sofisticado pacote tecnológico desenvolvido para o cultivo da cultura no país, resultado dos esforços realizados por instituições de pesquisa. Destacando os programas de melhoramento genético de soja do Brasil, que disponibilizaram novas cultivares no mercado ao longo dos anos (NOGUEIRA; SEDIYAMA; GOMES, 2015).

### **3.2 Caracterização Botânica, Morfológica e Agronômica da Soja**

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma leguminosa, que pertence ao reino *Plantae*, divisão *Magnoliophyta*, classe *Magnoliopsida*, ordem *Fabales*, família *Fabaceae*, subfamília *Faboideae*, gênero *Glycine* (SEDIYAMA, 2009).

O ciclo de desenvolvimento da soja desde a emergência até a maturidade, varia entre 75 dias para as mais precoces a 200 dias para as tardias, de acordo com o genótipo e as condições climáticas. As cultivares comerciais mais utilizadas em condições de lavoura no território brasileiro apresentam o ciclo variando entre 100 a 145 dias, sendo classificadas de acordo com a região em cinco grupos de maturidade, sendo eles: precoce, semi-precoce, médio, semi-tardio e tardio. A fase vegetativa é o período da emergência da plântula até a abertura das primeiras flores e a fase reprodutiva compreende o período do início da floração até a maturidade (BEZERRA et al., 2015).

A soja é uma planta anual, herbácea, ereta, autógama, cleistógama e possui caracteres morfológicos variados, que podem ser influenciados pelo ambiente. A altura da planta oscila

entre 30 e 200 centímetros, podendo conter ramificações de quantidades variadas (MULLER, 1981; NOGUEIRA et al., 2013). No entanto, a altura das cultivares comerciais brasileiras variam entre 0,5 e 0,90 m (BEZERRA et al., 2015).

O sistema é radicular difuso e predominantemente axial fasciculado. Da raiz principal pivotante surgem as raízes secundárias. Em função da simbiose da soja com as bactérias (*Bradyrhizobium japonicum* e *B. elkanii*), encontra-se nas raízes nódulos, nos quais ocorre a fixação biológica de nitrogênio. (SEDIYAMA; OLIVEIRA; SEDIYAMA, 2016).

Segundo Sedyama; Oliveira; Sedyama (2016), o caule pertence ao tipo herbáceo, mais ou menos pubescente e com ramificações variadas de acordo com o genótipo. A coloração de seus tricomas é acinzentada ou em tons variados de marrom. O caule inicia-se no hipocótilo, seguindo do epicótilo e posteriormente, são formados os internódios em cada nó, onde desenvolve-se uma folha, e na axila da mesma possui uma gema lateral, que pode se transformar em ramificações ou em inflorescência (BEZERRA et al., 2015).

É possível diferenciar as cultivares de soja a partir do crescimento da haste, dividindo em crescimento determinado, semi-determinado e indeterminado. As plantas de crescimento determinado possuem inflorescência racemosa terminal e axilar, seu crescimento pode ser encerrado no início do florescimento, ou continuar em aproximadamente 10% de sua altura e matéria seca final. Geralmente o número de ramificações é em menor quantidade e menor estatura resultando então em uma menor quantidade de nós (SEDIYAMA; OLIVEIRA; SEDIYAMA, 2016; NOGUEIRA et al., 2013).

As plantas de crescimento semi-determinado também possuem inflorescência racemosa terminal e axilar, no entanto no momento do florescimento elas apresentam cerca de 70% de sua altura e matéria seca final. Tanto nas plantas de crescimento determinado quanto nas de crescimento semi-determinado as primeiras flores aparecem no terço superior e as últimas no terço inferior. A maturidade segue a mesma sequência do florescimento, iniciando no terço superior e finalizando no inferior (NOGUEIRA et al., 2013).

As plantas de crescimento indeterminado possuem apenas a inflorescência axilar, devido ao fato de a gema apical manter a sua atividade mesmo após o florescimento, mantendo assim o desenvolvimento dos nós e alongamento do caule. Resultando então em uma planta com maior altura e número de nós na haste principal, cuja altura pode atingir o dobro da obtida no florescimento. A maturidade das vagens é iniciada na parte inferior e finalizada na parte superior (SEDIYAMA; OLIVEIRA; SEDIYAMA, 2016; NOGUEIRA et al., 2013).

Durante o desenvolvimento da planta de soja predominantemente são encontrados três tipos de folhas, sendo duas cotiledonares, duas unifolioladas e trifolioladas que geralmente são compostas por três folíolos, variando no formato de lanceolada estreita, lanceolada, triangular, oval pontiaguda e oval arredondada. Algumas cultivares apresentam altas proporções de folha, podendo assim conter quatro, cinco ou mais folíolos laterais (SEDIYAMA; OLIVEIRA; SEDIYAMA, 2016).

As flores são axilares ou terminais, variam de 6 a 7 mm de comprimento, são completas, possuem órgãos sexuais na mesma flor e cada inflorescência pode conter em média de 8 a 40 flores. Sua coloração pode ser branca ou variados tons de roxo, de acordo com a cultivar. Sabe-se que existe um efeito pleiotrópico do gene que condiciona a cor de flor em relação a cor do hipocótilo, portanto em cultivares com flores brancas o hipocótilo é verde, e para as com flores roxas o hipocótilo também é roxo (SEDIYAMA et al., 1996; SEDIYAMA, 2009).

Os frutos são do tipo vagem, variando desde o formato arredondado, achatado, reto até o curvado, com o número de sementes de 1 a 5, pubescência de coloração cinza clara, cinza escura, marrom clara, marrom média e marrom escura. As vagens podem ser cinzas, amarelo-palha, pretas ou marrom (SEDIYAMA; TEIXEIRA; BARROS, 2009; SEDIYAMA; OLIVEIRA; SEDIYAMA, 2016).

As sementes de soja variam quanto a forma, sendo esférica, esférica-achatada, alongada e alongada achatada, o tegumento possui colorações desde ao amarelo, amarelo esverdeado, verde, marrom claro, marrom médio, marrom escuro até o preto. E o tamanho médio oscila em aproximadamente 2 a 53g por 100 sementes (SEDIYAMA; TEIXEIRA; BARROS, 2009).

### **3.3 Crescimento e Desenvolvimento da Soja**

A água constitui aproximadamente 90% do peso da planta, atuando em, praticamente, todos os processos fisiológicos e bioquímicos. Desempenha a função de solvente, através do qual gases, minerais e outros solutos entram nas células e movem-se pela planta. Tem, ainda, papel importante manutenção e distribuição do calor (EMBRAPA, 2016).

A umidade refere-se à água disponível em todo o desenvolvimento da cultura especialmente no período de germinação (E), na qual a semente precisa absorver 50% de seu peso em água, como também nos períodos de floração (R1 e R2) e de enchimento de grãos (R6), tanto o excesso quanto o déficit de água são prejudiciais à obtenção de uma boa uniformidade na população de plantas. A necessidade total de água é de até 800 mm por ciclo,

variando conforme o clima, manejo, e as características da cultivar, a fim de se obter produtividade rentável (EMBRAPA, 2016).

O fotoperíodo corresponde ao número de horas de luz por dia e tem influência direta com a floração no ciclo da soja, sendo o fator ambiental mais relevante na mudança do período vegetativo para o produtivo (NOGUEIRA, 2011), é o fator que implica na determinação da proporção relativa entre os estádios vegetativos e reprodutivos. Assim, a cultura da soja é induzida ao florescimento em períodos de dias (luz) curtos e varia conforme o genótipo. O fotoperíodo crítico induz a planta ao florescimento, ou seja, o número de horas luz capaz de induzir a transformação dos meristemas vegetativos em reprodutivos, que determinando também, o potencial de rendimento da planta pois define sua altura final (SEDIYAMA; SILVA; BORÉM, 2015).

Na cultura da soja existe diversidade de exigências fotoperiódicas entre as cultivares, o que é favorável no melhoramento genético, pois garante variabilidade de respostas para cada região de cultivo. Assim, a maturidade varia de precoce a tardia dependendo o fotoperíodo crítico exigido em locais de mesma latitude (SEDIYAMA; SILVA; BORÉM, 2015).

Cultivares de período juvenil curto percebem o estímulo para indução floral a partir do estágio de desenvolvimento V2, podendo ser induzidas ao florescimento com a planta jovem, resultando em baixa altura e produtividade. As cultivares de período juvenil longo possuem uma fase vegetativa em que são insensíveis ao fotoperíodo, estando aptas à perceberem o estímulo para indução floral somente a partir do estágio de desenvolvimento V5, resultando em plantas atingindo maior altura, maior peso de matéria seca e, conseqüentemente, maior produção (SEDIYAMA et al., 2016).

A taxa de desenvolvimento da planta está diretamente relacionada com a temperatura, portanto, a duração dos diferentes estágios do cultivar está proporcionalmente associada a variação da temperatura. A alta temperatura, superior a 24°C, também interfere diretamente na floração, podendo reduzir os dias para florescimento mediante o valor da variação do aumento da temperatura (SEDIYAMA et al., 2016).

Temperaturas inferiores a 13 °C induz a um crescimento vegetativo reduzido ou nulo e desestimula a floração, no entanto, temperaturas superiores a 40 °C provocam distúrbios na floração e diminuem a capacidade de retenção de vagens, e associadas a umidade relativa do ar, comprometem a qualidade das sementes (SEDIYAMA; SILVA; BORÉM, 2015). O aumento das temperaturas médias superiores a 24°C faz com que o crescimento vegetativo seja



mais rápido, enquanto que temperatura médias inferiores retardam o florescimento em até três dias, para cada decréscimo de 0,5°C (NOGUEIRA, 2011). Sendo assim, a temperatura influi no ciclo da planta, seja ele precoce, semi-precoce, médio, semi-tardio ou tardio.

### **3.4 Melhoramento genético da soja**

O melhoramento genético de soja tem contribuído para obtenção de alta produtividade de grãos e conseqüente alta produção de no mundo e no Brasil uma vez que o desenvolvimento de material genético apropriado para as diversas regiões permite o cultivo em altas e baixas latitudes.

O gesmoplasma da soja brasileira apresenta base genética restrita devido as poucas linhagens ancestrais que a originou, sendo comprovada por estudos sobre a variabilidade genética da cultura. Sendo assim, os programas de melhoramento nacionais procuram ampliar a base genética da soja e obter genótipos de população distintos e divergentes, para que, quando estes cruzados, a chance de seleção de linhagens superiores, nas gerações segregantes, seja maior (BORÈM et al., 2015).

Várias etapas são realizadas no melhoramento para a obtenção de novas cultivares, dentre elas, destaca-se: i) A seleção de genitores; ii) Avanço de gerações; iii) Testes de desempenho agrônômico. Em um programa de melhoramento, escolhe-se os genitores para a hibridização artificial com o intuito de recombinar genes de diferentes materiais, com a variabilidade necessária para o sucesso dos processos de seleção e atender aos diversos objetivos do programa de melhoramento.

As populações segregantes são submetidas a várias autofecundações para restauração da homozigose e avanços de gerações, nos quais podem ser empregados vários métodos de melhoramento: 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 (SEDIYAMA et al., 2015; NOGUEIRA; SEDIYAMA; GOMES, 2015). São selecionadas plantas para o estabelecimento de testes de progênie e seleção de linhagens com caracteres agrônômicos desejáveis a partir de populações em gerações mais avançadas (SEDIYAMA et al., 2015).

Ao final do desenvolvimento de linhagens, são realizados testes de desempenho agrônômico e ensaios de valor de cultivo e uso (VCU) para quantificar a produtividade de

grãos, a qual é a maior intenção dos programas existentes. É preciso que a nova cultivar apresente características favoráveis e superiores as das cultivares existentes no mercado atual.

### **3.5 Correlações em caracteres de soja**

O objetivo dos programas de melhoramento é desenvolvimento de cultivares superiores às existentes no mercado, assim, além de serem altamente produtivas, as cultivares lançadas devem ter bom desempenho agrônômicos, resistência a pragas, doenças e herbicidas, melhor qualidade genética e fisiológica. No entanto, agregar vantagens adicionais é um desafio constante em função da existência de correlação entre os caracteres (RAMALHO et al., 2012).

No melhoramento genético de plantas, a seleção de genótipos superiores é, por muitas vezes, dificultada, devido à baixa herdabilidade dos caracteres e/ou empecilhos para a avaliação fenotípica. Nesse aspecto, os estudos de correlações entre caracteres permitem ao melhorista estabelecer estratégias de seleção indireta, isto é, seleção para um caráter por meio de outro a ele correlacionado, cuja herdabilidade seja de alta magnitude (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

A medida de correlação é um parâmetro de associação linear entre duas variáveis que assume valores entre -1 e +1. Se os maiores valores de ambas variáveis são pareados então, a correlação será positiva. Se os menores valores são pareados, a correlação será negativa (ZIMMERMANN, 2014). Entretanto, se os valores dos pares das variáveis são pareados aleatoriamente, as variáveis não estão correlacionadas e tendem a zero. Destaca-se que, coeficientes iguais a zero são uma evidência da falta de relação linear entre os caracteres e não a ausência de relação ou dependência entre eles (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

Correlação fenotípica é simbolizada por  $r_f$ , e é estimada a partir de dados diretamente mensurados, podendo ser de causa genética ou ambiental. A causa da correlação genética é, principalmente, o pleiotropismo, fenômeno pelo qual um gene influencia dois ou mais caracteres (Falconer e Mackay, 1996). As ligações gênicas também podem ser a causa de correlação genética, no entanto ela é transitória, e ocorre principalmente em populações derivadas de cruzamentos entre linhagens divergentes (NOGUEIRA, 2011).

O ambiente é a causa de correlações entre caracteres quando estes são influenciados pelas mesmas diferenças de condições ambientais. Se o ambiente favorece um caráter em detrimento do outro as estimativas de correlação ambiental são negativas e serão positivas se

dois caracteres são beneficiados ou prejudicados pelas mesmas condições ambientais (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012)

A seleção de plantas com florescimento tardio e com maior altura de inserção de primeira vagem, possibilita a seleção indireta para o caráter produção de grãos, em virtude da correlação positiva e significativa entre esses caracteres (ALMEIDA; PELUZIO; AFFÉRI 2010). Rodrigues et al. (2015) avaliaram caracteres agrônômicos em plantas de soja infectadas naturalmente com *Phakopsora pachyrhizi*, relataram correlações positivas e de elevada magnitude entre o número total de vagens e o número de vagens com dois ou três grãos.

Silva et al. (2016) avaliaram 54 genótipos de soja e observou que a produtividade de grãos apresentou correlação genotípica e fenotípica positiva com os caracteres altura da inserção da primeira vagem (0,27 e 0,23) e valor agrônômico (0,58 e 0,30), indicando que esses caracteres podem ser utilizados para a seleção indireta de plantas mais produtivas.

Nogueira et al. (2012), analisando correlações entre caracteres e análise de trilha em soja cultivada em diferentes épocas, afirmou que a época de semeadura não influenciou na magnitude das correlações fenotípicas e genotípicas entre a produção de grãos e os caracteres agrônômicos, e que o número de vagens por planta e números de nós na haste principal podem ser utilizados na seleção indireta para a produtividade.

Dalchiavon et al. (2012) analisaram componentes de produção e produtividade de soja de 120 plantas da cultivar BRS-68 Vencedora e observaram que do ponto de vista linear, o número de vagens por planta (0,651) e a massa de grãos por planta (0,614) correlacionaram-se de forma direta com a produtividade da soja, demonstrando serem os melhores componentes para estimá-la.

Machikowa e Paisan Laosuwan (2011) avaliaram 14 variedades de soja investigando as correlações entre alguns caracteres da soja e verificando os efeitos diretos e indiretos que serão utilizados para a seleção do rendimento de sementes. Observaram correlação fenotípica significativamente positiva entre o rendimento de sementes e o número de nós por planta (0,679) e concluíram que esse carácter pode ser utilizado na seleção indireta e identificação de genótipos de soja precoce e de alto rendimento.

Almeida et al. (2010) estimando correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais para a cultura da soja entre 12 cultivares concluíram que a seleção de plantas de florescimento tardio (0,86) e com maior altura de inserção de primeira vagem (0,68) se correlacionam positiva e

significativamente entre a produção de grãos, possibilitando o melhoramento indireto para esse caráter.

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma área experimental localizada na Fazenda Capim Branco (18°52'S; 48°20'W e 805 m de altitude), pertencente à Universidade Federal de Uberlândia, no município de Uberlândia, Minas Gerais, na safra 2016/2017. Avaliaram-se 20 linhagens desenvolvidas no Programa de Melhoramento da Universidade Federal de Uberlândia e duas cultivares (CD 2737 e TMG 2158 IPro) em delineamento de blocos completos casualizados com três repetições ocupando uma área de 900 m<sup>2</sup>.

As parcelas foram constituídas por quatro linhas de soja com 5 m e em espaçadas 0,50 m. A área útil foi composta por 2 fileiras centrais eliminando 0,5 m das extremidades, perfazendo 4 m<sup>2</sup>. Anterior à sementeira, o solo foi preparado, com uma aração e duas gradagens. Posteriormente, a área foi sulcada e adubada com base nas características químicas apresentadas na análise de solo. Utilizou-se o formulado NPK 02-28-18 na dose de 400 kg ha<sup>-1</sup> do formulado.

A sementeira manual em campo foi no dia 22 de outubro de 2016, e as sementes foram previamente tratadas com o produto Protreat. No dia do plantio aplicou-se Inoculante líquido a base de *Bradyrhizobium japonicum*, seguido da aplicação de Dual Gold, um herbicida seletivo de controle pré-emergente de plantas infestantes. As dosagens seguiram a dose recomendada pelo fabricante. Foi feita a complementação com capinas manuais para o controle de plantas daninhas ao longo do experimento.

No dia 05 de janeiro de 2017 foram aplicados de forma mecanizada: 0,4 L ha<sup>-1</sup> Fastac (inseticida); 0,3 L ha<sup>-1</sup> Orkestra (fungicida); 0,5 Kg ha<sup>-1</sup> Pumma (macro e micronutrientes); 0,15 L ha<sup>-1</sup> Power citrus (óleo); 0,005 L ha<sup>-1</sup> Power Max (adjuvante). E no dia 26, 6 mL em 20 L de água de Match Ec, 30 mL de Engeo Pleno e 40 mL de óleo mineral com a bomba costal para controle de lagarta e sua reaplicação 15 dias posteriores.

Avaliaram-se os seguintes caracteres:

a) 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).

b) 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 se encontravam no estágio reprodutivo R1 e R8.

c) 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 se encontravam no estágio reprodutivo R1 e R8. Número de nós produtivos (NNPROD): Contou-se os nós que produziram vagens.

d) Número de vagens com um grão (NV1), com dois grãos (NV2) e com três grãos (NV3): após a colheita, realizou-se a contagem do número de vagens com um, dois e três grãos. e) Número total de vagens por planta (NVT): obtido somando o número de vagens com um, dois, três e quatro grãos.

e) Número de vagens chochas (NVCHOCAS): Somou-se o número de vagens que não produziram grãos. Número de vagens chochas com grão (NVCHOGRÃO): Quantificou-se o número de vagens que continham grãos e locus sem semente.

f) Produtividade de grãos (PROD): Calculou-se a produtividade de cada parcela mediante o peso de grãos da área útil colhida. Os dados obtidos foram transformados para  $\text{kg ha}^{-1}$ , sendo a produtividade corrigida para umidade a 14%, conforme equação abaixo:

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

Em que:

PF: peso final da amostra

PI: Peso inicial da amostra

UI: Umidade inicial da amostra

UF: Umidade final da amostra (14%)

A fim de avaliar a existência de variabilidade fenotípica os dados foram submetidos à análise de variância individual conforme descritos no modelo abaixo:

$$Y_{ij} = \mu + B_j + G_i + E_{ij}$$

Em que:

$Y_{ij}$ : valor fenotípico do caráter do genótipo  $i$  no bloco  $j$ ;

$\mu$ : média geral;

$B_j$ : efeito aleatório do bloco  $j$ ;

$G_i$ : efeito fixo do genótipo  $i$ ;

$E_{ij}$ : erro aleatório.

A partir da análise de variância estimou-se o coeficiente de determinação genotípico dado por:

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

$$\hat{\phi}_g = \frac{QMT - QMR}{r}$$

Em que:

$H^2$ : coeficiente de determinação genotípico;

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

QMT: quadrado médio de tratamentos (genótipos);

QMR: quadrado médio do resíduo; e

r: número de repetições.

Os dados foram agrupados com base no teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Posteriormente, realizaram-se as análises de correlações fenotípicas e genotípicas, conforme descrito a seguir:

### Correlação Fenotípica

$$r_f = \frac{PMG_{xy}}{\sqrt{QMG_x QMG_y}}$$

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 significância estatística do coeficiente de correlação fenotípica foi testada pelo teste t, ao nível de 5% de probabilidade.

### Correlação Genotípica

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

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

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

Em que:

$r_g$ : estimador da correlação genotípica;

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

$\hat{\sigma}_{g(X)}$  e  $\hat{\sigma}_{g(Y)}$ : estimadores dos componentes quadráticos associados a variabilidade genotípica para os caracteres X e Y, respectivamente;

Todas as análises serão realizadas utilizando o Programa Computacional em Genética e Estatística (GENES) (CRUZ, 2016).



## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se a existência de variabilidade genética ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t, para os caracteres indicando a possibilidade de seleção de linhagens (Tabela 1).

**Tabela 1.** Variabilidade fenotípica, parâmetros genéticos e coeficiente de variação de caracteres morfo-agronômicos de 20 linhagens e 2 cultivares de soja semeadas em 2016/2017, Uberlândia – MG.

Caracteres	QMG	CV (%)	H <sup>2</sup> (%)	CVg/CVe
NDF	14,30*	3,79	72,55	0,94
APF	423,01*	15,19	77,89	1,08
NNF	7,22*	8,71	86,25	1,44
APV	229,77*	21,75	85,71	1,41
APM	803,08*	9,94	87,92	1,56
NDM	444,53*	4,87	90,84	1,82
NNPROD	24,15*	26,09	48,54	0,56
NNM	17,73*	8,20	88,33	1,59
NV1G	6,35*	75,78	51,82	0,60
NV2G	258,80*	35,01	68,78	0,86
NV3G	135,78*	29,46	87,00	1,49
NVCHOCHAS	377,21*	40,09	86,84	1,48
NVCHOGRAO	270,03*	38,56	87,41	1,52
NTVt	841,95*	26,18	76,02	1,03
PROD	2016003,71*	25,84	61,56	0,73

\*: significativo a 5% de probabilidade, pelo F; QMG: quadrados médios de genótipos; CV(%): coeficiente de variação; H<sup>2</sup>: coeficiente de determinação genotípico; cVg/cVe: razão entre o coeficiente de variação genético (cVg) e o coeficiente de variação ambiental (cVe); NDF e NDM: número de dias para florescimento e maturidade; APF e APM: altura da planta no florescimento e na maturidade; APV: altura da inserção da primeira vagem; NNF e NNM: Número de nós na haste principal no florescimento e na maturidade;; NNPROD: número de nós produtivos na haste principal; NV1G, NV2G e NV3G: número de vagens com um, dois e três grãos; NVCHOCHAS: número de vagens chochas; NVCHOGRAO: número de vagens que continham grãos e locus sem semente. NTVt: somatória de todas as vagens da planta; PROD: produtividade de grãos;

O coeficiente de variação (CV%) indica o grau de precisão experimental, quanto menor o CV, maior a homogeneidade dos dados, e menor a variação do acaso. É considerado baixo quando inferior a 10%, médio entre 10 e 20%, alto entre 20 e 30 % e muito alto quando superior a 30% (PIMENTEL et al, 2013). Com análise dos caracteres morfo-agronômicos, o coeficiente de variação (CV%) oscilou de 3,79% para o caráter número de dias para o florescimento e 75,78% para o caráter número de vagens com um grão (Tabela 1). SOUSA et al. (2013) avaliando caracteres agronômicos em 71 linhagens de soja encontrou baixo CV para o caractere número de dias para florescimento (5,04), devido à influência ambiental, portanto, não é seguro selecionar genótipos com base nesse atributo.

Sabendo que o caráter produtividade de grãos está sujeito a uma ampla interferência experimental, pode-se então justificar a estimativa de 25,84 observada neste estudo. Machado (2017) avaliando o desempenho agronômico e diversidade genética em linhagens e cultivares de soja estudos semeados nessa mesma região, obtiveram coeficiente de variação (CV) entre 2,13 % (NDM) a 56,50 % (NV3). Valores altos para CV de componentes de produção são aceitáveis nas condições em que foi avaliado por ser quantitativa e, portanto, bem influenciada pelo ambiente (LEITE et al., 2015).

As estimativas de coeficiente de variação genotípico ( $H^2$ ), quando se admite efeitos fixos de genótipos, uma vez que eles foram pré-determinados, expressam a proporção da variabilidade fenotípica que é de causa genética. (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012). Nesse estudo, verificou-se que o  $H^2$  variou de 44,54 para número de nós produtivos (NNPROD) e de 90,84 para a número de dias para maturidade (NDM). O  $H^2$  é considerado alta acima de 70%, sendo assim, os caracteres NDF, APF, NNF, APV, APM, NDM, NNM, NV3G, NVCHOCHAS, NVCHOGRAO, NTVt apresentaram alta herdabilidade, evidenciando diferença entre os genótipos é, predominantemente, de causa genética (Tabela 1).

Para os caracteres número de grãos produtivos, número de vagens com um e dois grãos e produtividade em que o parâmetro  $H^2$  foi inferior (< 70 %) pode ser justificada devido ao comportamento quantitativo, atribuídos aos muitos genes que as governam e à influência ambiental (HAMAWAKI et al, 2010).

Leite et al. (2015) estimaram parâmetros genéticos e fenótipos em linhagens F8 de 27 genótipos de soja, na safra de 2011/2012, e obtiveram resultado de coeficiente de

determinação genotípico para a altura da planta na maturidade (85%) e número de vagens totais (74%) similares ao do presente trabalho. Glausenapp et al. (2015), avaliaram 17 genótipos quanto a caracteres agronômicos e moleculares em cultivares de soja com diferentes graus de resistência à *Phakopsora pachyrhizi*, alcançaram valores de coeficientes de determinação genotípica para número de vagens com um grão de 77,64 e de 99,00 para número de vagens com quatro grãos.

A razão entre o coeficiente de variação genético e o coeficiente de variação ambiental é útil no melhoramento, pois indica oportunidade de sucesso no processo seletivo, sendo o caractere favorável para seleção quando obtiver valor igual ou superior a uma unidade (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012). O coeficiente obtido neste estudo oscilou de 0,56 a 1,50 respectivamente, para os caracteres NNPRO e APM (Tabela 1). Os caracteres APF, NNF, APV, APM, NDM, NNM, NV3G, NVCHOCHAS, NVCHOGRAO e NTVt apresentaram  $CV_g/CV_e$  superiores a 1 (Tabela 1).

Andrade et al. (2016) objetivando selecionar genótipos de soja oriundos de cruzamentos entre linhas convencionais e transgênicas, observaram estimativas de  $CV_g/CV_e$  similares ao encontrado nesse estudo para os caracteres APF e NNM, que foram de 1,06 e 1,51 respectivamente.

Barros et al. (2016) estimaram parâmetros genéticos e eficiência da seleção em genótipos de soja, utilizando 11 progênies em geração F3 e obtiveram resultados semelhantes de  $CV_g/CV_e$  para os mesmos caracteres avaliados no presente estudo.

Na Tabela 2, verificaram-se que o número de dias para florescimento e maturidade permitiram separar os genótipos em dois grupos, sendo que NDF oscilou de 49,00 a 58,00 dias para os genótipos B2P7/ B2P26 e B2P17, respectivamente. As testemunhas CD 2737 e TMG 2158 IPro foram as mais precoces com 97 dias. Por outro lado, as linhagens do programa foram mais tardias, com ciclo total de 123 a 142 nos genótipos B2P7 e B2P15. Os genótipos considerados intermediários, com media oscilando de 123 a 131 dias para maturidade, foram B2P7, B2P20, B2P28, B2P38, B1P26 e B1P33.

**Tabela 2.** Caracteres agronômicos em linhagens e cultivares de soja cultivadas na safra 2016/2017 em Uberlândia-MG

Genótipos	NDF (dias)	NDM (dias)	APF (cm)	APM (cm)	AIPV (cm)
B2P1	51,67 b	138,33 a	66,07 a	116,20 a	24,13 c
B2P7	49,00 b	123,00 b	58,30 a	102,70 b	35,50 b
B2P8	51,67 b	131,00 a	60,20 a	97,20 b	26,27 c
B2P11	57,00 a	140,50 a	68,80 a	116,40 a	47,80 a
B2P12	53,00 b	134,00 a	77,87 a	103,40 b	23,40 c
B2P13	51,00 b	128,50 a	59,40 a	71,40 c	13,70 d
B2P14	53,00 b	138,33 a	74,00 a	105,93 b	36,47 b
B2P15	51,67 b	142,67 a	66,73 a	118,87 a	30,40 b
B2P17	58,33 a	138,33 a	81,93 a	115,33 a	33,67 b
B2P20	50,33 b	130,33 b	57,53 a	103,20 b	32,67 b
B2P26	49,00 b	140,50 a	52,70 b	78,90 c	23,50 c
B2P27	51,00 b	140,50 a	64,40 a	86,80 c	24,33 c
B2P28	53,00 b	128,50 b	70,30 a	111,10 a	18,70 d
B2P33	51,67 b	134,67 a	71,67 a	87,53 c	26,80 c
B2P38	53,00 b	130,33 b	79,47 a	112,53 a	34,67 b
B1P26	53,00 b	130,33 b	62,87 a	114,13 a	24,80 c
B1P33	50,33 b	126,67 b	57,20 a	100,13 b	31,33 b
CD2737	50,67 b	97,00 c	41,50 c	83,00 c	13,13 d
TMG 2158 IPro	53,00 b	97,00 c	30,47 c	64,40 c	13,20 d
2LP14	53,00 b	134,00 a	61,90 a	75,60 c	15,90 d
2AP11	51,50 b	140,50 a	71,20 a	114,70 a	29,50 b
P19 16c	53,00 b	134,67 a	66,20 a	101,60 b	19,67 d

Médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste Scott Knott a 5% de probabilidade. NDF e NDM: Número de dias para florescimento e maturidade; APF e APM: Altura da planta no florescimento e na maturidade; e AIPV: Altura da inserção da primeira vagem.

Cunha et al. (2013) estudaram a variabilidade genética de 79 genótipos de soja do Programa de Melhoramento Genético da UFU e verificaram que o número de dias

florescimento oscilou de 42 a 87 dias, e para maturidade variou de 92 dias para o genótipo UFUS20 a 127 dias para o genótipo UFUS05.

Souza (2013) avaliaram a diversidade genética de 35 genótipos de soja com potencial de serem usados em programas de melhoramento genético utilizando caracteres agronômicos e obtiveram número de dias para maturidade mais precoce de 110 dias e mais tardio com 139 dias.

Para altura da planta no florescimento formou-se três grupos sendo que a maioria dos genótipos tiveram média entre 57 a 81 cm (Tabela 2). E a altura da planta na maturidade a média da altura da planta separou os genótipos avaliados em três grandes grupos, sendo que as menos altas obtiveram tamanho entre 64 e 87 cm, as intermediárias, 100 a 105 cm e as mais altas oscilavam de 112 a 118 cm de comprimento.

Ambos caracteres, altura de planta na floração e altura da planta na maturidade são relevantes, porquanto, plantas muito altas podem acamar, por conseguinte, alturas de plantas acima de 100 centímetros são inadequadas e diminuem a eficiência da colheita mecanizada, sendo de 40 a 90 a altura ideal da planta no cultivo da soja (NOGUEIRA et al., 2009; SEDIYAMA et al., 2015).

Dorneles et al. (2011) pesquisou sobre a diversidade genética de soja semiprecoce na safra 2009/2010 avaliando 22 linhagens do Programa de Melhoramento de Soja da Universidade Federal de Uberlândia e obteve resultados similares de altura de planta na maturidade, sendo que a linhagem LUFU19 apresentou maior altura de 164 cm.

Unêda-Trevisoli et al. (2010) avaliou a performance agronômica de 19 cultivares de soja precoces para cultivo em áreas de reforma de cana-de-açúcar e resultou em médias similares para a altura da planta na maturidade, 68,33 cm no genótipo IAC23 e 115 cm na cultivar MSOY 7211 RR.

A altura da inserção da primeira vagem é um caráter importante durante o processo de seleção de linhagens de soja. De acordo com Sedyama (2013) a altura ideal situa-se entre 10 a 15 cm, visando obter máxima eficiência e evitando perdas na colheita, porquanto, a inserção da primeira vagem determina a regulagem da altura da barra de corte da colhedora. Nesse estudo, as médias para APV variaram de 13,13 a 47,8 cm respectivamente para os genótipos CD 2737 e B2P110.

Os genótipos B1P13, B2P28, CD2737, TMG 2158 IPro, 2LP14, e P19 16c apresentaram menores estimativas de APV, variando de 13,13 a 19,67 (Tabela 2). Este último grupo possui resultados similares ao de Dornelas et al. (2011), no qual a altura da inserção da primeira vagem variou com média entre 9 a 16 cm nas 22 linhagens testadas

Pires et al. (2012) verificou o desempenho de oito cultivares na safra de 2009/2010 e a média da altura da inserção da primeira vagem foi semelhante as médias dos genótipos B2P1, B2P8, B2P12, B2P13, B2P26, B2P27, B2P28, B2P33, B1P26, CD2737, TMG 2158 IPro, 2LP14 e P19 16. Houve semelhança nos resultados de Unêda-Trevisoli et al. (2010) para a APIV com os genótipos B2P13, B2P28, CD2737, TMG 2158 IPro, 2LP14, P19 16c.

O número de nós na haste principal é um caráter importante na seleção de linhagens uma vez que está diretamente relacionada à produtividade de grãos da planta (SEDYAMA; SILVA; BORÉM, 2015). Na Tabela 3, observou-se que o número de nós no florescimento e na maturidade oscilaram de 11,67 a 14,07 e 13,4 a 24,67, respectivamente. Conforme Sedyama; Silva e Borém (2015) uma planta de soja deve possuir em torno de 18 nós, desse modo os genótipos P19 16c, B2P33, B2P8, 2AP11, B2P38, B1P33, B2P1, B2P14 e B2P17 são promissores.

Martins et al. (2011) determinou o número final de nós de 15 cultivares de soja em função da época de semeadura na safra 2005/2006 e obteve média entre 16,7 e 19,9 nos genótipos NK 48-00 e CD 219, respectivamente. Perini et al. (2012) avaliaram os componentes de produção de cultivares de soja com crescimento determinado e indeterminado, obtendo médias para número de nós na haste numa amplitude menor, variando entre 12,03 e 16,61 para os genótipos BRS 282 e BRS 284.

Embora os resultados apresentados na Tabela 1 apontam a existência de variabilidade genética para o caráter NNPROD o teste Scott Knott não permitiu a divisão dos genótipos em mais de um grupo (Tabela 3).

O caráter número de vagens influencia na produção de grãos por planta. Notou-se que para NV1G, NV2G o genótipo 2AP11 produziu mais, com média de 5,30 e 44,20 para os respectivos caracteres. Já para NV3G os genótipos IMG 2158 IPro e 2LP14 se destacam com médias de 25, 93 e 25,40. Dentre os genótipos estudados aqueles que produziram mais vagens, foram 2LP14, 2AP11, B2P15 e B2P28 com média de 98,9, 69,6, 78 e 81,8 respectivamente (Tabela 4).

**Tabela 3.** Número de nós na haste principal, no florescimento e na maturidade, e número de nós produtivos em linhagens e cultivares de soja cultivadas na safra 2016/2017 em Uberlândia-MG

Genótipos	NNF	NNM	NNPROD
B2P1	10,87 b	18,33 b	14,47 a
B2P7	9,80 b	16,80 c	12,60 a
B2P8	11,07 b	16,07 c	12,67 a
B2P11	12,70 a	18,90 b	11,90 a
B2P12	11,73 a	16,67 c	11,07 a
B2P13	10,50 b	13,40 d	11,00 a
B2P14	11,67 a	18,07 b	12,20 a
B2P15	12,00 a	24,67 a	17,93 a
B2P17	14,07 a	17,93 b	12,00 a
B2P20	10,47 b	19,13 b	14,13 a
B2P26	10,40 b	14,80 d	9,40 a
B2P27	11,00 b	15,43 c	11,70 a
B2P28	13,00 a	20,10 b	15,80 a
B2P33	12,20 a	17,00 c	12,73 a
B2P38	13,53 a	18,40 b	13,20 a
B1P26	11,93 a	20,00 b	12,93 a
B1P33	10,93 b	18,47 b	23,27 a
CD2737	7,93 c	16,93 c	15,67 a
TMG 2158 IPro	8,13 c	13,67 d	13,33 a
2LP14	12,70 a	15,60 c	12,80 a
2AP11	13,00 a	18,70 b	13,90 a
P19 16c	11,93 a	17,00 c	12,60 a

Médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. NNF: Número de nós na haste principal no florescimento; NNM: Número de nós para maturidade; NNPROD: Número de nós produtivos na haste principal.

**Tabela 4.** Componentes de produção e produtividade de grãos em linhagens e cultivares de soja cultivadas na safra 2016/2017 em Uberlândia-MG

Genótipos	NV1G	NV2G	NV3G	NVTt	PROD
B2P1	2,40 b	27,27 a	20,87 a	58,47 b	4317,99 a
B2P7	1,20 b	13,70 b	19,20 a	48,60 b	2831,71 b
B2P8	2,47 b	21,60 b	21,87 a	61,40 b	4148,07 a
B2P11	1,00 b	22,00 b	6,20 b	35,70 b	2692,48 b
B2P12	2,87 b	25,47 a	10,73 b	44,73 b	3552,64 a
B2P13	1,10 b	25,90 a	15,30 a	57,50 b	3152,06 b
B2P14	1,80 b	25,87 a	6,47 b	47,73 b	1898,97 b
B2P15	2,33 b	39,60 a	18,53 a	78,00 a	4290,08 a
B2P17	1,93 b	29,33 a	10,53 b	50,77 b	2426,25 b
B2P20	0,90 b	14,00 b	4,70 b	26,60 b	2666,42 b
B2P26	0,20 b	25,70 a	5,80 b	40,60 b	2476,62 b
B2P27	1,90 b	29,93 a	16,88 a	62,30 b	3555,93 a
B2P28	4,40 a	35,70 a	21,10 a	81,80 a	3678,25 a
B2P33	3,87 a	36,87 a	8,60 b	53,20 b	3423,82 a
B2P38	3,67 a	32,87 a	7,73 b	51,67 b	2993,31 b
B1P26	2,87 a	11,60 b	12,53 b	35,00 b	2098,51 b
B1P33	3,33 a	28,53 a	15,40 a	54,07 b	3848,92 a
CD2737	0,27 b	12,00 b	20,83 a	37,47 b	4032,13 a
TMG 2158 IPro	0,40 b	10,60 b	25,93 a	46,20 b	4507,19 a
2LP14	4,70 a	30,10 a	25,40 a	98,90 a	4785,63 a
2AP11	5,30 a	44,20 a	6,60 b	69,60 a	4240,11 a
P19 16c	1,87 b	22,07 b	12,93 b	53,80 b	3337,76 a

Médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. NV1G: Número de vagens com um grão; NV2G: Número de vagens com dois grãos; NV3G: Número de vagens com três grãos; NVTt: Número total de vagens (chochas e cheias). PROD: Produtividade.

Avaliando cultivares de soja em três épocas de semeadura, Ludwig et al. (2011) observaram média de número de vagens entre 17,2, e 19,3. Rahman e Hossain (2011) ao



avaliarem o efeito da densidade de plantas no crescimento, rendimento e componente de produção de duas cultivares de soja obtiveram médias similares da variedade G2 com o genótipo B2926 e da variedade PB-1 com o genótipo B2P26.

Em pesquisa com 95 genótipos de soja, na geração F6, Vianna et al. (2013) obtiveram média de número de vagens superior ao observado neste estudo. No entanto, cabe ressaltar que este caráter é de natureza quantitativa, logo, com alta influencia ambiental.

A produtividade de grãos está entre os principais objetivos do melhoramento genético de soja. O genótipo 2LP14 foi o que apresentou maior produtividade em relação aos demais, inclusive das testemunhas CD2737 e TMG 2158 IPro. Das 20 linhagens estudadas, 15 apresentaram produtividade superior à média nacional que foi de 2882 kg/h<sup>-1</sup> (CONAB, 2017) (Tabela 4). Sedyama et al. (2015) comentaram que cultivares consideradas superiores devem ter produtividade acima de 3000 kg ha<sup>-1</sup>, desse modo o genótipo P19 16c e todos os genótipos pertencentes ao grupo a podem ser considerados superiores em razão da produtividade.

Resultados semelhantes foram encontrados por Cunha et al. (2013) em semeadura tardia de 79 progênies de soja provenientes do Programa Melhoramento Genético da Universidade Federal de Uberlândia, na qual UFUS 32 obteve maior produtividade (4393,59 kg ha<sup>-1</sup>) dentre os genótipos testados.

Souza (2013) avaliando a divergência genética em soja com base em caracteres fenotípicos de 35 genótipos com potencial de serem utilizados como genitores em programas de melhoramento, obteve média geral para produtividade de 4251,30 kg ha<sup>-1</sup>, havendo genótipo com rendimento de 5884,44.

Amorim et al (2011) avaliaram o potencial produtivo de sete genótipos de soja em Uberlândia em quatro épocas de semeadura, e obtiveram maior produtividade para os genótipos DM-98C81 e DM-Vitória com 3046,29 e 2953,71, respectivamente, quando semeados em outubro.

Um caráter pode ser de difícil mensuração ou ter baixa herdabilidade, o que dificulta o processo seletivo no melhoramento genético (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012). Entretanto, pode-se adotar o uso da seleção indireta para caracteres quantitativos por meio da seleção de caracteres correlacionados. Desse modo, os estudos

das correlações entre caracteres permitem o conhecimento das alterações que ocorrem em um caráter quando se realiza a seleção em outro a ele correlacionado (NOGUEIRA, 2011).

Um caráter útil para seleção indireta no melhoramento se caracteriza pela ocorrência de correlações fenotípicas e genotípicas de alta magnitude com outro caráter de interesse. No entanto, a seleção de um caráter pode acarretar uma seleção indesejável de outro (ALMEIDA; PELUZIO; AFFÉRI, 2010; RAMALHO et al., 2012).

Há duas causas distintas de correlação entre duas variáveis, a genética resultante da ligação genética ou do pleiotropismo e a ambiental, quando influencia dois caracteres diferentes pela mesma condição. Valores positivos indicam que os caracteres correlacionados são beneficiados ou prejudicados pelas mesmas causas de variações ambientais, e valores negativos que o ambiente favorece um caráter em detrimento do outro. A associação entre dois caracteres diretamente observados é a correlação fenotípica (FALCONER, 1987; ALMEIDA; PELUZIO; AFFÉRI, 2010).

O ambiente favorece um caráter em detrimento do outro e que as causas de variação genética e ambiental apresentam diferentes mecanismos fisiológicos que dificultam a seleção indireta. Apenas as correlações genéticas são hereditárias e podem ser usadas em programas de melhoramento por isso a importância de sua avaliação (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

Na Tabela 5 estão apresentados 78 pares de correlações fenotípicas, como também para as correlações genotípicas, no entanto, 30 pares de correlações fenotípicas foram significativos com 5% de probabilidade pelo teste t, cujas estimativas variaram de -0,49 a 0,89. Correlações genotípicas acima de 0,70 são consideradas altas, porém, alguns melhoristas realizam seleção indireta quando essas correlações se encontram acima de 0,50 (LOPES et al., 2002). Assim, foram encontrados 34 pares de correlações genotípicas ao nível de 5% de significância, sendo que dezesseis destes possuem valores de  $r_g$  superiores a 0,70.

**Tabela 5.** Coeficientes de correlação fenotípica (rf) acima da diagonal e genotípica (rg) abaixo da diagonal, entre 13 caracteres agrônômicos avaliados em 20 linhagens e 2 cultivares de soja cultivadas em 2016/2017, Uberlândia-MG

Caracteres	NDF	APF	NNF	APV	APM	NDM	NNPROD	NNM	NV1G	NV2G	NV3G	NTVt	PROD
NDF	-	0,46*	0,59*	0,30	0,36	0,19	-0,18	0,17	0,12	0,10	-0,14	0,01	-0,19
APF	0,54+	-	0,89*	0,51*	0,68*	0,76	-0,15	0,41	0,55*	0,62*	-0,49*	0,21	-0,33
NNF	0,71+	0,97+	-	0,44*	0,61*	0,73*	-0,08	0,43*	0,67*	0,67*	-0,39	0,38	-0,20
APV	0,34	0,61+	0,52+	-	0,67*	0,50*	0,05	0,47*	0,02	0,15	-0,60*	-0,30	-0,51*
APM	0,43+	0,82+	0,71+	0,74+	-	0,51*	0,24	0,81*	0,33	0,3	-0,37	-0,04	-0,27
NDM	0,23	0,87+	0,83+	0,60+	0,56+	-	-0,20	0,35	0,36	0,62*	-0,49*	0,26	-0,27
NNPROD	-0,47	-0,31	-0,25	0,11	0,3	-0,24	-	0,52*	0,27	0,16	0,27	0,21	0,39
NNM	0,26	0,55+	0,48+	0,56+	0,87+	0,38+	0,72+	-	0,31	0,34	-0,18	0,12	-0,06
NV1G	0,25	0,78+	1+	0,13	0,49	0,51+	0,57	0,42	-	0,70*	0,03	0,66*	0,34
NV2G	0,2	0,86+	0,81+	0,34	0,47+	0,79+	0,19	0,38	0,96+	-	-0,19	0,66*	0,26
NV3G	-0,15	-0,56+	-0,48+	-0,68+	-0,37	-0,52+	0,41	-0,21	0,05	-0,33	-	0,52*	0,70*
NTVt	0,67	0,29	0,41	-0,24	0,03	0,34	0,26	0,11	0,87+	0,56+	0,52+	-	0,63*
PROD	-0,24	-0,44	-0,38	-0,58+	-0,39	-0,41	0,54	-0,21	0,39	0,07	0,81+	0,62+	-

\*:Significativo ao nível de significância a 5% de probabilidade pelo test t; +: significativos a 5% respectivamente 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 no florescimento e na maturidade; APV: altura da inserção da primeira vagem; NNPROD: número de nós produtivos na haste principal; NV1G, NV2G e NV3G: número de vagens com um, dois e três grãos; NTVt: somatória de todas as vagens da planta; PROD: produtividade de grãos;

Os resultados demonstraram que as correlações genotípicas foram superiores as correlações fenotípicas para a maioria dos caracteres (Tabela 5), indicativo de que os fatores genéticos contribuíram mais que os ambientais (ALMEIDA; PELUZIO; AFFÉRI, 2010). Resultados semelhantes foram verificados por Sousa et al. (2015), que ao avaliar correlações entre caracteres agronômicos de soja obtiveram maiores valores das correlações genotípicas em relação as fenotípicas para quase todos os caracteres, exceto entre os caracteres altura de planta na floração e altura de planta na maturidade. Nogueira et al. (2012) e Leite et al. (2015) ao estudarem as correlações genotípica entre caracteres agronômicos em genótipos de soja também observaram correlações genotípicas superiores as fenotípicas.

A altura da planta no florescimento correlacionou genética e fenotipicamente com a altura da planta na maturidade, altura da inserção da primeira vagem e o número de vagem com um, dois e três grãos (Tabela 5). Esse efeito indica que quanto maior a altura da planta no florescimento, maior será a altura da planta na maturidade e da altura da inserção da primeira vagem, assim como, também maior o número de vagens.

O caráter altura da planta no florescimento se correlacionou positivamente com a altura da planta na maturidade e altura da inserção da primeira vagem (Tabela 5). Essa correlação é importante para os programas de melhoramento, uma vez que a altura da planta na maturidade é um fator determinante nas colheitas mecanizadas, devido a sua tendência de acamamento. Nesse contexto, é possível realizar a seleção indireta (SEDIYAMA; SILVA; BORÉM, 2015).

Nogueira et al. (2012) encontrou resultados semelhantes entres os mesmos caracteres quando avaliaram a análise de trilha e correlações entre caracteres em soja cultivada em duas épocas de semeadura. Souza et al. (2015) obteve resultados similares ao correlacionar caracteres em progênies F6 de soja provenientes de cruzamentos biparentais. Vianna et al. (2013) estudaram a influencias dos caracteres na seleção de genótipos superiores e concluíram que, os mesmos caracteres avaliados no presente trabalho, permitem a seleção e caracterização de genótipos, podendo serem usados em programas de melhoramento.

O número de nós no florescimento e na maturidade, o número de dias para florescimento e maturidade, a altura da planta na maturidade, altura da inserção da primeira vagem e o número de vagens com um e dois grãos estão correlacionados

geneticamente e fenotipicamente, implicando que são proporcionais em quantidade entre si. Rodrigues et al. (2015) em pesquisas com 15 genótipos de soja naturalmente infestados por *Phakopsora pachyrhizi* obteve correlações genotípicas e fenotípicas significativas entre os caracteres APM, NDM com valores de 0,93 e 0,95.

Os caracteres número de dias para florescimento e maturidade correlacionaram fenotipicamente (0,73). Estudos indicam que plantas de maiores ciclos vegetativos tendem a possuírem ciclos totais também superiores. Esse resultado corrobora com os encontrados por Salimi e Moradi (2012) ao avaliarem efeitos de correlação e regressão com genótipos de soja em condições normais e de umidade. Romanato et al. (2013) ao avaliarem a correlação fenotípica e genotípica entre nove caracteres agrônômicos em 27 genótipos de soja e verificaram valores significativos de 0,61 e 0,64, nesta ordem.

As correlações fenotípicas e genotípicas do caráter produtividade de grãos com o número total de vagens e o número de vagens com três grãos, foram de elevada magnitude (Tabela5), 0,62 e 0,81, portanto, são caracteres indicados para seleção indireta. Alcântara Neto et al, (2014) obtiveram conclusões semelhantes quando analisaram trilha no rendimento de sementes de soja, afirmando que o número de vagens por planta é o componente de produção que mais apresenta efeito.

## **6. CONCLUSÕES**

Os caracteres relacionados ao ciclo, altura e número de nós na haste principal, tiveram  $H^2$  de elevada magnitude e altas estimativas na razão  $CV_g/CV_e$ , evidenciando a possibilidade de seleção de linhagens superiores no Programa de Melhoramento de Soja da Universidade Federal de Uberlândia.

As linhagens B2P1, B2P28, B1P33 e 2AP11 destacaram-se como genótipos superiores quanto aos caracteres agronômicos e produtividade de grãos.

As correlações fenotípicas e genotípicas evidenciaram a possibilidade de seleção indireta para produtividade de grãos por meio do número de vagens totais e número de vagens com três grãos.

## 7. REFERÊNCIAS

- NETO, F. A. et al. Análise de trilha do rendimento de grãos de soja na microrregião do Alto Médio Gurguéia. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 2, n. 2, p. 107-112, 2011.
- ALMEIDA, L.A. & R.A.S. KIIHL. **Melhoramento da soja no Brasil** - desafios e perspectivas. In: SOJA: TECNOLOGIA E PRODUÇÃO. Gil. M. S. Câmara (ed.). Piracicaba, SP, USP-ESALQ, 1998. p.40-54.
- ALMEIDA, R.P.; PELÚZIO, J.M.; AFERRI, F.S. Correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais em soja cultivada sob condições várzea irrigada, sul do Tocantins. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 1, p. 95-99, 2010.
- ALMEIDA, R.D.; PELÚZIO, J.M. ; AFFÉRI, F.S. Divergência genética entre cultivares de soja, sob condições de várzea irrigada, no sul do Estado Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 108-115, 2011.
- AMORIM, F. A.; et al. Época de semeadura no Potencial Produtivo de Soja em Uberlândia-MG. **Semina: ciências agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p.1793-1802, 2011.
- ANDRADE A.C.B.; et al. Strategies for selecting soybean genotypes using mixed models and multivariate approach. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 1, p. 23-31, 2016.
- BARROS, J.P.A.; et al. Estimates of genetic parameters and efficiency in selection for branching capacity in soybean genotypes. **Journal of Agronomy**, Faisalabad, v. 15, n. 1, p. 39-44, 2016.
- BEZERRA, A.R.G.; et al. Botânica e Fenologia. In: SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. (Ed.) Soja: do plantio à colheita. UFV, Viçosa, 2015, p. 09-26. BORÉM, A. (Ed.) **Soja: do plantio à colheita**. UFV, Viçosa, 2015, p. 09-26.
- BONETTI, L.P. Cultivares e seu melhoramento genético. In: VERNETTI, F.J. (Ed.) **Soja: genética e melhoramento**. Fundação Cargill, Campinas, p. 741-800, 1983.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos: primeiro levantamento, outubro, 2016**. Brasília: CONAB, 2016. Disponível em <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 1 out. 2016.

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

CUNHA, M.C.G.; et al. Genetic variability among 79 soybean progenies from UFU breeding program. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 2, p. 340-349, 2013.

CRUZ, C. D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2016.

DALCHIAVON, Flávio Carlos; Passos e Carvalho, Morel de. Correlação linear e espacial dos componentes de produção e produtividade da soja. **Semina-ciências**. Agrarias. Londrina: Universidade Estadual de Londrina (UEL), v. 33, n. 2, p. 541-552, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/10329>>. Acesso em maio de 2017.

DALLASTRA, A.; et al. Multivariate approach in the selection of superior soybean progeny which carry the RR gene. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 3, p. 588-597, 2014.

DORNELES, L.M.C.; et al. Diversidade genética entre linhagens de soja semiprecoce no município de Goiatuba - GO, safra 2009/2010. **Revista Verde**, Mossoró, v.6, n.1, p. 22-27, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPCECUÁRIA–  
EMBRAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e abastecimento. Soja Transferência e Tecnologia. **Cultivares de Soja-Regiões Sul e Central do Brasil 2010/2011**. Londrina, Paraná, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPCECUÁRIA  
(EMBRAPA). **Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil 2014. Sistemas de Produção**. Embrapa Soja. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPCECUÁRIA (EMBRAPA)  
**Embrapa soja**. Londrina, Paraná. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>> Acesso em abril de 2017.

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



FAO, Food and Agriculture Organisation. OECD/FAO (2015), “**Panorama Agrícola OECD-FAO**”, estatísticas agrícolas da OECD (base de dados). Disponível em:<[dx.doi.org/10,1787/agr-outldata-em](https://dx.doi.org/10.1787/agr-outldata-em)> Acesso em abril 2017.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Estage of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11 p.

FREITAS, M. de. C. M. A Cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia – GO. Vol. 7, N. 12; 2011.

GARCIA, Riccely A.; et al. Avaliação da resistência da soja a *Sclerotinia sclerotiorum* em diferentes estádios fenológicos e períodos de exposição ao inóculo. **Tropical Plant Pathology**, Uberlândia, v. 37, p 196-203, 2012.

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. UFUS Mineira: nova cultivar de soja para o estado de Minas Gerais. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v 26, n 3, p. 424-427, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE - **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola** - Pesquisa Mensal de Previsão e Acompanhamento das Safras Agrícolas no Ano Civil - Dezembro 2011 (p. 33 e p. 40)"IBGE\_Levantamento\_Sistematico"> IBGE - Grupo de Coordenação de Estatísticas Agropecuárias - GCEA/IBGE, DPE, COAGRO - Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, fevereiro 2012.

JUNIOR, J.A.F.; et al. Diversidade genética em linhagens avançadas de soja oriundas de cruzamentos biparentais, quádruplos e ócuplos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 46, n. 2, p. 339-351, 2015.

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.

LEMES, Ernani; HUMBERTO, Leonardo C.; ASSIS, Rafael T. **Doenças da Soja: Melhoramento Genético e técnica de manejo**. Millennium Editora, Campinas, SP. 2015.

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.

LUDWIG, M.P. et al.; Populações de plantas na cultura da soja em cultivares convencionais e Roundup Read. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n.3, p. 305-313, 2011.

MACHIKOWA, T.; LAOSUWAN, P.; Path coefficient analysis for yield of early maturing soybean. **Songklanakarin J. Sci. Technol**; v. 33, ed. 4, p. 365-368, 2011.

MANTOVANI, E. C.; ZAMBOLIM, L.; SOUZA, D. O.; SEDIYAMA, G. C.; PALARETTI, L. F.; Produtividade e qualidade de tubérculos de batata sob diferentes regimes de irrigação por aspersão convencional. **Horticultura Brasileira** 31: 528-533, 2013.

MARCONATO, M. B. Diversidade fenotípica por meio de caracteres agronômicos em acessos de soja. 2014. 61 f. **Dissertação** (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2014.

MARTINS, J. D.; et al. Plastocrono e número final de nós de cultivares de soja em função da época de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 6, p. 954-959, 2011.

MULLER, L. Taxionomia e morfologia. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Eds). **A soja no Brasil**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. p.65-104.

NOGUEIRA, A. P. O.; et al. Morfologia, crescimento e desenvolvimento. In: SEDIYAMA, T. (Ed). **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenaz, 2009, 7-16p.

NOGUEIRA, A. P. O., Correlações entre caracteres e análise de trilha em soja cultivada em duas épocas de semeadura. **Dissertação** (Doutorado em Genética e Melhoramento). Universidade Federal de Viçosa, Janeiro de 2011.

NOGUEIRA, A.P.O.; et al. Análise de trilha e correlações entre caracteres em soja cultivada em duas épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 6, p. 877-888, 2012.

NOGUEIRA, A. P. O. et al. Estádio de desenvolvimento. In SEDIYAMA, T. (Ed) **Tecnologias de produção de sementes de soja**. Londrina Mecenaz, 2013, p. 15-44.

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.

PERINI, L.; et al. Componentes da produção em cultivares de soja com crescimento determinado e indeterminado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n.1, p. 2531-2544, 2012.

PIMENTEL, A. J. B.; et al. Comparação de métodos de seleção de genitores e populações segregantes aplicados ao melhoramento de trigo. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 2, p.113-121, 2013.

PIRES, L. P. M.; et al. Desempenho de genótipos de soja, cultivados na região centro-sul do estado do Tocantins, safra 2009/2010. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 2, p. 214-223, 2012.

PROGRAMA DE MELHORAMENTO DE SOJA. Disponível em <<http://www.dag.uem.br/pet/home/MelhoramentoSoja.pdf>> . Acesso em 30 de Abril de 2017.

RAHMAN, M.M.; HOSSAIN, M.M. Plant density effects on growth, yield and yield components of two soybean varieties under equisistant planting arrangement. **Asian Journal of Plant Sciences**, v. 10, n. 5, p, 278-286, 2011

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.

ROMANATO, F. N. Correlação, adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja. Uberlândia, 2013. 62. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia – Fitotecnia) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federa de Uberlândia, 2013.

SALIMI, S.; MORADI, S. Effect the Correlation, Regression and Path Analysis in Soybean Genotypes (*Glycine max L.*) under Moisture and normal condition. **Journal of Agronomy and Plant Production**, Tehran, v. 3, n. 10, p. 447-454, 2012.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R.C.; BARROS, H.B. Origem, evolução e importância econômica. In: SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenias, 2009, p. 1-5.

SEDIYAMA, T. et al. Importância econômica da semente. In: SEDIYAMA, Tuneo.

**Tecnologias de produção e usos da soja.** Londrina: Mecenass Ltda, 2013. Cap. 1. p. 11.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R de C.; REIS, M. S. **Melhoramento da Soja.** In: BORÉM, A. (Ed.). Melhoramento de espécies cultivadas. Viçosa: UFV, 2015. p. 553-604.

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

SEDIYAMA, T.; OLIVEIRA, R.C.T.; SEDIYAMA, H.A. A soja. In: SEDIYAMA, T. (Ed.) Produtividade da Soja. Mecenass: Londrina, 2016. p. 11-18.

SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja.** Londrina: Mecenass, 2009.

SILVA, A.F.; SEDIYAMA, T.; BORÉM, A.; SILVA, F.C.S. Cultivares. In: SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A.; (Eds). **Soja do plantio à colheita.** Viçosa: UFV, 2015, 149-167p.

SOUSA, L. B.; Diversidade fenotípica e molecular, correlações entre caracteres, adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja. 2013. **Dissertação** (Doutorado em Melhoramento Genético Vegetal) - Instituto de Ciências Agrárias Universidade federal de Uberlândia, julho 2013.

SOUSA, L.B.; et al.; Correlation between yield components in F6 soybean progenies derived from seven biparental crosses. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 6, p. 1692-1699, 2015.

UNÊDA-TREVISOLI, S.H.; et al. Avaliação de cultivares de soja precoces para cultivo em áreas de reforma de cana-de-açúcar. **Ciência e Tecnologia**, Jaboticabal, v. 1, n. 1, p. 50-57, 2010.

VIANNA, V. F., et al. The multivariate approach and influence of characters in selecting superior soybean genotypes. *African Journal of Agricultural Research*, v. 8, n. 30, p. 4162-4169, 2013.

VITTI, Godofredo C.; TREVISAN, William. **Manejo de Macro e Micro Nutrientes para alta produtividade da soja.** Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, ESALQ/USP. Informações agronômicas N°90, 2000.