

DÉCIO SHIGIHARA

**HERANÇA DE CARACTERES AGRONÔMICOS E AVALIAÇÃO DE FOSFITOS E  
FOSFONATOS EM SOJA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia,  
como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em  
Agronomia – Mestrado, área de concentração em Fitotecnia, para  
obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Osvaldo Toshiyuki Hamawaki

Co-orientador

Profa. Dra. Ana Paula Oliveira Nogueira

UBERLÂNDIA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2018

DÉCIO SHIGIHARA

**HERANÇA DE CARACTERES AGRONÔMICOS E AVALIAÇÃO DE FOSFITOS E  
FOSFONATOS EM SOJA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia,  
como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em  
Agronomia – Mestrado, área de concentração em Fitotecnia, para  
obtenção do título de “Mestre”.

APROVADO em 16 de fevereiro de 2018.

Profa. Dra. Ana Paula Oliveira Nogueira  
(co-orientadora)


UFU

Profa. Dra. Abadia dos Reis Nascimento

UFG

Prof. Dr. Fernando Cézar Juliatti

UFU

  
Prof. Dr. Osvaldo Toshiyuki Hamawaki  
ICIAG-UFU  
(Orientador)

UBERLÂNDIA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

S555h  
2018 Shigihara, Décio, 1980  
Herança de caracteres agronômicos e avaliação de fosfitos e fosfonatos em soja / Décio Shigihara. - 2018.  
63 p. : il.

Orientador: Osvaldo Toshiyuki Hamawaki.  
Coorientadora: Ana Paula Oliveira Nogueira.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia.  
Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2018.779>  
Inclui bibliografia.

1. Agronomia - Teses. 2. Soja - Melhoramento genético - Teses. 3. Soja - Doenças e pragas - Teses. 4. Fungicidas - Teses. I. Hamawaki, Osvaldo Toshiyuki. II. Nogueira, Ana Paula Oliveira. III. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

---

CDU: 631

Angela Aparecida Vicentini Tzi Tziboy – CRB-6/947

À Deus.  
A minha Família.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por tudo em minha vida.

A Camila, minha querida e estimada esposa, por ser a pessoa mais incrível do mundo e estar sempre ao meu lado em todos os momentos.

Aos meus filhos Guilherme e Gustavo pela compreensão durante esta jornada.

À minha mãe Kikuko Shigihara e meus irmãos Ricardo e Milton Shigihara pelo incentivo.

Ao meu Tio Motohiro Kawakami que sempre se sacrificou e me proporcionou os mais diversos aprendizados que perduram até hoje.

A vóvó Alvina, vovô “It”, “bisa” Helena, tio “Jessi” e tia “Poia”, minha segunda família em Uberlândia-MG.

Ao professor Dr. Osvaldo T. Hamawaki, pela oportunidade de participar novamente do Programa de Melhoramento de Soja da UFU e pela orientação.

A Professora Dra. Ana Paula de Oliveira Nogueira, pela dedicação, profissionalismo e ensinamentos transmitidos durante todo o curso.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia e à Universidade Federal de Uberlândia, pelo suporte acadêmico, pela oportunidade de realizar o curso de Mestrado, pelas instalações e serviços prestados.

À todos da Fazenda Capim Branco, pela ajuda na condução dos trabalhos.

Aos membros da banca examinadora, Dr Fernando Cezar Juliatti e Dra. Abadia dos Reis Nascimento, pela disponibilidade de participação e contribuição na melhoria do trabalho.

Aos colegas de estudo, Thulio Mattos, Dieudilait Mattelus e Gabriel Lemes, pelo companheirismo, alegria e amizade durante essa trajetória.

A todos os alunos de graduação e pós-graduação do Programa de Melhoramento de Soja da UFU que contribuíram para realização desta pesquisa.

Ao Sr Nascimento, Kid e Endrigo da Satis pela compreensão, incentivo aos estudos e pela aprendizagem.

A todos os meus colegas de trabalho da Satis, que permitiram e supriram minhas ausências durante o mestrado.

A todos vocês, muito obrigado!

## SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Botânica, morfologia e desenvolvimento da soja.....	3
2.2. Importância da cultura.....	6
2.3. Manejo de doenças.....	8
2.4. Indutores de resistências.....	10
2.5. Melhoramento e estudos genéticos.....	12
3. REFERÊNCIAS.....	14
<b>CAPÍTULO 1.</b> Indutores de resistência para manejo de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> , <i>Cercospora kikuchii</i> , <i>Septoria glycines</i> e na produtividade de grãos em soja	
RESUMO.....	18
ABSTRACT.....	19
1. INTRODUÇÃO.....	20
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
4. CONCLUSÕES.....	31
5. REFERÊNCIAS.....	32
<b>CAPÍTULO 2.</b> Análises de gerações em duas populações de soja visando precocidade, herdabilidade e produtividade de grãos	
RESUMO.....	35
ABSTRACT.....	36
1. INTRODUÇÃO.....	37
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	39
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
4. CONCLUSÕES.....	60
5. REFERÊNCIAS.....	61

## RESUMO

SHIGIHARA, DECIO. **Herança de caracteres agronômicos e avaliação de fosfitos e fosfonatos em soja**. 2018, 63p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.<sup>1</sup>

A competitividade no agronegócio aliado aos cultivares mais produtivos fazem com que o melhoramento genético tenha um papel crucial na cultura da soja. E o uso repetitivo de mesmo mecanismo de ação dos fungicidas possibilitou o aparecimento de doenças mais resistente aos fungicidas, e os indutores de resistências podem proporcionar manejo de resistência e fazer com que se trabalhe com maior número de mecanismos de ação contra aos fitopatógenos. Desta forma esta dissertação está subdividida em: revisão de literatura acerca da cultura, melhoramento da soja, parâmetros genéticos, doenças e indutores de resistência, e dois capítulos: No capítulo 1, objetivou-se a avaliação de cultivares de soja quanto à reação às doenças com uso de fungicidas e associação com fosfitos de cobre, potássio e fosfonato de cobre. Avaliaram-se 5 cultivares de soja (UFUS 7415, Syn 13671 IPRO, TMG 7062 IPRO, BMX Desafio RR e P98Y30), as quais foram submetidas á 5 tratamentos: sem fungicida, piraclostrobina e epoxiconazol, piraclostrobina e epoxiconazol + fosfito de potássio, piraclostrobina e epoxiconazol + fosfito de cobre e piraclostrobina e epoxiconazol + fosfonato de cobre. Adotou-se delineamento de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, onde cada parcela foi constituída de quatro linhas de 5 metros espaçadas em 0,50 metros entre linhas, e as avaliações foram realizadas nas 2 centrais, desprezando-se 0,50 metros das extremidades. A avaliação das doenças foi realizada por meio de escala visual de notas: ferrugem asiática (CANTERI; GODOY, 2003) e para *Septoria glycines* e *Cercospora kikuchii* (MARTINS, 2004), e avaliou-se produtividade e peso de cem grãos. O experimento foi realizado na fazenda Capim Branco, pertencente a Universidade Federal de Uberlândia-UFU na safra de 2016/17. Observou-se que a UFUS 7415 obteve menor severidade ao ataque de ferrugem asiática, cercospora e septoriose, e a cultivar BMX Desafio RR foi a que apresentou maiores produtividades com utilização dos indutores de resistências. No capítulo 2, objetivou-se realizar análises de herança em duas populações de soja visando herdabilidade e produtividade de grãos. O experimento foi realizado na fazenda Capim Branco, d a Universidade Federal de Uberlândia-UFU na safra de 2016/17 e 2017/18, com as gerações P1, P2, F1 e F2 provenientes de 2 populações entre as cultivares UFUS 7415 e NS 5909 RG e CD2737 IPRO e NS5909 RG. Inicialmente foram realizadas as hibridações de forma artificial em casa de vegetação, e após a colheita, as suas sementes foram semeadas a nível de campo. Foram avaliadas a altura da planta na floração, maturação e inserção da primeira vagem, número de nos na floração e maturação, dias para floração e maturação, peso da planta e produção por planta. Na população 1, a herdabilidade variou de 30,08% para número de nos em floração a 80,79% para número de dias para floração, já na população 2, de 25,12% em numero de nos na floração, e de 76,09% em numero de dias para a floração. Em F2 da população 1, constatou-se a existência de segregantes transgressivos para numero de dias para floração e produtividade de grãos, em termos de numero de nos na floração e numero de nos totais.

**Palavras-chave:** *Glycine max*, análise de gerações, indutores de resistências.

<sup>1</sup>Orientador: Professor Dr. Osvaldo Toshiyuki Hamawaki - UFU e Co-orientadora: Professora Dra. Ana Paula Oliveira Nogueira - UFU.

## ABSTRACT

SHIGIHARA, DECIO. **Inheritance of agronomic traits and evaluation of phosphites and phosphonates in soybean.** 2018, 63p. Dissertation (Master degree in Agronomy / Phytotechnology) - Federal University of Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, Brazil.<sup>1</sup>

The competitiveness in agribusiness combined with the most productive cultivars makes genetic improvement play a crucial role in the soybean crop. And the repetitive use of the same mechanism of action of the fungicides allowed the appearance of diseases more resistant to the fungicides, and the inducers of resistance can provide resistance management and cause to work with a greater number of mechanisms of action against the phytopathogens. In this way, this dissertation is subdivided in: literature review about the culture, soybean breeding, genetic parameters, diseases and inductors of resistance, and two chapters: In the chapter 1 the objective was to evaluate soybean cultivars as a reaction to diseases with use of fungicides and association with phosphites of copper, potassium and copper phosphonate. Five soybean cultivars (UFUS 7415, Syn 13671 IPRO, TMG 7062 IPRO, BMX Desafio RR and P98Y30) were evaluated, which were submitted to treatments: without fungicide, pyraclostrobin and epoxiconazole, pyraclostrobin and epoxiconazole + potassium phosphite, pyraclostrobin and epoxiconazole + copper phosphite and pyraclostrobin and epoxiconazole + copper phosphonate. A randomized block design with subdivided plots was used, where each plot consisted of four rows of five meters spaced 0.50 meters between rows, and the evaluations were carried out in the two plants, scoring 0.50 meters from the ends. The evaluation of the diseases was carried out using a visual scale of notes: Asian rust (CANTERI; GODOY, 2003) and for *Septoria glycines* and *Cercospora kikuchii* (MARTINS, 2004), and productivity and weight of 100 grains were evaluated. The experiment was carried out at the Capim Branco farm, belonging to the Federal University of Uberlândia-UFU in the 2016/17 harvest. It was observed that UFUS 7415 obtained lower severity to the attack of Asian rust, cercospora and septoriose, and the cultivar BMX Desafio RR was the one that presented higher yields with the use of resistance inducers. In chapter 2, the objective was to perform inheritance analyzes in two soybean populations aiming at heritability and grain yield. The experiment was carried out at the Capim Branco farm of the Federal University of Uberlândia-UFU in the 2016/17 and 2017/18 crops, with the generations P1, P2, F1 and F2 coming from 2 populations between cultivars UFUS 7415 and NS 5909 RG and CD2737 IPRO and NS5909 RG. Initially, hybrids were artificially grown in a greenhouse, and after harvesting, their seeds were sown at field level. The height of the plant was evaluated at flowering, maturation and insertion of the first pod, at flowering and maturation, days for flowering and maturation, plant weight and yield per plant. In the population 1, the heritability varied from 30.08% for number of flowering to 80.79% for number of days for flowering, already in population 2, 25.12% in number of flowering, and 76, 09% in number of days for flowering. In F2 of population 1, the existence of transgressive segregants for number of days for flowering and grain yield was verified in terms of number of nos in flowering and number of totals. The genetic variance and heritability of the agronomic traits of the F2 population, from populations 1 and 2, allow promising genotypes in a soybean breeding program.

Key words: *Glycine max*, generation analysis, resistance inducers.



## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A soja (*Glycine max*) é a cultura de leguminosa mais cultivada no mundo, sendo a principal fonte de proteína vegetal para uso dentro de uma sociedade moderna. Na safra de 2017/2018, a produção total brasileira está estimada em cerca de 114,96 milhões de toneladas, com área de 34,7 milhões de hectares (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-CONAB, 2018).

O melhoramento genético de plantas tem contribuído significativamente para espécies cultivadas, especialmente para a cultura da soja, com o desenvolvimento de cultivares de elevada produtividade de grãos, e adaptadas a diversas regiões brasileiras (HIROMOTO, 1996; SEDIYAMA, T. et al, 2009).

O progresso por meio do melhoramento genético está condicionado à existência da variabilidade das plantas entre os diversos materiais comerciais e dos bancos de germoplasma, sendo de fundamental importância o conhecimento de parâmetros genéticos para a análise de populações segregantes que fornecem estimativas de parâmetros genéticos essenciais, como a herdabilidade no sentido amplo e restrito, o número de genes, a heterose e o grau médio de dominância (EMBRAPA, 2014).

O potencial produtivo da cultura da soja está condicionado à constituição genética da cultivar e também ao ambiente que elas são expostas. Neste contexto, as práticas de proteção com agroquímicos principalmente para manejo da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e doenças de final de ciclo DFC (*Cercospora kikuchii* e *Septoria glycines*).

No manejo das doenças sãoas doenças estão entre os principais fatores bióticos limitantes para altas produtividade de grãos. O uso de fosfitos, um composto derivado do ácido fosforoso, que são considerados fertilizantes foliares, têm a propriedade de estimular a formação de substâncias naturais de autodefesa da planta (fitoalexinas), protegendo-a do ataque de patógenos, bem como apresentam efeito fungicida, atuando diretamente sobre o fungo, e desta forma pode-se inserir a indução de resistência como importante ferramenta no moderno manejo fitossanitário, contribuindo para a utilização de medidas integradas e de baixo impacto ao meio ambiente (WICKS et al., 1990).

A indução de resistência consiste no aumento da capacidade de defesa da planta contra amplo espectro de organismos fitopatogênicos, incluindo fungos, bactérias e vírus (VAN LOON; BAKKER; PIETERSE, 1998; OLIVEIRA; PASCHOLATI; LEITE, 1997). A resistência resultante é proporcionada por um agente indutor, biótico ou abiótico, que aciona mecanismos de defesa na planta que encontram-se na forma latente (HAMMERSCHMIDT; KÚC, 1982).

Os objetivos do trabalho foram avaliar a associação de fungicidas e indutores de resistências no manejo da ferrugem asiática, doenças de final de ciclo (DFC), no incremento da produtividade de grãos em soja e realizar análises de herança em duas populações de soja visando herdabilidade.

## 2.REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 .Botânica, morfologia e desenvolvimento da soja

A soja é pertencente ao reino *Plantae*, divisão *Magnoliophyta*, classe *Magnoliopsida*, ordem *Fabales*, família *Fabaceae*, subfamília *Faboideae*, gênero *Glycine*, espécie *Glycine max* (SEDIYAMA; TEIXEIRA; BARROS, 2009). É uma planta autógama e cleistógama, cuja taxa da polinização cruzada geralmente é inferior que 1% (SEDIYAMA; OLIVEIRA; SEDIYAMA, 2016).

A soja é uma leguminosa que tem em seu genoma,  $2n = 40$  cromossomos, caracterizando-se como um poliplóide que se comporta citologicamente como um diplóide (SEDIYAMA, 2016).

O sistema de desenvolvimento radicular de uma planta de soja é constituído por uma raiz axial principal e por diversas raízes secundárias, nas quais são formados os nódulos que são resultantes da simbiose com das bactérias *Bradyrhizobium japonicum* e *Bradyrhizobium elkanii*, que fixam o nitrogênio do ar atmosférico presente no solo e fornecem as plantas, o comprimento das raízes pode chegar até 1,80 m, sendo que a maior parte delas encontra-se com cerca de 15 cm de profundidade (SEDIYAMA; OLIVEIRA; SEDIYAMA, 2016).

O caule da soja é herbáceo geralmente ereto e pouco ramificado, possui na sua extremidade uma inflorescência racemosa terminal em cultivares de crescimento determinado, por outro lado, as cultivares de crescimento indeterminado não possuem inflorescência terminal, apenas a axilar (NEPOMUCENO et al., 2008; SEDIYAMA; OLIVEIRA; SEDIYAMA, 2016).

Durante todo o ciclo da planta são distinguidos quatro tipos de folhas nas plantas: cotiledonares, folhas primárias ou simples, folhas trifolioladas ou compostas e prófilos simples. Sua coloração, na maioria dos cultivares, é verde pálida e, em outro, verde mais intenso. Quando as folhas unifolioladas são perdidas por algum dano ou senescência natural, a posição do nó unifoliolado ainda pode ser determinada, localizando-se as duas cicatrizes dessas folhas na região mais baixa do caule, que permanentemente marcam o local onde as folhas unifolioladas cresceram e se desenvolveram. Essas cicatrizes das folhas unifolioladas são localizadas exatamente sobre as duas cicatrizes opostas que marcam a posição do nó cotiledonar. Qualquer

cicatriz de folha acima das cicatrizes das folhas unifolioladas opostas aparece de maneira única e alternada na haste principal e marca as posições dos nós onde as folhas trifolioladas cresceram e se desenvolveram (GAVA, 2014).

Os legumes (vagens) das sojas são levemente arqueados, pubescentes, formados por duas valvas de um carpelo simples, medindo cerca de 2 até 7cm, onde aloja-se cerca de 1 até 5 sementes. As cores das vagens das sojas variam entre amarela-palha, cinza, marrons ou pretas, dependendo do estágio de desenvolvimento da planta, tendo potencial para produzir até 400 vagens por planta, em condições normais de cultivo, todavia as cultivares nacionais apresentam em média de 30 a 80 vagens por planta (SEDIYAMA; OLIVEIRA; SEDIYAMA, 2016).

Em termos de alturas das plantas, os mesmos podem variar de acordo com as condições do meio ambiente, clima, solo e de cada cultivar. A estatura ideal pode variar entre 60 a 110 cm, que pode facilitar a colheita mecânica e evitar o acamamento das plantas (SEDIYAMA, 2016).

A altura das plantas é uma razão da interação da região (condições ambientais) e do cultivar (genótipo) a soja pode apresentar três tipos de crescimento diretamente correlacionados com o porte da planta: indeterminado, semideterminado e determinado. A planta de soja é fortemente influenciada pelo comprimento do dia (período de iluminação). Em regiões ou épocas de fotoperíodo mais curto, durante a fase vegetativa da planta ela tende a induzir o florescimento precoce e apresentar consecutiva queda de sua produtividade (OLIVEIRA, 1997).

O ciclo de desenvolvimento da soja pode variar de 70 dias para as cultivares mais precoces a 200 dias para as cultivares mais tardias. Em geral, as cultivares brasileiras têm ciclo entre 100 a 160 dias, dependendo da região e da época de semeadura (MATSUO; FERREIRA; SEDIYAMA, 2016), sendo que, devido as condições climáticas, manejo de doenças e pragas os produtores tem preferido os materiais com ciclos cada vez mais precoces.

Anteriormente as cultivares classificavam-se por ciclo (precoce, semiprecoce, médio ou tardio), mas esse critério é muito geral, pois uma variedade precoce pode apresentar duração de ciclo diferente de acordo com a região em que está inserida, comparando-se variedades precoces em diferentes locais do Paraná, a duração do ciclo pode ser de 117 a 123 dias no oeste, menor do que 115 dias no norte e maior do que 125

dias no centro-sul do Estado, desta forma, o ciclo da mesma cultivar pode ter uma variação de 10 a 12 dias de uma região para outra (ALIPRANDINI, 2009).

No verão os dias são mais longos no Sul do Brasil (alta latitude) do que próximo ao Equador (menor latitude), havendo assim maior fotoperíodo e na a cultura da soja quanto menos luz houver mais rapidamente ela entrará em estágio reprodutivo (florescimento), e cultivares dos grupos de maturações (GM's) com numeração mais alta e, conseqüentemente, melhor adaptadas às regiões próximas ao Equador têm ciclo mais curto, neste sentido, o ciclo de uma cultivar é menor em latitudes baixas (Norte do Brasil) e também em altitudes baixas. Cada alteração de um décimo de unidade no GM significa aproximadamente dois dias de variação no ciclo (EMBRAPA, 2013).

## **2.2. Importância da Cultura**

A soja é a base alimentar de diversos povos, sendo importante fonte de matéria-prima para a indústria e alimentação humana e animal, apresentando constante desenvolvimento, devido ao seu valor econômico e a sua potencialidade de cultivo em diversas condições, o que concedeu o aumento significativo de sua produtividade de grãos e expansão de novas fronteiras agrícolas (PIRES et al., 2012).

Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), com a necessidade do aumento da produção de alimentos, tendo esta uma das principais questões a ocupar o centro das preocupações neste século e das projeções da Organização das Nações Unidas que sinalizam para uma população mundial com cerca de 9,5 bilhões de pessoas em 2050 e para aumentos na demanda mundial de alimentos, aumentos esses associados a maiores rendas per capita e à crescente taxa de urbanização em especial nos países em desenvolvimento.

Desta forma, no caso o Brasil é conhecido o processo de expansão agrícola que se originou do Sul e que se expandiu em áreas do Cerrado na década de 70, e hoje observa-se que os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, com reflexos em ocupação de área da própria região Norte do País, onde Pará, Amazonas e Tocantins têm experimentado recentemente aumento do preço de terras (FREITAS, 2016).

A estimativa da produção mundial de soja para a safra 2017/18 é de cerca de 348,6 milhões de toneladas, e se comparada à safra anterior, haverá uma redução de cerca de 0,6%, ou seja, a produção mundial será de 2,70 milhões de toneladas a menos que na safra 2016/17, sendo os Estados Unidos com 33,00%, o Brasil com 32,00% e a Argentina com 17,00% são responsáveis por 82,00% da safra do mundo (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO-FIESP, 2018).

O estado do Mato Grosso com a produção total de 29.082,5 mil toneladas e área semeada de 9.259,0 mil hectares e produtividade de 3.141 kg ha<sup>-1</sup> na safra 2016/17 é o maior estado produtor da oleaginosa, seguido pelo estado do Paraná com produção de 17.024,9 mil toneladas, com área semeada de cerca 5.244,9 mil hectares e produtividade de 3.246 kg ha<sup>-1</sup>, seguido do estado do Rio Grande do Sul, Goiás e Mato Grosso do Sul, com produção de 17.024,9, 15.381,0 e 7.868,0 mil toneladas, respectivamente. Assim os cinco estados maiores produtores de soja, totalizam cerca de 76,62% da safra brasileira de grãos. Em Minas Gerais a área cultivada atual de soja

é de cerca 1,5 milhões de hectares e uma produtividade média de 3.400 kg ha<sup>-1</sup>, totalizando cerca de 5 milhões de toneladas, já os estados do MATOPIBA (Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia) contribuem com aproximadamente 11,44% da safra total, com crescimento a cada ano, principalmente em áreas de pastagens degradadas (CONAB, 2018).

Quanto às exportações mundiais, os números para este ano indicam que o Brasil será novamente o maior exportador de soja em grãos do mundo com cerca de 67,00 milhões de toneladas, sendo assim, responsável por 41,93% de todas as exportações mundiais do grão. Os Estados Unidos vêm em segundo lugar com cerca de 40%, com 58,80 milhões de toneladas e a Argentina em terceiro colocado com 6,66%, sendo a maior parte da soja processada internamente com a exportação de apenas 8,8 milhões de toneladas. Juntos esses três países são responsáveis por 88,46% de todas as exportações mundiais de soja (FIESP, 2018).

### 2.3. Manejo de doenças

Dentre os maiores desafios para a sojicultura atual, destaca-se o manejo fitossanitário de doenças, que podem promover perdas de até 75% na produtividade das lavouras (EMBRAPA, 2017), sendo que a infecção e disseminação desses patógenos, em áreas de manejo deficiente e de condições climáticas favoráveis evoluem rapidamente de modo a comprometer o desempenho produtivo das lavouras (RIBEIRO, 2009).

As doenças são resultantes da interação entre a planta e fatores ambientais favoráveis a ocorrência da doença. As doenças causadas por fungos estão entre os fatores que afetam o rendimento da soja e são responsáveis pelas variações da produtividade de uma safra para outra. Dentre as doenças fúngicas mais comuns em dimensão nacional, na soja destacam-se a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), a mancha-parda (*Septoria glycines*) e o crestamento foliar de cercospora (*Cercospora kikuchii*) (OLIVEIRA PINTO, 2014).

Na África, a ferrugem tem seu primeiro relato em 1990, e para seu manejo, são utilizados os fungicidas pertencentes ao grupo dos inibidores da biossíntese de ergosterol (triazóis) (CALDWELL et al., 2002).

No Brasil, como estratégia de transferência de tecnologia no manejo da ferrugem asiática da soja, foi criado em 2004 o Consórcio Antiferrugem, liderado pela EMBRAPA. Paralelamente à criação do consórcio foi formada uma rede de ensaios cooperativos para testes de fungicidas entre pesquisadores de todo o Brasil, responsável por gerar conhecimento para subsidiar as ações de pesquisa, de técnicos e de produtores no campo. Atualmente a rede de ensaios cooperativos também compõe o Consórcio Antiferrugem (EMBRAPA, 2018).

A utilização de fungicidas para o controle de oídio (*Microsphaera diffusa* Cooke & Peck) e do complexo de doenças de final de ciclo (*Cercospora kikuchii* Matsu. & Tomoyasu e *Septoria glycines* Hemmi) é prática recomendada onde às doenças ocorrem, sendo a maioria dos fungicidas registrados para a cultura da soja pertence aos grupos dos triazóis, estrobilurinas e benzimidazóis (GODOY et al, 2007).

Com a intenção de integração aos métodos de manejo da resistência aos fungicidas em relação a ferrugem asiática, tem levado os produtores à procura de cultivares cada vez mais precoces, aliado a semeadura no início da época recomendada, uso de



fungicidas multissítio e indutores de resistências, a fim de reduzir o número de aplicações de fungicidas e aumentar intervalo entre as aplicações (GODOY et al., 2007).

Alguns trabalhos citam as aplicações de fosfito de potássio juntamente a aplicação de pyraclostrobin + epoxiconazol, tiofanato metílico + flutriafol e tebuconazol promoveram o controle da ferrugem asiática da soja (NEVES; BLUM, 2014; SILVA JUNIOR, 2017)

## 2.4. Indutores de resistências

Os indutores são mecanismos de defesa das plantas, bióticos ou abióticos, e que podem representar um método alternativo e/ou complementar de manejo das doenças em plantas (WORDELL et al., 2007).

Uma das formas eficiente de manejo de doença consiste no uso de produtos que estimulem os mecanismos de defesa primários ou secundários das plantas em resposta à interação com os patógenos (DELANEY, 1997). Os produtos eliciadores na indução de resistência muitas vezes simulando um ataque de fungo entre outros patógenos tomando por base a origem e composição química da substância eliciadora (quitina presente nos insetos e crustáceos, por exemplo) (SILVA, 2014).

Como resultado deste processo de ataque pode ocorrer a síntese e a acumulação de metabólitos secundários (fitoalexinas e compostos fenólicos), macromoléculas estruturais (calose, lignina e glicoproteína rica em hidroxiprolina) entre outros (ALAMINO et al., 2013). Muitos dos genes de defesa são regulados por uma diversidade de pequenas de rotas de sinalizações, nas quais dependem de inúmeras moléculas de baixo peso molecular como o ácido fosforoso, jasmonatos, o ácido salicílico, o etileno e possivelmente de forma indireta e relacionada com o estresse oxidativo o peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ). Outros hormônios, como ácido abscísico (ABA), brassinosteroides e diversos hormônios têm sido também relacionados com a resposta imune das plantas (KOORNEEF et al., 2008).

A resistência envolve a ativação da defesa latente mecanismos nas plantas em resposta a tratamentos com biótica (extratos, compostos e moléculas extraído de organismos vivos, como plantas e microorganismos) ou abióticos (acibenzolar-S-metil e análogos) (BONALDO et al., 2005).

A utilização dos fosfitos, provenientes da neutralização de ácido fosforoso ( $H_3PO_3$ ) com um sal básico (hidróxido de sódio, hidróxido de potássio ou amônio hidróxido, entre outros). O hidróxido de potássio é o mais comumente usado para formar fosfito de potássio, que pode agir diretamente em fungos ou ativar o mecanismo de defesa natural das plantas (REUVENI, 1997). Tavares et al. (2009) observaram que o fosfito de potássio induziu resistência em plantas de mamão (*Carica papaya* L.) contra *Phytophthora palmivora*, com ótimos resultados em campo.

Quando aplicado antes e após a inoculação de *Phakopsora*, fosfitos foram relatados para reduzir a colonização pelo patógeno na videira (*Vitis labrusca* L.), observando-se redução das doenças em cerca de 50% (BUFFARA et al., 2013). Guest e Grant em 1991, apontaram que o fosfito de potássio inibe o crescimento das hifas fúngicas, atuando diretamente como uma toxina no patógeno, e também pode ser eficaz no controle de vários outros agentes patogênicos. Fosfitos também podem indiretamente controlar patógenos estimulando a formação de fitoalexina, uma autodefesa natural substância da planta (DERCKES; CREASY, 1989).

Os fosfitos e fosfonatos que possuem ação direta contra diversos patógenos e promovem ativação de mecanismos de defesa das plantas, como produção de fitoalexinas (SMILLIE et al., 1989), também foram empregados no manejo de fungos e Oomicetos em outras culturas (MCDONALD et al., 2001; SANTOS et al., 2011).

O termo fosfito é o nome genérico empregado para os sais do ácido fosforoso ( $H_3PO_3$ ) que apresentam elevada solubilidade, rápida absorção pelas plantas com grande seletividade e translocação via xilema e floema (GUEST; GRANT, 1991).

Estes produtos a base de fosfitos e fosfonatos podem ser aplicados de forma isolada, ou até mesmo em associação juntamente com fungicidas em virtude de ocorrer efeito aditivo, ou sinérgico quando esses compostos químicos são utilizados de forma conjunta demonstrando-se como uma alternativa eficaz no manejo de doenças (MENEGETTI, et al., 2010).

Para desencadear o processo de indução de resistência em uma planta existe o custo energético e a alocação de recursos energéticos para o crescimento ou ações das induções nas defesas determinados pela competição por substrato comum, sendo que a planta deve realizar o balanceamento entre esses processos (HEIL, 2002; GAYLER, et al. 2004; BARROS, 2010).

Na presença de um patógeno, a resistência induzida representará custo energético, parte dos assimilados é carregada para gerar defesas constitutivas e o excedente é conduzido para tecidos de reserva, sendo assim alocado recursos para este propósito somente quando necessários (HEIL, 2002; BOSTOCK, 2005; BARROS, 2010).

## **2.5. Melhoramento e estudos genéticos**

O melhoramento genético da soja é um processo contínuo e dinâmico que envolve a busca de cultivares mais produtivas, resistentes a pragas e doenças, qualidade nutricional, estabilidade e adaptada às diferentes regiões e de uma diversidade de sistemas de cultivo (MENDES, 2011; SANTOS., et al 2011; MACHADO, 2017).

No melhoramento estão envolvidas várias fases, desde a escolha dos parentais, desenvolvimento das populações segregantes, avaliações, seleção, registro e até a recomendação de cultivares em campo. Primeiramente são escolhidos os progenitores, essa etapa é de fundamental importância para o sucesso dentro de um programa de melhoramento de soja. Nessa fase é que se pode incrementar a variabilidade genética necessária para o sucesso dos processos seletivos, atendendo aos diversos objetivos do programa de melhoramento (PÍPOLO et al., 2007).

Nos programas de melhoramento da soja são considerados as seguintes características: ciclo da cultivar, grupo de maturidade, tipo de crescimento, hábito de crescimento, período juvenil para indução floral, altura da planta e da inserção da primeira vagem, resistência ao acamamento, resistência à deiscência das vagens, qualidade da semente, resistência a doenças, resistência a pragas, adaptabilidade e estabilidade de produção de grãos, tolerância a herbicidas e qualidade de sementes (SEDIYAMA et al., 2009; SANTOS., et al, 2016).

Souza et al (2008), citam de alguns parâmetros genéticos importantes nesse processo como a capacidade geral de combinação, capacidade específica de combinação e herdabilidade dos estudos de herança são fundamentais o controle genético do caráter que é objeto das ações de melhoramento genético de plantas. Sendo que o conhecimento da sua herança genética é fundamental para direcionar o trabalho de um programa de melhoramento genético de plantas, no sentido de alcançar os objetivos propostos e desenvolver cultivares cada vez mais produtiva e adaptadas às diversas condições ambientais (CAPELARO, 2014).

Dessa forma, a variância genotípica é possível estudar os fatores genéticos que são importantes em qualquer população (AMARAL et al., 1996; BALDISERA, 2013) e a partição da variância genotípica em três componentes foi feita por Fisher (1918), sendo eles a variância do tipo aditiva (devido aos efeitos médios dos genes) de

dominância (atribuída a interação entre alelos de um mesmo loco) e epistática (relacionada com a interação entre alelos de locos diferentes) (REIS et al., 2002).

As características genéticas que devem ser melhoradas em uma planta podem ser qualitativas ou quantitativas, sendo que os caracteres qualitativos são governados por um ou poucos genes que constituem classes fenotípicas distintas e facilmente separáveis umas das outras, sendo pouco influenciados pelo ambiente e os caracteres quantitativos que são a expressão de vários genes que condicionam a manifestação de um genótipo através do fenótipo (ALLARD, 1971; BALDISERA, 2013).

### 3.REFERÊNCIAS

- ALAMINO, D. A. et al. Indução de resistência à podridão-amarga em maçãs pelo uso de eliciadores em pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 3, p. 249-254, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000300002>
- ALIPRANDINI, L.F.: A. KRENSK.; H.L. GABE . 2002. Spring: **Um cultivar de super-precoce para o sul do Brasil**. (Abstract.) p. 57. In EMBRAPA (ed.) Reunião de soja da Região Central do Brasil, 24. EMBRAPA, São Pedro, Brasil.
- ALLARD, R. W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. Rio de Janeiro: Edgard Blucher, 1974. 381 p.
- AMARAL, A.L. et al. Estimativa de herdabilidade para os caracteres adaptativos ciclo e estatura de planta em aveia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.26, p.33-37, 1996. <https://doi.org/10.1590/S0103-84781996000100007>
- BALDISSERA, J. N. DA C. et al. Genetics factors related with the inheritance in autogamous plant populations. **Revista de Ciências Agroveterinárias (Journal of Agroveterinary Sciences)**, v. 13, n. 2, p. 181-189, 2014.
- BARROS, F. C. et al. Indução de resistência em plantas contra fitopatogenos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 2, p. 231-239, Mar./Apr. 2010.
- BONALDO, M.B. et al. (Ed.). **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: Fealq, 2005. p.11-28.
- BOSTOCK, R. M. Signal crosstalk and induced resistance: Straddling the line between cost and benefit. Palo Alto, USA. **Annual Review of Phytopathology**, v. 43, p. 545-580, 2005. <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.41.052002.095505> PMID:16078895
- BUFFARA, C.R.S. et al. Atividade de fosforo e potássio na pré e pós-infecção de *Phakopsora euvitis* em folhas de videira. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, p.3333-3340, 2013. Suplemento1. DOI: 10.5433/1679-0359.2013v34n6Supl1p3333.
- CALDWELL, P.; LAING, M.; JULIAN, W. **Soybean rust – an important new disease on soybeans**. [http://www.saspp.org/archived\\_articles/Pat\\_CaldwellJan2002.php](http://www.saspp.org/archived_articles/Pat_CaldwellJan2002.php) . Acesso em: 5 de abril de 2018.
- CAPELARO, A. L. (Tese de doutorado). **Efeito da herança genética na longevidade de sementes de híbridos de milho**. Pelotas, 2014. 70 p.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB . Acompanhamento da safra brasileira de grãos. V. 4- SAFRA 2017/18- N. 7 - **Sétimo levantamento**, abril-2018. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/index.php/info-agro/safras/graos>

DERCKS, W.; CREASY, L.L. Influence of fosetyl-Al on phytoalexin accumulation in the *Plasmopara viticola*-grapevine interaction. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v.34, p.203-213, 1989. DOI: 10.1016/0885-5765(89)90044-1.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil** - 2017. Londrina, 2013. 266p.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO-FIESP. Safra Mundial de Soja 2017/18 - 11º Levantamento do USDA. <http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-soja>. Acesso em: 5 de abril de 2018.

FISHER, D.S. The correlation between relatives on the supposition of Mendelian inheritance. **Transactions of the Royal Society of Edinburgh**, Edinburgh, v.52, p. 399-433, 1918. <https://doi.org/10.1017/S0080456800012163>

FREITAS, R. E.; MENDONÇA, M. A. A.; **Revista Economia Sociologia Rural**. v.54, n. 3, Brasília. July/Sept. 2016.

GAYLER, S. et al. Modelling the effect of environmental factors on the “trade off” between growth and defensive compounds in Young Apple trees. Springer Berlin / Heidelberg. **Trees**. v. 18, p. 363-371, 2004. <https://doi.org/10.1007/s00468-003-0315-6>

GAVA, R. **Os efeitos de estresse hídricos na cultura da soja**. Tese. Esalq. Piracicaba, 2014. 123p.

GUEST, D.; GRANT, B. The complex action of phosphonates as antifungal agents. **Biological Reviews**, v.66, p.159-187, 1991. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.1991.tb01139.x>

GODOY, C.V.; CANTERI, M.G. Efeitos protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em casa de vegetação. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, p.97-101, 2004.

HAMMERSCHMIDT, R.; NUCLES, E.M.; KUC, J. (1982) Association of Enhanced Peroxidase Activity with Induced Systemic Resistance of Cucumber to *Colletotrichum lagenarium*. **Physiological Plant Pathology**, v.20, p.73-82. [https://doi.org/10.1016/0048-4059\(82\)90025-x](https://doi.org/10.1016/0048-4059(82)90025-x)

HEIL, M.; BOSTOCK, R. M. Induced systemic resistance (ISR) against pathogens in the context of induced plant defenses. Oxford, UK. **Annals of Botany**, v. 89, p. 503-

512,2002.<https://doi.org/10.1093/aob/mcf076>  
PMCID:PMC4233886

HIROMOTO, D.M. **Seleção de genótipos de soja para performance agrônômica e resistência a *Heterodera glycines* Ichinohe e *Diaporthe phaseolorum* f.sp. *meridionalis* Morgan-Jones**. 1996. 84f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

KOORNNEEF, A. et al. Kinetics of salicylate-mediated suppression of jasmonate signaling reveal a role for redox modulation. **Plant Physiology**, v.147, p.1358-1368, 2008. <https://doi.org/10.1104/pp.108.121392>

MACHADO, B.Q. **Diversidade genética em soja com diferentes níveis de resistência ao *Sclerotinia sclerotiorum*, correlações, análise de trilha e população de plantas**, Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia)-Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil, 2017, 103 p.

MCDONALD AE, GRANT B, PLAXTON WC (2001) Phosphite (phosphorous acid): its relevance in the environment and agriculture and influence on plant phosphate starvation response. **Journal of Plant Nutrition**, v. 24, p. 1505-1519. <https://doi.org/10.1081/PLN-100106017>

MENDES, M.L. O nematóide de cisto da soja. In: Cultura da soja nos cerrados. ARANTES, N.E.; SOUSA, P.I.M,(eds) . **POTAFOS**. Piracicaba, SP. 1993. p. 399-416.

MENEGHETTI, R. C. et al. Avaliação da ativação de defesa em soja contra *Phakopsora pachyrhizi* em condições controladas. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, p. 823-829, 2010.

NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B.; NEUMAIER, N. **Características da soja**. Embrapa-CNPSo, 2008. Disponível em: <  
<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soia/arvore/CONTAGQ124271020069131.html>>. Acesso em: 5 de abril de 2018.

NEVES, J. S.; BLUM, L. E. B. Influência de fungicidas e fosfito de potássio no controle da ferrugem asiática e na produtividade da soja. **Caatinga**, v.27, p. 75-82. 2014.

OLIVEIRA PINTO, R.O.; et al. **Importancia do oídio em plantas cultivadas: abordagem em olerícolas**. **Enciclopedia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18, p. 2014

OLIVEIRA, R. F.; PASCHOLATI, S. F.; LEITE, B. Papilla formation and peroxidase activity in *Mimosa scabrella* hypocotyls inoculated with the non-pathogen *Colletotrichum graminicola*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 195-197, jun. 1997.



CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; GASTALDI, L.F.; PÍPOLO, A.E. **Correlações fenotípicas entre caracteres quantitativos em soja**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 26, n. 1, p. 11-16, 2005. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2005v26n1p11>

REUVENI, M. Post-infection applications of  $K_3PO_3$ , phosphorous acid and dimethomorph inhibit development of downy mildew caused by *Plasmopara viticola* on grapes. **Journal of Small Fruit and Viticulture**, v.5, p.27-38, 1997. DOI: 10.1300/J065v05n02\_03. [https://doi.org/10.1300/J065v05n02\\_03](https://doi.org/10.1300/J065v05n02_03)

SANTOS H.A.A.; DALLA PRIA M.; SILVA O.C.; DE-MIO L.L.M. (2011) Controle de doenças do trigo com fosfitos e acinbenzolar-s-metil isoladamente ou associados a piraclostrobina+ epoxiconazole. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, p. 433-442. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n2p433>

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: Mecenass, 2009, p. 1-5.

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

SILVA JUNIOR, M. B. da. Fosfitos no manejo da antracnose da soja.. Tese de doutorado, 2017, 89 p.

SILVA, V.A.S.; JULIATTI, F.C.; SILVA, L.A.S. Interação entre resistência genética parcial e fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n.9, p.1261-1268. 2014.

SMILLIE R.; GRANT BR.; GUEST D. (1989) **The mode of action of phosphite: evidence for both direct and indirect modes of action on three Phytophthora spp.** **Phytopathology**, v. 79, p. 921-926. <https://doi.org/10.1094/Phyto-79-921>

TAVARES, G.M. et al Pesquisa agropecuaria brasileira, Brasília, v.44, n.11, p.1416-1423, nov. 2009.

VAN LOON, L. C.; BAKKER, P. A. H. M.; PIETERSE, C. M. J. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 36, p. 453-483, 1998.

WICKS, T.J. et al. Evaluation del fosfito potasico como fungicida en Australia. Conferencia de Brinhton para proteccion de las cosechas. **Pestes y Enfermedades**, 1990.

WORDELL F.J.A.; MARTINS D.A.; STADNIK, M.J. (2007) Aplicação foliar de tratamentos para controle de míldio e da podridão-de-escamas de bulbos de cebola. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 544-549. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362007000400010>

## **CAPÍTULO 1: Indutores de resistência para manejo de *Phakopsora pachyrhizi*, *Cercospora kikuchii*, *Septoria glycines* e na produtividade de grãos em soja**

### **RESUMO**

Diversas estratégias no manejo de doenças na cultura da soja podem ser adotadas, dentre as quais as combinações de fungicidas e fosfitos de potássio, cobre e fosfonatos aliados a diversificação de cultivares de soja para melhorar a eficiência e longevidade dos fungicidas. O trabalho foi realizado na Fazenda Capim Branco, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia-MG na safra 2016/17. Os objetivos do trabalho foram avaliar as estratégias de manejo à ferrugem asiática, *Septoria glycines* e *Cercospora kikuchii* (DFC) e no incremento da produtividade de grãos. As cinco cultivares de soja em estudo foram: (P98Y30, BMX Desafio RR, Syn 13671 IPRO, TMG 7062 IPRO e UFUS 7415), e cinco estratégias de manejo de doenças (piraclostrobina+ epoxinazol (0,5 L ha<sup>-1</sup>), piraclostrobina+ epoxinazol (0,5 L ha<sup>-1</sup>) + fosfito de potássio (1,0 L ha<sup>-1</sup>), piraclostrobina+ epoxinazol (0,5 L ha<sup>-1</sup>) + fosfito de cobre (0,25 L ha<sup>-1</sup>), piraclostrobina+ epoxinazol (0,5 L ha<sup>-1</sup>) + fosfonato de cobre (0,5 L ha<sup>-1</sup>) e sem tratamento). Cada tratamento foi proveniente de um fatorial 5x5, sendo a parcela de 4 linhas de 5 metros de comprimento com quatro repetições para cada tratamento. A avaliação das doenças foram realizadas no estádio R<sub>5</sub> com escalas visuais de notas para ferrugem asiática (CANTERI; GODOY, 2003) e R<sub>6-7</sub> para *Septoria glycines*, *Cercospora kikuchii* (MARTINS, 2004), e também foi avaliada a produtividade e peso de cem grãos. Os dados foram submetidos à análise de variância, e teste de médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade pelo programa Sisvar, 2014. Verificou-se menor severidade para ferrugem asiática, *Septoria glycines* e *Cercospora kikuchii* quando aplicados fosfonato de cobre associado ao fungicida, diferindo-se estatisticamente da testemunha. O material UFUS 7415 foi a que se comportou com menos severidade de ferrugem asiática, *Septoria glycines* e *Cercospora kikuchii*. A cultivar BMX Desafio RR foi a que obteve maiores médias de produtividade.

**Palavras - chave:** Manejo de fungicidas, *Glycine max*, Etil fosfonato de cobre, Fosfitos.

## **CHAPTER 1. Resistance inducers for management *Phakopsora pachyrhizi*, *Cercospora kikuchii*, *Septoria glycines* and grain yield in soybean.**

### **ABSTRACT**

Several soybean disease management strategies can be adopted, including combinations of fungicides and phosphates of potassium, copper and phosphonates allied to the diversification of soybean cultivars to improve the efficiency and longevity of the fungicides. The work was carried out at Fazenda Capim Branco, belonging to the Federal University of Uberlândia-MG in the 2016/17 harvest. The objectives of this work were to evaluate the management strategies for Asian rust, *Septoria glycines* and *Cercospora kikuchii* (DFC) and to increase grain yield. The five soybean cultivars under study were: (P98Y30, BMX Desafio RR, Syn 13671 IPRO, TMG 7062 IPRO and UFUS 7415), and five disease management strategies (pyraclostrobin + epoxinazol (0.5 L ha<sup>-1</sup>), pyraclostrobin + epoxinazole (0.5 L ha<sup>-1</sup>) + potassium phosphite (1.0 L ha<sup>-1</sup>), pyraclostrobin + epoxinolol (0.5 L ha<sup>-1</sup>) + copper phosphite (0.25 L ha<sup>-1</sup>), pyraclostrobin + (0.5 L ha<sup>-1</sup>) + copper phosphonate (0.5 L ha<sup>-1</sup>) and no treatment). Each treatment came from a 5x5 factorial, with the plot of 4 lines of 5 meters in length, with four replicates for each treatment. The evaluation of the diseases was carried out at the R5 stage with visual scales of notes for Asian rust (CANTERI; GODOY, 2003) and R6-7 for *Septoria glycines*, *Cercospora kikuchii* (MARTINS, 2004), and also the productivity and weight of one hundred grains. The data were submitted to analysis of variance, and test of averages compared by the Tukey test at 5% probability by the Sisvar program, 2014. There was lower severity for Asian rust, *Septoria glycines* and *Cercospora kikuchii* when applied copper phosphonate associated with fungicide, differing statistically from the control. The material UFUS 7415 was the one that behaved with less severity of Asian rust, *Septoria glycines* and *Cercospora kikuchii*. The cultivar BMX Desafio RR obtained higher average yields.

**Key words:** Fungicide management, *Glycine max*, Copper ethyl phosphonate, Phosphites

## 1. INTRODUÇÃO

Entre os principais fatores que limitam a obtenção de altos rendimentos em soja estão às doenças. Aproximadamente 40 doenças causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus já foram identificadas no Brasil. Esse número continua aumentando com a expansão da soja para novas áreas e como consequência da monocultura. A importância econômica de cada doença varia de ano para ano e de região para região, dependendo das condições climáticas de cada safra. As perdas anuais de produção por doenças são estimadas em cerca de 15% a 20%, entretanto, algumas doenças podem ocasionar perdas de quase 100% (EMBRAPA, 2014).

O manejo integrado das doenças, que associa resistência genética ao controle químico menos agressivo e outras práticas culturais, tem sido parte de um discurso muito bem aceito por todos os segmentos das cadeias produtivas de alimentos. As vantagens de se oferecer uma cultivar resistente incluem entre outras: ausência de custo extra no preço da semente (tecnologia de controle "embutida" na semente), tecnologia ambientalmente saudável e redução de custos de produtos e de aplicações. Desta forma, é importante ressaltar que o uso de genótipos com resistência parcial à ferrugem asiática da soja que poderá ser útil na redução do número de aplicações de fungicidas (JULIATTI et al., 1998)..

A resistência genética seja a forma mais econômica e eficaz do manejo de doenças (BARROS, 2008) e a evolução dos programas de melhoramento genético tem por objetivo maximizar acima de tudo a produtividade de grãos, fazendo com que o genótipo das cultivares de soja perdesse sua variabilidade genética deixando para traz características relacionadas à rusticidade, e desta forma, características importantes como tolerância e/ou resistência a certos patógenos. (BACAXIXI, 2011).

Assim a utilização de fosfitos e fosfonatos que são compostos derivados do ácido fosforoso, e são considerados fertilizantes têm a propriedade de estimular a formação de substâncias naturais de autodefesa da planta (fitoalexinas/PR proteínas), que protege ao ataque de patógenos, bem como apresentam efeito interessante, atuando diretamente sobre os fungos e bactérias. E a indução de resistência fornece importante ferramenta no moderno manejo fitossanitário, contribuindo para a utilização de medidas integradas e de baixo impacto ambiental (WICKS *et al.*, 1990).

A indução de resistência consiste no aumento da capacidade de defesa da planta contra amplo espectro de organismos fitopatogênicos, incluindo fungos, nematóides, bactérias e vírus (VAN LOON; BAKKER; PIETERSE, 1998; OLIVEIRA; PASCHOLATI; LEITE, 1997). A resistência resultante é proporcionada por um agente indutor, biótico ou abiótico, que aciona mecanismos de defesa na planta, os quais se encontram na forma latente (HAMMERSCHMIDT; KÚC, 1982). Essa ativação pode ser obtida pelo tratamento com agentes bióticos, ou seja, formas avirulentas de patógenos, raças incompatíveis e em determinadas circunstâncias, por formas virulentas de patógenos, extratos vegetais e extratos de fungos (STANGARLIN; PASCHOLATI, 1994; RIBEIRO JUNIOR, 2005), ou por ativadores químicos, como ácido aminobutírico.

Uma das alternativas disponíveis no mercado destacam-se os fosfitos e fosfonatos que são obtidos por reação do ácido fosforoso com uma base de sal ( $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ , etc.) e podem atuar na nutrição e/ou indução de resistência no hospedeiro causando toxidez direta aos patógenos (RIBEIRO JUNIOR., 2012). Alguns trabalhos publicados demonstram a eficiência dos fosfitos no manejo de outras doenças foliares da soja. Silva (2011) observou redução na intensidade do míldio em soja (*Peronospora manshurica*) em condições de campo com o aumento da dose de uma formulação de fosfito de potássio, e os mesmos autores relatam a associação do fosfito de potássio com duas aplicações do fungicida epoxyconazol + piraclostrobina reduz a incidência de ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e do oídio (*Microsphaera diffusa*) também em nível de campo.

Os objetivos do trabalho foram avaliar a associação de fungicidas e indutores de resistências no manejo da ferrugem asiática, doenças de final de ciclo (DFC) e no incremento da produtividade de grãos em soja.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa foi executada na Fazenda Experimental Capim Branco (18°32' S; 48°20' W) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), em Uberlândia – MG.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com parcelas subdivididas, onde nas parcelas os tratamentos corresponderam a cinco cultivares de soja (UFUS 7415, BMX DESAFIO, TMG 7062 INOX IPRO, SYN 13671 IPRO e P98Y30) nas subparcelas, cinco manejos das doenças (Testemunha- sem aplicação de fungicidas, Fungicida(Piraclostrobina+ Epoxinazol), Piraclostrobina+ Epoxinazol + Fosfito de Potássio, Piraclostrobina+ Epoxinazol + Fosfito de cobre, Piraclostrobina+ Epoxinazol + Fosfonato de Cobre).

As cultivares escolhidas neste trabalho foram de empresas do mercado levando-se em consideração as cultivares já recomendadas para a região:

A cultivar UFUS 7415 foi desenvolvida pelo Programa de Melhoramento de Soja da UFU, possui ciclo precoce, pertence ao grupo de maturidade relativa 7.2, hipocótilo roxo, flor roxa, pubescência marrom, tipo de crescimento determinado, hilo preto, resistente a cretamento bacteriano e míldio, moderadamente resistente a oídio, mancha alvo e doenças de final de ciclo (PROGRAMA DE MELHORAMENTO DE SOJA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA-PMSOJA, 2018).

A cultivar BMX Desafio RR pertencente à empresa Brasmex, com grupo de maturidade 7.4, tipo de crescimento indeterminado, cor da flor é branca, cor da pubescência é cinza, cor do hilo e marrom claro (BRASMAX, 2018).

A cultivar P98Y30 pertencente à empresa Pioneer sementes, com grupo de maturidade 8.3, tipo de crescimento determinado, cor da flor é roxa, cor da pubescência é cinza, cor do hilo e marrom claro (PIONEER SEMENTES, 2018).

A cultivar SYN13671 IPRO pertencente à empresa Syngenta Seeds, com grupo de maturação 7.3, hábito de crescimento indeterminado, cor da flor é branca, cor da pubescência é marrom claro, cor do hilo e marrom (SYNGENTA SEEDS, 2018).

A cultivar TMG 7062 IPRO INOX, pertencente à empresa Tropical Melhoramento Genéticos, com grupo de maturidade 6.2, tipo de crescimento semideterminado, cor da flor é branca, cor da pubescência é cinza, cor do hilo e marrom claro (TROPICAL MELHORAMENTO GENETICO-TMG, 2018).

O preparo do solo foi realizado do método convencional com duas arações e uma gradagem, e posteriormente realizado o nivelamento da área. A semeadura foi realizada de método convencional no dia 30 de novembro de 2016, com uso de trator acoplado a uma semeadora de arrasto de 8 linhas, onde foram colocados a semente nas quantidades

de indicação de cada empresa e o adubo N-P-K utilizado foi o 02-20-10 na dosagem de 400 kg ha<sup>-1</sup>, e aos 20 dias após a semeadura foi complementado a lançar o potássio na forma de Cloreto de potássio (KCl) na dosagem de 100 kg ha<sup>-1</sup>.

O tratamento das sementes semente foi realizado com fungicida Metalaxyl e Fludioxonil (100 e 200 mL para 100 kg de semente, respectivamente), e o inseticida Thiamethoxam (200 mL para 100 kg de semente). As sementes foram tratadas com inoculante líquido (150 mL para 50 kg semente;  $7 \times 10^8$  células por mL *Bradyrhizobium* por semente).

Cada parcela foi constituída de 4 linhas de plantas de soja de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,45 metros, sendo que as avaliações foram realizadas nas 2 linhas centrais e descartando-se 0,5 metros de cada extremidade.

As demais pulverizações para manejo de lagartas, insetos sugadores e controle de plantas invasoras foram realizados respectivamente com utilização de inseticidas e herbicidas para cada necessidade e em detrimento do nível de dano econômico.

Foram realizadas 3 aplicações de fungicidas (Piraclostrobina+ Epoxinazol ) com os devidos tratamentos, iniciando-se no estágio V6, R1 e R3 (FEHR & CAVINESS, 1977).

Para a aplicação dos agrotóxicos foram utilizados um pulverizador costal de precisão pressurizado com CO<sub>2</sub>, com pressão constante de 3 bar, barra de 2 metros com 4 pontas do tipo leque plano (XR 110.02) e calibrado para uma taxa de aplicação de 120 L ha<sup>-1</sup>, com o espaçamento entre pontas foi de 0,5 m, com a altura de aplicação de 0,5 m em relação ao dossel da cultura.

As avaliações da severidade de doenças estão descrito a seguir:

a) Avaliações da ferrugem asiática:

As avaliações foram realizadas no estágio R5, verificando-se em cada parcela útil, realizando-se em 3 plantas no terço superior, médio e inferior para a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), conforme escala de Canteri e Godoy( 2003).

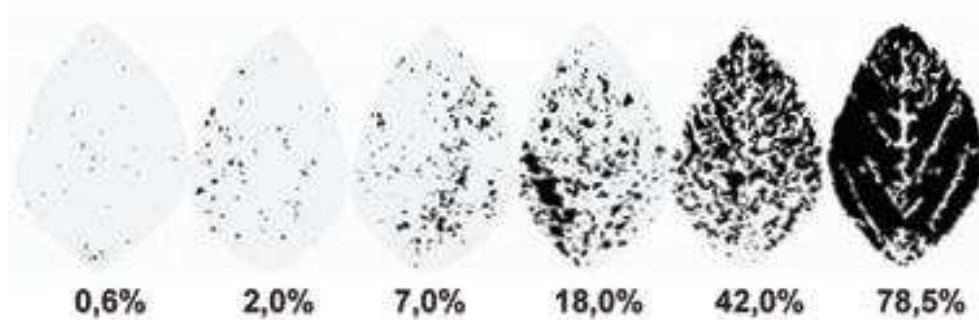


Fig 1: Escala diagramática para severidade da ferrugem asiática em soja

#### b) Avaliação de doenças de final de ciclo

As avaliações foram realizadas no estágio R5, verificando-se em cada parcela útil, realizando-se em 3 plantas no terço superior, médio e inferior das doenças de final de ciclo DFC (*Cercospora kikuchi* e *Septoria glycines*, conforme escala de Martins,(2004)).

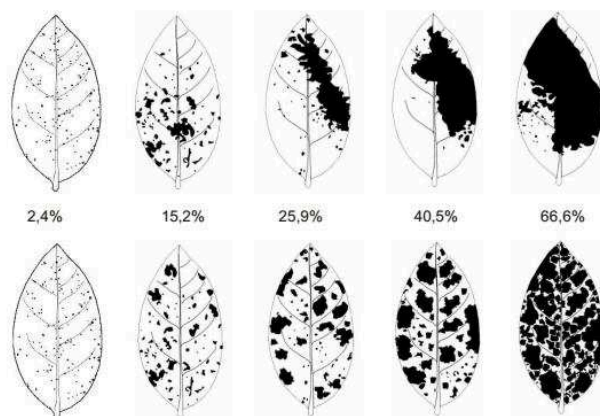


Fig 2: Escala diagramática das doenças de final de ciclo da soja (causadas por *Septoria glycines* e *Cercospora kikuchii*). Painel superior: Sintomas agregados. Painel inferior: Sintomas aleatoriamente distribuídos

#### b) Peso de cem grãos

O peso de 100 grãos foi obtido pela pesagem de amostras de 100 grãos coletadas aleatoriamente dos grãos colhidos na área útil de cada parcela, para depois proceder a pesagem em balança de precisão com 2 dígitos.

#### c) Produtividade de grãos:



As colheitas foram realizadas após estágio R8, com maturação plena, com mais de 95% das vagens com coloração de madura, colhendo-se cada subparcela útil e realizando-se a correção a 13% de umidade e transformando-se em produtividade por hectare.

$$QU = \frac{(U_i - U_f) \times 100}{(100 - U_f)}$$

Onde: QU= Quebra de umidade,  $U_i$ = Umidade inicial,  $U_f$ = Umidade Final

As análises estatísticas foram realizadas no programa SISVAR (FERREIRA, 2014), em que realizou-se análise de variância pelo teste  $F$  e comparação das médias obtidas nos diferentes tratamentos segundo teste de Scott Knot ( $p < 0,05$ ).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As menores severidades de doenças final de ciclo (*Septoria glycines* e *Cercospora kikuchii*) foram observadas na cultivar UFUS 7415 (Tabela1), isto podendo ser atribuído a base genética das cultivares comerciais de soja do Programa de melhoramento de Soja da UFU ser ampla, assim não representa um fator de risco para a estabilidade da cultura, pois o uso de genótipos de diferentes origens deve ser incremento no desenvolvimento de populações, visando a ampliação da base genética dos programas de melhoramento da soja (JULIATTI et al , 2009),

**Tabela 1**-Escala de notas obtidas para severidade para doenças de finais de ciclo (*Septoria glycines* e *Cercospora kikuchii*) nas cultivares de sojas submetidas a diferentes fungicidas e indutores de resistências na Fazenda Capim Brancos da Universidade Federal de Uberlândia-MG na safra de 2016/17.

Cultivar	Testemunha	Fungicida	Fosfonato de cobre	Fosfito de Potássio	Fosfito de cobre
BMX Desafio	43,49 abA	32,91 aA	18,76 aB	31,20 aA	32,91 aA
P98Y30	39,14 aA	26,01 aBC	19,95 aB	29,43 aABC	30,38 aAB
SYN 13671	38,59 bA	26,76 aA	17,31 aB	33,25 a A	31,20 aA
TMG 7062	35,81 abA	29,58 aA	17,54 aB	27,95 aA	30,01 aA
UFUS 7415	24,50 cA	15,93 bA	15,92 aA	15,92 aA	17,11 bA
Médias	35,8	25,6	14,4	27,2	28
CV(%)	17,17				

\*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Em termos de manejo de doenças de final de ciclo, verificou-se que a testemunha apresentou índices que foram superiores a 24,50%, sendo que na cultivar UFUS 7415, e 43,49% na cultivar BMX Desafio, assim podendo verificar que o material da UFU possui tolerância quanto as doenças de Final de ciclo.

Na média fina dos tratamentos verificou-se que no tratamento com fosfonato de cobre houve menos severidade, observado em campo (14,4%), sendo que o tratamento diferiu estatisticamente em relação a demais tratamentos.

Foram observados sinergismo quando em mistura de fungicida juntamente com o fosfonato de cobre, neste sentido a exploração dos mecanismos de defesa endógenos das plantas para o controle de doenças oferece uma alternativa ao uso de fungicidas (TOFOLI, 2012).

Para ferrugem asiática, as maiores severidade foram observadas da cultivar BMX Desafio com cerca de 19,15% de severidade e as menores severidades foram observadas na cultivar TMG 7062 com 2,62%,(Tabela 2), diferindo estatisticamente das demais cultivares, isto pode ter ocorrido devido as características da TMG 7062, que possui em sua constituição genética genes de resistência a ferrugem asiática, que faz com que as urédias cresçam com menor intensidade, A utilização dessas cultivares permitem reduzir os custos de produção, além de permitir uma maior janela de aplicação de fungicidas, flexibilizando o manejo da ferrugem (TMG, 2018).

**Tabela 2** – Severidade média em ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) nas cultivares de soja na Fazenda Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia-MG na safra de 2016/17.

CULTIVAR	SEVERIDADE (%)	
BRX DESAFIO	19,15	a
P98Y30	15,84	a
SYN 13671	15,13	a
TMG 7062	2,62	b
UFU'S 7415	15,69	a
CV(%)	47,88	

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As cultivares com resistência a ferrugem asiática é uma ótima alternativa ao manejo da doença, pois retardam a evolução da severidade da doença da soja, assim podendo facilitar no seu manejo, pois a doença é considerada altamente agressiva, causando danos de 10% a 40% na Tailândia, 10% a 90% na Índia, 10% a 50% no sul da China, 23% a 90% em Taiwan e 40% no Japão (SINCLAIR; HARTAMAN,1999), além

de que pode-se ainda favorecer a segunda safra em sucessão soja-milho, soja-sorgo, dentre outras.

Nas últimas décadas, a utilização da adubação foliar com o fosfito e contendo macro e micronutrientes tem aumentado em diversas culturas, motivada por múltiplos propósitos, tal como o controle fitossanitário (SILVA; JULIATTI; SILVA, 2007), principalmente em doenças causadas por fungos da classe dos Oomicetos, tais como do gênero *Phytophthora* sp. Resultados experimentais têm mostrado grande variabilidade na resposta à sua aplicação, sendo os resultados ainda inconclusivos quanto sua efetividade, seja na produtividade ou na fitossanidade em diversas culturas (THAO; YAMAKAWA, 2009).

Verificando-se o peso de cem grãos, a cultivar que se comportou com maior peso foi a SYN13671 com media de 14 gramas, e estatisticamente semelhante da cultivar TMG7062 com peso de 13,73 gramas (Tabela 3). Diversos trabalhos em campo têm demonstrado a melhoria do peso de grãos por meio de uso de fosfitos com dados positivos da aplicação foliar e fósforo em diferentes estádios de desenvolvimento da soja, como dados observados por Rezende et al. (2011), que constataram aumento de 16% na produtividade com aplicação de fertilizante líquido, realizada no estágio fenológico V6.

**Tabela 3:** Peso de cem grãos (gramas) das cultivares de soja na Fazenda Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia-MG na safra de 2016/17.

CULTIVAR	PSG (gramas)	
BRX DESAFIO	12,40	bc
P98Y30	12,00	c
SYN 13610	14,00	a
TMG 7062	13,73	ab
UFUS 7415	11,07	c
CV(%)	10,43	

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 4 estão apresentadas as médias do caráter peso de cem grãos em função dos diferentes tratamentos para manejo de doenças. Verificou-se que o fosfito de cobre

proporcionou peso de cem grãos superior, ao passo testemunha obteve média geral de 11,26 gramas, o fosfito de potássio obteve valor de 13,67 gramas na massa de cem grãos, podem assim inferir na melhoria do peso devido ao potássio.

**Tabela 4:** Peso de cem grãos (gramas) em relação a aplicação de fosfitos de cobre e potássio e fosfonatos de cobre das cultivares de soja na Fazenda Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia-MG na safra de 2016/17.

<b>Tratamento</b>	<b>Peso de cem grãos(g)</b>
Testemunha	11,26 bc
Piraclostrobina+ Epoxinazol	12,53 ab
Piraclostrobina+ Epoxinazol +Fosfito de cobre	13,67 a
Piraclostrobina+ Epoxinazol +Fosfito de potássio	11,60 bc
Piraclostrobina+ Epoxinazol +Fosfonato de cobre	12,67 ab
CV(%)	43,31

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O suprimento adequado de potássio é importante para a viabilidade das sementes, uma vez que esse nutriente tem diversas funções no metabolismo das plantas, como controle da absorção de água, ativação enzimática, crescimento dos tecidos meristemáticos, síntese de proteínas e carboidratos, translocação de assimilados e abertura e fechamento dos estômatos (BATISTELLA FILHO et al., 2013). Os teores de K na semente comumente aumentam com o seu fornecimento pela adubação, tendo sido observadas respostas a teores de K no solo de até 3,0 mmolc dm<sup>-3</sup> (SALE; CAMPBELL, 1986).

Segundo Silva, et al.(2011), onde foram realizados dois experimentos na região de Ponta Grossa/ Pr, nas safras 2006/07 e 2007/08, em duas safras, as fontes de fosfitos foram superiores à testemunha e semelhantes entre si para estes componentes, entretanto os fosfitos + fungicida (uma aplicação) não se diferenciaram do fungicida (uma aplicação), o que impossibilita atribuir a superioridade no peso de grãos dos fosfitos sobre a testemunha ao controle do míldio.

Os dados de produtividade demonstram que a cultivar BMX Desafio se comportou melhor em termos de produtividade de grãos, apenas na testemunha, verificou-se médias abaixo 55 sacas por hectare, quando aplicados o fungicida e fosfonato de cobre observou-se médias superiores a 80 sacas por hectares, diferindo estatisticamente para os demais tratamentos (Tabela 5).

**Tabela 5:** Produtividades de grãos em cultivares de soja, submetida a diferentes tratamentos de fungicidas e indutores de resistências, na Fazenda Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia no ano de 2016/17.

Cultivar	Testemunha	Piraclostrobina+ Epoxinazol	Piraclostrobina+ Epoxinazol +Fosfonato de cobre	Piraclostrobina+ Epoxinazol +Fosfito de Potássio	Piraclostrobina+ Epoxinazol +Fosfito de cobre
BMX Desafio	3706,80 aAB	3603,00 aB	4329,60 aA	3966,60 aAB	3603,00 abB
P98Y30	2826,60 aA	2993,4 aAB	3640,20 bB	3043,20 aAB	2640,00 bAB
SYN 13610	3022,80 aA	3296,40 aA	3919,80 bA	3262,80 aA	3616,20 aA
TMG 7062	2443,20 aAB	3439,80 aAB	4110,00 bA	2959,80 aAB	2719,80 bB
UFUS 7415	2586,6 aA	29,66,40 aA	3536,40 bA	3186,60 aA	3306,6 abA
Média	2772	3228	3996	3264	3288
CV(%)	21				

\* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott e Tukey, a 5% de probabilidade.

Juliatti et al., (2009), verificaram a redução de ferrugem com uso de piraclostrobina + epoxinazol e tebuconazóis com ganhos produtivos de 23,7 e 16,3% respectivamente.

Rezende e Bergamim Filho, (2011), citaram que a mistura de triazol e estrobirulinas reduzem a possibilidade de seleção de populações resistentes do patógeno, devendo-se, dessa forma alternar produtos com diferentes modos de ação ou utilizar misturas prontas dos dois grupos, pois estes fungicidas contribuem com o controle de outras doenças da soja.

#### **4. CONCLUSÕES:**

A cultivar UFUS 7415 foi a que obteve menor severidade em termos de doenças de final de ciclo com e sem utilização o piraclostrobina+epoxinazol e com os indutores de resistências, e a cultivar TMG 7062 obteve as menores severidade de ferrugem asiática nas situações analisadas.

A cultivar BMX Desafio foi a que obteve os maiores produtividade de grãos quando utilizados o piraclostrobina+epoxinazol e o fosfonato de cobre.

As cultivares de soja que tiveram aplicações de fosfito de potássio no estádio V6, R1 e R3 apresentaram maiores peso de cem grãos e uso de fosfonato de cobre em plantas de soja promoveu auxílio no manejo da ferrugem e doenças de final de ciclo de soja.

## 5. REFERÊNCIAS

- BACAXIXI, P. et al. A **soja e seu desenvolvimento no melhoramento genético**. Revista científica de agronomia, Ano 10 – n. 20, Dezembro de 2011.
- BARROS, G. E. G.(Dissertação de mestrado). **Avaliação da resistência de genótipos de soja a *colletotrichum truncatum* e estudo da diversidade genética de isolados utilizando a técnica molecular RAPD**. 2008. 63p.
- BATISTELLA FILHO, F. et al . Adubação com fósforo e potássio para produção e qualidade de sementes de soja. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília , v. 48, n. 7, p. 783-790, July 2013.
- CANTERI, M. G.; GODOY, C. V. Escala diagramática para avaliação da severidade da ferrugem da soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, 2013. v.29, n. 1, p. 89.
- EMBRAPA, 2013. Tecnologias de produção de soja - Região Central do Brasil 2014. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265 p.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons**. *Ciência agrotecnica*. [online]. 2014, vol.38, n.2 [citado 2015-10-17], pp. 109-112. Disponible en: ISSN 1413-7054. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.
- FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. Stage of soybean development. **Ames**: Iowa State University, 1981. 12p. (Iowa Cooperative Extensive Ser-vice. Special Report, 80)
- HAMMERSCHMIDT, R.; KUC, J. Lignification as a mechanism for induced systemic resistance in cucumber. **Physiol Plant Pathol**, v. 20, p. 61–71, 1982. [https://doi.org/10.1016/0048-4059\(82\)90024-8](https://doi.org/10.1016/0048-4059(82)90024-8)
- JULIATTI, F. C.; JULIATTI, F. C. **Podridão branca da haste da soja**: Manejo e uso de fungicidas em busca da sustentabilidade nos sistemas de produção. Uberlândia-MG, 2010. Moraes, M.G. (1998) Mecanismo de Resistência Sistêmica Adquirida em Plantas, Revisão Anual Patologia de Plantas, v. 6, p. 261-284.
- JULIATTI, F.C. et al. **Eficiência dos fungicidas aprovados na RPSRCB no controle da ferrugem asiática da soja**, em Uberaba –MG. Universidade Federal de Uberlândia, p.79 e 91. In: Documentos...Embrapa Soja, Resultados dos ensaios cooperativos para o controle da ferrugem asiática da soja, safra 2008/9. Versão eletrônica, Nov. 2009, (documento n.317).
- OLIVEIRA PINTO, R.O. et al. **Importancia do oídio em plantas cultivadas: abordagem em olerícolas**. **Enciclopedia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18; p. 2014.



MARTINS, M.C. et al. **Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja**. Fitopatologia Brasileira v.29, p.179-184. 2004. <https://doi.org/10.1590/S0100-41582004000200009>

PIONEER SEMENTES. Variedades de soja da Pioneer. **Disponível** em: < <http://www.pioneersementes.com.br/soja/central-de-produtos/produtos/98y30> >. Acesso em: 6 de fevereiro de 2018.

PROGRAMA DE MELHORAMENTO DE SOJA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA-PMSOJA. Variedades de soja da UFU. **Disponível** em: < <http://www.pmsoja.iciag.ufu.br/node/10> >. Acesso em: 3 de abril de 2018.

REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. (eds.) **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres. 4. ed., v.1, cap.1, p. 3-17, 2011.

RIBEIRO JUNIOR, P.M., **Efeito do silicato e fosfito de potássio na indução de resistência em mudas de cacaueteiro**. Lavras, UFLA, 2005.75p.

SALE, P.W.G.; CAMPBELL, L.C. Yield and composition of soybean seed as a function of potassium supply. **Plant and Soil**, v.96, p.317-325, 1986. DOI: 10.1007/BF02375136. <https://doi.org/10.1007/BF02375136>

SINCLAIR, J.B.; HARTMAN, G. L. **Soybean diseases**. In: HARTMAN, G.L.; SINCLAIR, J.B.; RUPE, J.C. (Eds.). Compendium of Soybean Diseases. 4 ed. St. Paul. American Phytopathological Society, 1999. p.3 - 4.

SILVA, V.A.S.; JULIATTI, F.C.; SILVA, L.A.S. Interação entre resistências genéticas parcial e fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n.9, p.1261 a 1268, 2007.

SILVA, O. C.; SANTOS, H. A. A.; DALLA PRIA, M.; MAY-De MIO, L. L. 2011. Potassium phosphite for control of downy mildew of soybean. **Crop Protection**. v.30, p. 598-604. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2011.02.015>

SYNGENTA SEEDS. Variedade de Syngenta. **Disponível** em: < <https://www.syngenta.com.br/soja> >. Acesso em: 2 de fevereiro de 2018.

TOFOLI, J.G.; MELLO, S.C. ; DOMINGUES, R.J.. Efeito do fosfito de potássio isolado e em mistura com fungicidas no controle da requeima do tomateiro.Arquivo Instituto Biológico, São Paulo, v.79, n.2, p.201-208, abr./jun., 2012. <https://doi.org/10.1590/S1808-16572012000200008>

TROPICAL MELHORAMENO GENETICOS-TMG. Variedade de TMG. **Disponível** em: < <http://www.tmg.agr.br/cultivar/tmg-7062-ipro> >. Acesso em: 2 de março de 2018.

THAO, H.T.B.; YAMAKAWA, T. Phosphite (phosphorous acid): Fungicide, fertilizer or bio-stimulator? **Soil Science Plant Nutrition**, v.55, n.2, p.228-234, 2009. <https://doi.org/10.1111/j.1747-0765.2009.00365.x>

VAN LOON, L. C.; BAKKER, P. A. H. M.; PIETERSE, C. M. J. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 36, p. 453-483, 1998. <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.36.1.453>

WICKS, T.J. et al. Evaluation del fosfito potasico como fungicida en Australia. Conferencia de Brinhton para protección de las cosechas. **Pestes y Enfermedades**, 1990.

## **CAPÍTULO 2: Análise de gerações em duas populações de soja visando produtividade de grãos.**

### **RESUMO:**

A demanda por cultivares de alto potencial produtivo tem direcionado os programas de melhoramento de soja para essa finalidade. Neste contexto, o objetivo do trabalho foi determinar a herança de caracteres relacionados à caracteres agronômicos em duas populações segregantes de soja, provenientes de genitores superiores e contrastantes. A pesquisa foi realizada na estação experimental da Fazenda Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia. Obtiveram-se duas populações, provenientes das CD 2737 x NS 5909 e CD2737 x UFUS 7415. Os genitores e as populações F1 e F2 foram avaliados em relação aos seguintes caracteres: número de dias para florescimento e maturidade, altura da planta, número de nós na haste principal no florescimento e maturidade, número de grãos por vagem, peso das plantas e produção de grãos. Realizaram-se as análises de gerações para todos os caracteres agronômicos, no Programa Genes. A média para número de dias para florescimento e número de dias para maturidade na geração F1 da população 1 foi de 47 e 103,52 dias, respectivamente e para população 2 o valor de 45,85 e 128,00, respectivamente, e na geração F2 da população 1 foi de 45 e 113 dias, e na população 2, 50,89 e 118,00 dias, respectivamente, que enquadram-se na classificação de semiprecoce. A herdabilidade variou de 30,08% para número de nos em R<sub>1</sub> a 80,79% para número de dias para floração, e o número de genes que controla esses caracteres foi de 10 e um, respectivamente na população 1, já na população 2, a herdabilidade variou de 25,12% para número de nos em R<sub>1</sub> a 76,09% para número de dias para floração, e o número de genes que controla esses caracteres foi de 13 e 2, respectivamente. Na população F2 constatou-se a existência de segregantes transgressivos para número de dias para floração e produtividade de grãos, já na população 2, constatou-se a existência de segregantes transgressivos para número de dias para floração e número total vagens. Desta forma podemos inferir que a variância genética e a herdabilidade dos caracteres agronômicos da população F2 proveniente da hibridação de CD2737 x UFUS 7415 e CD2737 x NS5909 permitem a obtenção de ganhos de seleção de indivíduos superiores quanto à precocidade e demais caracteres agronômicos desejáveis, sendo assim genótipos promissores em programa de melhoramento de soja.

Palavras-chave: *Glycine max*, parâmetros genéticos, melhoramento.

**HAPTER 2.** Generation analyzes in two soybean populations aiming heritability and grain yield

## ABSTRACT:

The demand for cultivars of high productive potential has directed soy breeding programs for this purpose. In this context, the objective of this work was to determine the inheritance of characters related to agronomic traits in two soybean segregating populations, from superior and conflicting parents. The research was carried out at the Fazenda Capim Branco experimental station of the Federal University of Uberlândia. Two populations were obtained from CD 2737 x NS 5909 and CD2737 x UFUS 7415. The parents and the F1 and F2 populations were evaluated for the following characters: number of days for flowering and maturity, plant height, number of nodes on the main stem in flowering and maturity, number of grains per pod, weight of plants and grain production. The analyzes of generations for all agronomic traits were carried out in the Genes Program. The mean number of days for flowering and number of days for maturity in F1 generation of population 1 was 47 and 103.52 days, respectively, and for population 2 the value of 45.85 and 128.00, respectively, and in generation F2 population 1 was 45 and 113 days, and in the population 2, 50.89 and 118.00 days, respectively, that fall into the semi-grating classification. The heritability varied from 30.08% for the number of nos in R1 to 80.79% for number of days for flowering, and the number of genes that controls these characters was 10 and one, respectively in population 1, already in population 2 , heritability ranged from 25.12% for the number of nos in R1 to 76.09% for number of days for flowering, and the number of genes that controls those characters was 13 and 2, respectively. In the population1 F2, the existence of transgressive segregants for number of days for flowering and grain yield was observed, already in the population 2, it was verified the existence of transgressive segregants for number of days for flowering and number of total pods. In this way we can infer that the genetic variance and the heritability of the agronomic characters of the F2 population from the hybridization of CD2737 x UFUS 7415 and CD2737 x NS5909 allow to obtain selection gains of superior individuals in relation to the precocity and other desirable agronomic traits, thus promising genotypes in a soybean breeding program.

Key words: *Glycine max*, genetic parameters, breeding.

## 1. INTRODUÇÃO

A soja é a leguminosa mais semeada no mundo, sendo a principal fonte de proteica para a sociedade moderna. Na safra de 2017/2018, a produção total brasileira está estimada em cerca de 113,4 milhões de toneladas com área total de 33,8 milhões de hectares semeados (FIESP, 2018).

Para o ano safra de 2017/18, os principais estados produtores de soja no Brasil são os estados de Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul, com cerca de 30, 19 e 18 milhões produzidos, respectivamente, e na região sudeste, Minas Gerais e o maior produtor da região com cerca de 5,0 milhões de toneladas que serão produzidos (CONAB, 2018).

Diante da crescente expansão do mercado de soja, tem-se exigido o uso de cultivares com ciclos mais precoces que possibilitem a antecipação da colheita e o sistema de sucessão de soja no verão e milho no inverno, a rotação de culturas entre a soja e a cana-de-açúcar e a menor pressão por fatores abióticos e bióticos, como doenças foliares e doenças de final de ciclo (CRUZ et al., 2010; FINOTO et al., 2011; MEOTTI et al., 2012; BORGES et al., 2013; SELESTRINO et al., 2014; CAMARGO; MORAES, 2014).

No melhoramento genético da soja, o sucesso reside na existência de variabilidade genética para seleção de genótipos superiores e contrastantes, sendo que os indivíduos selecionados devem reunir simultaneamente uma série de atributos favoráveis para elevar o rendimento, precocidade e resistente as doenças para satisfazer as exigências do mercado cada vez mais competitivo.

Desta forma, selecionar materiais superiores não é tarefa fácil, uma vez que os caracteres de importância agrônômica em sua maioria apresentam baixa herdabilidade e a seleção a nível de genótipo deve ser priorizada, facilitando a seleção de caracteres de baixa herdabilidade. Portanto o conhecimento do comportamento associativo e das correlações genéticas existentes entre caracteres de interesse permitem identificar as variáveis que possam ser utilizadas na seleção indireta sobre outra variável, principalmente para a produtividade de grãos, que é baixo (TERRES, 2015).

A estimativa de herdabilidade, ganho genético e correlações genéticas permitem ao melhorista a escolha da melhor estratégia de melhoramento (HAMAWAKI et al., 2012)

O objetivo deste trabalho foi determinar a herança de caracteres relacionados à caracteres agrônômicos e produtividade em duas populações segregantes de soja, provenientes de genitores superiores.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa foi realizada na Fazenda Experimental do Capim Branco (18°32' S; 48°20' W), da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), no Programa de Melhoramento de soja da UFU, em Uberlândia – MG, sendo iniciada em março de 2016.

Utilizaram-se as cultivares CD 2737 RR, NS 5909 e UFUS 7415 como genitores em hibridações artificiais, nas seguintes combinações: CD 2737 RR x NS 5909 e CD 2737 RR x UFUS 7415.

A cultivar UFUS 7415 foi desenvolvida pelo Programa de Melhoramento de Soja da UFU, possui ciclo médio, pertence ao grupo de maturidade relativa 7.2, hipocótilo roxo, flor roxa, pubescência marrom, tipo de crescimento determinado, hilo preto, resistente a cretamento bacteriano e míldio, moderadamente resistente a oídio, mancha alvo e doenças de final de ciclo (PROGRAMA DE MELHORAMANETO DE SOJA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA-PMOJA, 2018).

A cultivar NS5909 RG, possui tipo de crescimento indeterminado, cor da flor roxa, cor da pubescência e marrom, cor do hilo preta, ciclo total de 100 a 110 dias, ciclo superprecoce e grupo de maturidade 6.9 (NIDERA SEMENTES, 2018).

A cultivar CD 2737 IPRO de tipo crescimento indeterminado, cor da flor branca, cor da pubescência marrom média, cor do hilo preta, ciclo total 127 a 132 dias e grupo de maturidade 7.3, e resistência a nematóide do cisto raça 3 e 14 (COODETEC, 2014).

Em casa de vegetação, foram implantados os blocos de cruzamentos, cuja semeadura dos genitores foram escalonadas de 3 em 3 dias, visando viabilizar a sincronia do florescimento entre os parentais. Foram semeadas 4 sementes em vasos plásticos com 3 dm<sup>3</sup> de capacidade, previamente preenchidos com 2/3 de solo e 1/3 de matéria orgânica, além da adubação que foi realizada conforme a necessidade da cultura.

No estágio V1-V2, realizou-se o desbaste e foram mantidas duas plantas por vaso. No estágio V5, os meristemas apicais das plantas foram removidos para evitar o seu estiolamento e também favorecer as ramificações. Periodicamente, realizaram-se irrigações e os tratos culturais recomendados para a cultura da soja (EMBRAPA, 2014).

As hibridações artificiais foram realizadas adotando-se UFUS 7415 e como genitor masculino e CD 2737 como genitor feminino para gerar a população 1. A cultivar UFUS 7415 como genitor masculino e CD2737 como genitor feminino para gerar a população 2. A geração F1 foi conduzida para a obtenção das sementes F2. A partir da amostragem de 20 indivíduos de cada genitor, 20 indivíduos da geração F1 e 120 e 120 indivíduos da geração F2 respectivamente para as populações 1 e 2, realizaram-se os experimentos para proceder ao estudo de análise de gerações em nível de campo.

As gerações a serem analisadas foram semeadas em bandejas de isopor de 200 células, e com uso de substrato agrícola da marca Plantimax<sup>®</sup>. A semeadura foi

realizada no dia 7 de agosto de 2017, e as bandejas mantidas em casa de vegetação em ambiente controlado, sendo irrigadas diariamente conforme a necessidade.

A área experimental o campo foi preparada de forma convencional com duas araças e uma gradagem. Em seguida, realizou-se a abertura de sulcos, realizando-se as adubações conforme análise química do solo. Os transplantes dos materiais das gerações P1, P2, F1 e F2 foram realizados no dia 21 de agosto de 2017, em campo aberto na área do Programa de Melhoramento Genético de Soja da UFU, na fazenda Capim Branco da UFU. Adotou-se o espaçamento de 0,50 metros entre plantas e 0,50 metros entre linhas, visando facilitar a avaliação individual de cada planta.

O manejo de adubação, plantas daninhas, inseticidas e fungicidas foram realizadas de acordo com as tecnologias de produção de soja da Região Central do Brasil 2014 (EMBRAPA, 2014). Os demais tratos como a irrigações conforme necessidade de garantir as condições experimentais favoráveis para o desenvolvimento pleno das plantas.

Em cada indivíduo das gerações avaliaram-se os seguintes caracteres:

- a) Número de dias para florescimento (NDF): período de dias decorridos entre o estágio VE até o aparecimento da primeira flor (R1);
- b) Número de dias para maturidade (NDM): período de dias decorridos entre o estágio VE até a maturidade (R8);
- c) Altura da planta (AP): medida, em centímetros (cm), a partir da superfície do solo até o último nó na haste principal da planta, no estágio R8.
- d) Número de nós (NN): foram contados todos os nós na haste principal na maturidade (estádio R8);
- e) Número de vagens (NV): posterior à colheita, foram contadas todas as vagens produzidas pela planta;
- f) Número de grão por vagem (NGV): foi obtido pela razão entre o número total de grãos e o número total de vagens;
- g) Produção de grãos (PG): peso total dos grãos em gramas (g), produzido por cada planta.

Para definição dos estádios das plantas, foi utilizada a escala de Fehr e Caviness (1981).



Os dados fenotípicos dos genitores e das gerações F1 e F2 foram utilizados para estimar os seguintes parâmetros, pelas fórmulas abaixo:

**- Variância genotípica em F2**

$$\hat{\sigma}_{G(F2)}^2 = \hat{\sigma}_{F(F2)}^2 - \hat{\sigma}_{E(F2)}^2$$

Em que:

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

$\hat{\sigma}_{F(F2)}^2$ : variância fenotípica da população F2;

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

**- Variância ambiental**

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

Em que:

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

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

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

**- Herdabilidade no sentido amplo**

$$h_a^2 = \frac{\hat{\sigma}_{G(F2)}^2}{\hat{\sigma}_{F(F2)}^2}$$

Em que:

$h_a^2$ : herdabilidade no sentido amplo;

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

$\hat{\sigma}_{F(F2)}^2$ : variância fenotípica da população F2;

**- Grau médio de dominância baseado em médias**

$$k_m = \frac{2\bar{F}_1 - (\bar{P}_1 + \bar{P}_2)}{\bar{P}_1 - \bar{P}_2}$$

Em que:

$k_m$ : grau médio de dominância baseado em médias;

$\bar{P}_1$ : média fenotípica do parental 1;

$\bar{P}_2$ : média fenotípica do parental 2;

$\bar{F}_1$ : média fenotípica da população F1.

**- Número de genes envolvidos na determinação do caráter**

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

Em que:

n: número de genes;

R: amplitude entre as médias dos progenitores ou R:  $\bar{P}_1 - \bar{P}_2$ ;

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

**- Predição de ganhos por seleção**

$$\Delta G = DS h^2 \quad \text{e} \quad \Delta G\% = \frac{\Delta G}{\bar{x}_0}$$

Em que:

$\Delta G$ : ganho de seleção;

$h^2$  : herdabilidade;

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

$\bar{X}_O$ : média observada;

$\bar{X}_S$ : média dos selecionados;

As análises estatístico-genéticas foram realizadas utilizando-se o Programa Computacional em Genética e Estatística - Programa GENES (CRUZ, 2014).

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Nas Tabelas 1 e 2 estão apresentadas as médias das características agronômicas das gerações P1, P2, F1 e F2, e das estimativas das variâncias fenotípicas das populações 1 e 2 .

Tabela 1. Médias e estimativas de variância fenotípica de caracteres agronômicos obtidos nas gerações dos indivíduos P1, P2, F1 e F2 em soja cultivada em campo na

safra 2017/2018 da população da população 1 entre o cruzamento entre a CD2737 e UFUS 7415 no município de Uberlândia – MG.

Gerações	NDF		NDM		APM		NNR1	
	$\bar{X}$	$\hat{\sigma}_F^2$	$\bar{X}$	$\hat{\sigma}_F^2$	$\bar{X}$	$\hat{\sigma}_F^2$	$\bar{X}$	$\hat{\sigma}_F^2$
P1	49,15	4,45	119,80	157,64	32,70	18,74	8,15	0,55
P2	50,40	5,09	131,00	30,94	30,75	9,88	7,50	1,00
F1	46,55	20,78	125,70	34,85	31,75	42,93	6,95	2,68
F2	48,97	26,53	125,71	48,91	32,25	18,05	7,45	1,43
Gerações	NNT		NVT		GP		PG	
	$\bar{X}$	$\hat{\sigma}_F^2$	$\bar{X}$	$\hat{\sigma}_F^2$	$\bar{X}$	$\hat{\sigma}_F^2$	$\bar{X}$	$\hat{\sigma}_F^2$
P1	9,70	8,01	41,35	113,50	19,65	74,87	14,35	22,23
P2	10,05	1,83	43,65	116,66	26,45	79,73	11,40	6,46
F1	11,40	5,62	40,60	76,04	27,75	61,25	12,10	5,98
F2	11,06	3,76	44,74	116,56	21,69	44,60	11,74	18,28

P1: CD2737; P2: UFUS 7415; F1: P1xP2; F2: autofecundação de F1; NDF: número de dias para florescimento; NDM: número de dias para maturidade; APM: altura da planta na maturação; NNR<sub>1</sub>: número de nós na haste principal em R<sub>1</sub>; NNT número de nós totais em R<sub>8</sub>; NVT: número de vagens totais por planta; GP: Gramas da planta; PG: produção de grãos;  $\bar{X}$ : média;  $\hat{\sigma}_F^2$ : variância fenotípica.

Tabela 2. Médias e estimativas de variância fenotípica de caracteres agrônômicos obtidos nas gerações dos indivíduos P1, P2, F1 e F2 em soja cultivada em campo na safra 2017/2018 da população do cruzamento 2 entre as cultivares CD2737 e NS 5909 no município de Uberlândia – MG.

Gerações	NDF		NDM		APM		NNR1	
	$\bar{X}$	$\hat{\sigma}_F^2$	$\bar{X}$	$\hat{\sigma}_F^2$	$\bar{X}$	$\hat{\sigma}_F^2$	$\bar{X}$	$\hat{\sigma}_F^2$
P1	43,80	2,58	118,50	62,26	29,85	15,39	8,05	0,99

P2	49,25	5,03	120,40	173,93	33,05	21,41	8,10	0,62
F1	45,85	5,59	128,00	72,69	32,66	23,69	7,74	0,89
F2	50,89	10,83	118,25	44,64	31,86	25,76	7,45	1,33
Gerações	NNT		NVT		GP		PG	
	$\bar{X}$	$\sigma_F^2$	$\bar{X}$	$\sigma_F^2$	$\bar{X}$	$\sigma_F^2$	$\bar{X}$	$\sigma_F^2$
P1	9,65	1,50	44,00	188,10	22,40	51,41	13,05	4,99
P2	9,65	814	41,20	118,37	19,85	77,50	14,30	21,48
F1	11,07	5,19	45,37	134,39	25,25	70,12	14,59	26,10
F2	9,75	3,27	45,14	77,58	27,82	72,59	10,80	13,18

P1: CD2737; P2: NS5909; F1: P1xP2; F2: autofecundação de F1; NDF: número de dias para florescimento; NDM: número de dias para maturidade; APM: altura da planta na maturação; NNR<sub>1</sub>: número de nós na haste principal em R<sub>1</sub>; NNT: número de nós totais; NVT: número de vagens por planta; GP: grama da planta; PG: produção de grãos;  $\bar{X}$ : média;  $\sigma_F^2$ : variância fenotípica.

As médias da população 1 e 2 dos genitores P1 e P2 possibilitaram verificar que as cultivares CD2737, NS5909 e UFUS 7415 foram contrastantes para os caracteres avaliados conforme os dados apresentados, sendo assim bons materiais para sucesso dentro de um programa de melhoramento de soja (Tabela 1).

A cultivar UFUS 7415 apresentou menor ciclo (49,15 dias para florescimento e 119,18 dias para maturidade), maior altura de planta (32,70 cm) e número de nós (9,70). Por outro lado, a cultivar NS 5909 apresentou maior ciclo (50,40 dias para florescimento e 131,00 dias para maturidade) e média fenotípica superior para os caracteres número de vagens (113,50) e produção de grãos (22,23) (Tabela 1).

A soja cultivada atualmente é uma planta de ciclo anual, sendo que as cultivares possuem ciclo entre 90 e 160 dias, e existe a tendência de se utilizar no Brasil também o sistema norte-americano de classificar as cultivares de soja nos grupos de maturação que vai de 000, 00, 0, 1, 2, ..., 10; nos ambientes tropicais e subtropicais brasileiros, predominam os grupos de maturação 5 a 10 ( ALLIPRANDINI et al. 2002). Além disso, dentro de cada grupo de maturação os genótipos de soja podem ser classificados (em?) para o estado de Minas Gerais, são classificadas em: ciclo precoce de até 110 dias, semiprecoce entre 101 a 110 dias, médio de 111 a 125 dias, semitardio entre 125 e 145 dias, e tardio maior que 145 dias (EMBRAPA, 2014).

A média para número de dias para florescimento e número de dias para maturidade na geração F1 na população 1 foi de 46,55 e 125,70 dias, respectivamente, e na geração F2 foi de 48,97 e 125,71 dias, respectivamente (Tabela 1)

Na população 2, a F1 obteve cerca de 45,85 e 128,00, para média para número de dias para florescimento e número de dias para maturidade, respectivamente. Já para F2, para população 2, média para número de dias para florescimento e número de dias para maturidade foi de 50,89 e 118,23 dias, respectivamente (Tabela 2). As médias das duas gerações apresentaram valores intermediários entre os parentais, e enquadram-se na classificação de semitardio/médio para ciclo dentro de Minas Gerais (EMBRAPA, 2014).

Segundo Gesteira et al, (2015), a produtividade são afetadas principalmente, por fatores climáticos, pela temperatura, fotoperíodo e amplitude térmica características diretamente relacionadas com a latitude e altitude da região. A soja por ser uma cultura de dias curtos, desenvolve-se mais rapidamente sob fotoperíodo reduzido e altas temperaturas diárias também aceleram o seu desenvolvimento. Assim regiões com baixa latitude e baixa altitude, que apresentam fotoperíodo reduzido e altas temperaturas tendem a promover redução do ciclo da cultura, reduzindo também a produtividade de grãos.

A altura média das plantas foi de do parental 2 foi de 30,75 cm na população 1, sendo este um valor inferior aos encontrados nas populações P1, F1 e F2 com 32,70 cm, 31,75 cm e 32,25 cm, respectivamente. A média do número de nós em R<sub>1</sub> foram aproximadas nas populações P2, F1, F2 com 7,5 cm, 6,95 cm e 7,45 cm, respectivamente, e superior para P1, cuja média foi de 8,15 cm (Tabela 1). Todas as gerações P1, P2, F1 e F2 apresentaram médias de valores inferiores as ideais devido a questão época de semeadura não ser à recomendada para cultura da soja para a região, conforme as recomendações técnicas da Embrapa, 2014.

Segundo estudos apresentados por Leite et al, (2016), relatam que a seleção de plantas com maior número de nós e de vagens resultaria em plantas mais produtivas, e que podem ser utilizados de forma indireta para seleção de materiais promissores, o número final de nós (NNT) é uma importante característica no desenvolvimento, pois está diretamente relacionado com a duração do ciclo da cultura (SETIYONO et al., 2007), quanto maior for o NTN, mais longa é a fase vegetativa e, consequentemente

mais prolongado é o ciclo de desenvolvimento de um genótipo de soja (STRECK et al., 2003)

O número de nós encontrados na população 1 foi menor para P1 (9,7) e maior para P2 (10,05), com valores intermediários para gerações F1 (11,40) e F2 (11,06) (Tabela 1).

Para o NNT, para as populações 1 e 2, nas progêneses F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub> (Tabela 1 e 2), observou-se valores superiores aos dos parentais, ou seja, o uso destes genitores em programas de melhoramento poderão produzir progêneses promissoras quanto à produção de grãos, visto que o número de vagens por planta tem grande importância na seleção de plantas, uma vez que apresenta correlação alta com a produção de grãos (ALMEIDA et al., 1998; CARPENTIERI-PÍPOLO et al., 2005).

Nas populações 1, P1, P2, F1 e F2 houve diferença das médias do caráter número de gramas por planta, com 19,65, 26,45, 27,75 e 21,69 respectivamente. Já para o caráter produção de grãos, observou-se que as médias das gerações F1 superou os parentais (Tabela 1), já na população 2, os valores de P1, P2, F1 e F2 houve diferença das médias do caráter número de gramas por planta com 22,4, 19,85, 25,25 e 27,82, respectivamente (Tabela 2). Já para o caráter produção de grãos observou-se que as médias das gerações F1 superaram os parentais indicando o potencial da geração F2 para seleção de indivíduos com maior potencial produtivo dentro de um programa de melhoramento de soja.

Atualmente a produtividade de grãos, precocidade das plantas é a resistência as principais pragas e doenças são as características mais importantes a serem considerados dentro de um programa de melhoramento de soja, mas sendo este condicionado também pelo número de vagens e sementes por planta, pela massa de cem grãos e outros caracteres como a altura de plantas e o ciclo da cultivar, para serem levados em consideração para tornar o genótipo selecionado mais promissor e de fácil manejo (SEDIYAMA, 2016).

Tabela 3. Estimativas dos componentes de média e variância, herdabilidade no sentido amplo, grau médio de dominância e número de genes de caracteres agrônômicos obtidos da população 1 do cruzamento entre as cultivares CD2737 e UFUS 7415 nas gerações P1, P2, F1 e F2, em soja cultivada em campo, na safra 201/2018 no município de Uberlândia – MG.

Parâmetros	Caracteres							
	NDF	NDM	APM	NNR1	NNT	NVT	GP	PG
$\hat{\sigma}_F^2$	26,53	48,91	20,22	1,43	2,90	116,56	44,60	18,28
$\hat{\sigma}_G^2$	21,43	17,96	10,65	1,00	1,92	-0,94	-0,35	11,82
$\hat{\sigma}_E^2$	5,09	30,94	9,56	0,43	0,97	116,66	79,73	6,46
$h_a^2$	80,79	36,73	52,69	30,08	66,34	-	-	64,66
$g\hat{m}d$	5,16	-0,53	-3,83	-2,69	9,80	1,65	-0,38	-0,52
Número de genes	1,31	3,36	6,20	10,45	6,49	-	-	3,81

NDF: número de dias para florescimento; NDM: número de dias para maturidade; APM: altura da planta na maturação; NNR<sub>1</sub>: número de nós em R<sub>1</sub>; NNT: número de nós totais; NVT: número de vagens; GP: gramas por planta, PG: produção de grãos;  $\hat{\sigma}_F^2$ : variância fenotípica;  $\hat{\sigma}_G^2$ : variância genotípica;  $\hat{\sigma}_E^2$ : variância ambiental;  $h_a^2$ : herdabilidade ampla;  $g\hat{m}d$ : grau médio de dominância.

Tabela 4. Estimativas dos componentes de média e variância, herdabilidade no sentido amplo, grau médio de dominância e número de genes de caracteres agrônômicos obtidos da população 2 do cruzamento entre as cultivares CD2737 e NS 5909 nas gerações P1, P2, F1 e F2, em soja cultivada em campo, na safra 2017/2018 no município de Uberlândia – MG.

Parâmetros	Caracteres							
	NDF	NDM	APM	NNR1	NNT	NVT	GP	PG



$\hat{\sigma}_F^2$	10,83	44,64	25,76	1,33	3,27	77,59	72,59	13,17
$\hat{\sigma}_G^2$	8,24	-17,62	10,37	0,33	1,36	-110,52	21,18	8,18
$\hat{\sigma}_E^2$	2,58	62,26	15,39	0,99	1,50	188,10	51,41	5,00
$h_a^2$	76,09	-	40,25	25,12	41,85	-	29,17	62,08
$g\hat{m}d$	0,24	-9,0	-0,76	13,37	-1,47	2,52	3,24	-1,47
Número de genes	2,18	-4,79	6,37	13,44	4,95	-1,99	9,44	4,95

NDF: número de dias para florescimento; NDM: número de dias para maturidade; AP: altura da planta; NN: número de nós; NN: número de nós; NVT: número de vagens; GP: gramas por planta, PG: produção de grãos; ;  $\hat{\sigma}_{\square}^2$ : variância fenotípica;  $\hat{\sigma}_{\square}^2$ : variância genotípica;  $\hat{\sigma}_{\square}^2$ : variância ambiental;  $\square_{\square}^2$ : herdabilidade ampla;  $g\hat{m}d$ : grau médio de dominância.

Neste trabalho na população 1 a variância fenotípica oscilou de 1,43 a 116,56 para NNR1 e NV, respectivamente. A variância genética teve amplitude de -0,94 (NV) a 21,43 (NDF). Sabe-se que estimativas de variância genética negativa indicam ausência de variabilidade para o caráter. Enquanto que a variância ambiental foi de 0,43 a 116,66 para NNT e NVT, respectivamente (Tabela 3).

Já na população 2, variância fenotípica oscilou de 1,33 a 77,59 para NNR1 e NVT, respectivamente. A variância genética teve amplitude de -110,52 (NVT) a 21,18 (GP). Sabe-se que estimativas de variância genética negativa indicam ausência de variabilidade para o caráter. Enquanto que a variância ambiental foi de 0,99 a 188,10 para NNR<sub>1</sub> e NVT, respectivamente (Tabela 4).

Sendo que dentro de uma tomada de decisão dentro de um programa de melhoramento de soja, as estimas de variâncias são importantes dentro deste processo (HAMAWAKI, 2012).

Os valores observados de herdabilidade neste trabalho no sentido amplo na população 1 foram de zero para NVT e GP a 80,79% para NDF, mas valores altos de herdabilidade também foram encontrados para os caracteres PG (64,66%) e NNT (66,34%), indicando a possibilidade de seleção baseada neste fenótipo por ter apresentado estes valores (Tabela 3).

Já os valores observados neste trabalho na população 2 foram de zero para NDM e NVT e 76,09% para NDF, e valores altos de herdabilidade também foram encontrados para os caracteres PG (62,08%) e NNT (41,85%), indicando a possibilidade de seleção baseada neste fenótipo por ter apresentado valores altos (Tabela 4).

Em relação ao grau médio de dominância expressa à relação entre o valor genotípico codificado do heterozigoto e o valor genotípico codificado do homozigoto. Se o valor do grau médio de dominância for igual a um, indica-se a existência de dominância completa, se for igual a zero existe ausência de dominância, se for maior que um há sobredominância, e menor que um, ocorrência de dominância parcial (CRUZ, 2010).

No presente estudo, o grau médio de dominância para a população 1 obteve amplitude de -3,83 a 9,80 para AP e NNT, respectivamente (Tabela 3) e na população 2 de -9,0 para NDM com dominância parcial e 13,37 para NNR<sub>1</sub>, com sobredominância.

Teixeira (2017), avaliando o potencial de cruzamentos dialélicos de soja para precocidade observou o grau médio de dominância que foi de -4,04 a 1,16 para produção de grãos e altura de inserção da primeira vagem, respectivamente e ausência de dominância para os caracteres NDF, NV, NGV e PG, dominância parcial para NDM e NN, dominância completa para o caractere AP, e sobredominância para AIV.

O número de dias para florescimento e o número de dias para maturidade são influenciados por cerca de um gene, a altura na maturidade e produção de grãos por três genes, sendo que a altura da planta na maturação e número de nós totais foram os caracteres governados por seis genes e o número de nós em R<sub>1</sub>, por cerca de dez genes envolvidos nesses caracteres para população 1 (Tabela 3).

Para a população 2, o número de dias para florescimento e o número de dias para maturidade são influenciados por cerca de um gene, a altura na maturidade e produção de grãos por três genes, sendo que a altura da planta na maturação e número de nós totais foram os caracteres governados por seis genes e o número de nós em R<sub>1</sub>, por cerca de dez genes envolvidos nesses caracteres para população 1 (Tabela 3).

Aplicando-se 25% de seleção na população 2, foram selecionados 36 indivíduos superiores para cada um dos caracteres avaliados, como apresentado nas Tabelas 5 e 6 para população 1 e 7 e 8 para população 2.

Segundo Assunção Filho, (2016), o mercado brasileiro moderno está demandando cultivares cada vez mais precoces para atender a diversos requisitos:

- a) Minimizar perdas com a ocorrência generalizada da ferrugem asiática;
- b) O cultivo de outras espécies (p.ex. milho e trigo) durante o uso do vazio sanitário no período de outono/inverno;
- c) A rotação e ou sucessão de culturas, podendo-se obter até cinco cultivos em dois anos com culturas anuais, além de possibilitar a estratégia de se obter cultivo adicional durante a renovação de culturas semiperenes como a cana-de açúcar e a recuperação de pastagens degradadas.

Tabela 5. Médias da população 1, em indivíduos superiores selecionados na F2 dos parentais CD2737 e UFUS 7415, média geral dos indivíduos melhorados ( $\bar{X}_s$ ) e ganho de seleção (GS %) para os caracteres número de dias para florescimento (NDF), número de dias para maturidade (NDM), altura da planta (AP) e número de nós (NN).

Indivíduos selecionados							
Genótipos	NDF	Genótipos	NDM	Genótipos	APM	Genótipos	NNT
U-16-D1	41	U-16-D1	113	U-16-D62	13	U-16-D71	13
U-16-D2	41	U-16-D2	113	U-16-D48	23	U-16-D5	12

U-16-D3	41	U-16-D3	113	U-16-D7	12	U-16-D8	11
U-16-D4	41	U-16-D4	113	U-16-D13	19	U-16-D9	13
U-16-D5	41	U-16-D5	113	U-16-D118	21	U-16-D39	10
U-16-D6	41	U-16-D6	113	U-16-D112	19	U-16-D58	13
U-16-D7	41	U-16-D7	113	U-16-D6	22	U-16-D66	14
U-16-D8	41	U-16-D8	113	U-16-D19	21	U-16-D75	12
U-16-D9	41	U-16-D9	113	U-16-D76	21	U-16-D92	11
U-16-D10	41	U-16-D10	113	U-16-D103	25	U-16-D108	13
U-16-D11	41	U-16-D11	113	U-16-D110	21	U-16-D128	12
U-16-D12	41	U-16-D12	113	U-16-D119	21	U-16-D4	11
U-16-D13	42	U-16-D13	116	U-16-D127	21	U-16-D12	11
U-16-D14	42	U-16-D14	116	U-16-D137	21	U-16-D13	10
U-16-D15	42	U-16-D15	116	U-16-D138	21	U-16-D14	12
U-16-D16	42	U-16-D16	116	U-16-D14	25	U-16-D16	11
U-16-D17	42	U-16-D17	116	U-16-D22	22	U-16-D22	10
U-16-D18	42	U-16-D18	116	U-16-D44	22	U-16-D25	10
U-16-D19	42	U-16-D19	116	U-16-D64	22	U-16-D29	14
U-16-D20	42	U-16-D20	116	U-16-D67	22	U-16-D30	12
U-16-D21	42	U-16-D21	116	U-16-D73	22	U-16-D36	10
U-16-D22	42	U-16-D22	116	U-16-D113	22	U-16-D41	11
U-16-D23	42	U-16-D23	116	U-16-D24	26	U-16-D48	13
U-16-D24	42	U-16-D24	116	U-16-D45	23	U-16-D52	14
U-16-D25	42	U-16-D25	116	U-16-D49	23	U-16-D56	11
U-16-D26	42	U-16-D26	116	U-16-D54	23	U-16-D57	10
U-16-D27	42	U-16-D27	119	U-16-D59	23	U-16-D62	13
U-16-D28	42	U-16-D28	119	U-16-D65	23	U-16-D69	12
U-16-D29	42	U-16-D29	119	U-16-D70	23	U-16-D70	11
U-16-D30	42	U-16-D30	119	U-16-D82	23	U-16-D84	10
U-16-D31	44	U-16-D31	119	U-16-D96	23	U-16-D85	10
U-16-D32	44	U-16-D32	119	U-16-D99	23	U-16-D95	12
U-16-D33	44	U-16-D33	119	U-16-D104	26	U-16-D96	11
U-16-D34	44	U-16-D34	119	U-16-D109	23	U-16-D33	11
U-16-D35	44	U-16-D35	119	U-16-D143	23	U-16-D120	11
U-16-D36	44	U-16-D36	119	U-16-D144	23	U-16-D134	12
( $\bar{X}_s$ )	42,00	( $\bar{X}_s$ )	115,71	( $\bar{X}_s$ ) <i>m</i>	21,66	( $\bar{X}_s$ )	11,06
GS %	-5,63	GS %	-2,63	GS %	10,62	GS %	11,66

Tabela 6. Médias da população 1, em indivíduos superiores do cruzamento entre CD2737 e UFUS 7415 selecionados na F2, média geral dos indivíduos melhorados ( $\bar{X}_s$ ) e ganho de seleção (GS %) para os caracteres altura de inserção da primeira vagem (AIV), número de vagens (NVT), número de grãos por vagem (NGV) e produção de grãos (PG).

Indivíduos selecionados							
Genótipos	NNR <sub>1</sub>	Genótipos	NVT	Genótipos	GP	Genótipos	PG

U-16-D53	8	U-16-D82	56	U-16-D88	42	U-16-D43	12
U-16-D61	8	U-16-D100	56	U-16-D113	39	U-16-D85	17
U-16-D120	8	U-16-D1	56	U-16-D130	38	U-16-D25	21
U-16-D133	8	U-16-D9	57	U-16-D43	34	U-16-D35	9
U-16-D135	9	U-16-D113	57	U-16-D44	34	U-16-D110	15
U-16-D20	9	U-16-D107	57	U-16-D59	34	U-16-D113	7
U-16-D30	9	U-16-D87	58	U-16-D11	33	U-16-D19	7
U-16-D48	9	U-16-D143	58	U-16-D21	33	U-16-D86	17
U-16-D49	9	U-16-D108	58	U-16-D46	33	U-16-D90	9
U-16-D50	9	U-16-D121	59	U-16-D51	33	U-16-D95	7
U-16-D55	9	U-16-D7	59	U-16-D61	33	U-16-D44	12
U-16-D58	9	U-16-D11	60	U-16-D62	33	U-16-D58	7
U-16-D59	9	U-16-D81	61	U-16-D47	32	U-16-D89	7
U-16-D60	9	U-16-D17	61	U-16-D53	32	U-16-D3	7
U-16-D63	9	U-16-D93	61	U-16-D114	32	U-16-D38	17
U-16-D65	9	U-16-D98	61	U-16-D116	32	U-16-D71	11
U-16-D68	9	U-16-D129	61	U-16-D131	32	U-16-D74	8
U-16-D70	9	U-16-D13	62	U-16-D42	31	U-16-D7	23
U-16-D71	9	U-16-D28	63	U-16-D64	29	U-16-D30	9
U-16-D72	9	U-16-D105	63	U-16-D68	29	U-16-D37	7
U-16-D73	9	U-16-D118	63	U-16-D80	29	U-16-D18	9
U-16-D80	9	U-16-D123	64	U-16-D83	29	U-16-D21	7
U-16-D86	9	U-16-D16	64	U-16-D105	29	U-16-D32	10
U-16-D106	9	U-16-D21	65	U-16-D129	29	U-16-D52	10
U-16-D121	9	U-16-D59	66	U-16-D134	29	U-16-D77	10
U-16-D123	9	U-16-D83	67	U-16-D17	28	U-16-D118	13
U-16-D125	10	U-16-D86	69	U-16-D69	28	U-16-D132	10
U-16-D127	10	U-16-D4	69	U-16-D71	28	U-16-D137	12
U-16-D131	10	U-16-D40	69	U-16-D92	27	U-16-D144	13
U-16-D137	10	U-16-D44	70	U-16-D104	27	U-16-D1	9
U-16-D139	10	U-16-D62	71	U-16-D139	26	U-16-D6	11
U-16-D2	11	U-16-D68	73	U-16-D72	26	U-16-D59	9
U-16-D21	8	U-16-D5	74	U-16-D79	26	U-16-D61	13
U-16-D22	8	U-16-D29	75	U-16-D140	26	U-16-D87	10
U-16-D23	8	U-16-D34	80	U-16-D28	25	U-16-D2	13
$(\bar{X}_s)$	8,97	$(\bar{X}_s)$	59,36	$(\bar{X}_s)$	17,86	$(\bar{X}_s)$	11,74
GS %	6,12	GS %	-0,26	GS %	39,10	GS %	33,67

Tabela 7. Médias da população 2, em indivíduos superiores selecionados na F2 nos parentas CD2737 e NS5909, média geral dos indivíduos melhorados ( $(\bar{X}_s)$ ) e ganho de seleção (GS %) para os caracteres número de dias para florescimento (NDF), número de dias para maturidade (NDM), altura da planta (AP) e número de nós (NN).

Indivíduos selecionados

Genótipos	NDF	Genótipos	NDM	Genótipos	APM	Genótipos	NNT
U-16-D1	44	U-16-D1	108	U-16-D46	27	U-16-D24	14
U-16-D2	44	U-16-D2	108	U-16-D83	22	U-16-D27	13
U-16-D3	44	U-16-D3	108	U-16-D53	42	U-16-D30	13
U-16-D4	44	U-16-D4	108	U-16-D77	27	U-16-D34	13
U-16-D5	46	U-16-D5	108	U-16-D68	38	U-16-D113	13
U-16-D6	46	U-16-D6	108	U-16-D6	39	U-16-D114	13
U-16-D7	46	U-16-D7	110	U-16-D34	39	U-16-D1	12
U-16-D8	46	U-16-D8	110	U-16-D38	39	U-16-D2	12
U-16-D9	46	U-16-D9	110	U-16-D51	39	U-16-D6	12
U-16-D10	46	U-16-D10	110	U-16-D52	39	U-16-D13	12
U-16-D11	46	U-16-D11	110	U-16-D57	27	U-16-D26	12
U-16-D12	46	U-16-D12	112	U-16-D67	39	U-16-D33	12
U-16-D13	46	U-16-D13	112	U-16-D79	39	U-16-D40	12
U-16-D14	46	U-16-D14	112	U-16-D85	39	U-16-D41	12
U-16-D15	46	U-16-D15	112	U-16-D108	39	U-16-D48	12
U-16-D16	46	U-16-D16	112	U-16-D122	26	U-16-D50	12
U-16-D17	46	U-16-D17	112	U-16-D47	38	U-16-D76	12
U-16-D18	46	U-16-D18	112	U-16-D78	38	U-16-D80	12
U-16-D19	46	U-16-D19	112	U-16-D84	38	U-16-D115	12
U-16-D20	47	U-16-D20	112	U-16-D87	38	U-16-D118	12
U-16-D21	47	U-16-D21	112	U-16-D93	38	U-16-D121	12
U-16-D22	47	U-16-D22	112	U-16-D107	38	U-16-D3	11
U-16-D23	47	U-16-D23	112	U-16-D112	38	U-16-D4	11
U-16-D24	47	U-16-D24	112	U-16-D113	38	U-16-D9	11
U-16-D25	47	U-16-D25	112	U-16-D117	38	U-16-D16	11
U-16-D26	47	U-16-D26	112	U-16-D4	38	U-16-D18	11
U-16-D27	47	U-16-D27	112	U-16-D7	42	U-16-D20	11
U-16-D28	47	U-16-D28	114	U-16-D9	37	U-16-D36	11
U-16-D29	47	U-16-D29	114	U-16-D10	37	U-16-D43	11
U-16-D30	47	U-16-D30	114	U-16-D63	39	U-16-D46	11
( $\bar{X}_s$ )	46,10	( $\bar{X}_s$ )	111,07	( $\bar{X}_s$ )	38,83	( $\bar{X}_s$ )	12,0
GS %	-3,64	GS %	-7,16	GS %	2,80	GS %	8,37

Tabela 8. Médias da população 2, em indivíduos superiores selecionados do cruzamento CD2737 e NS5909 na F2, média geral dos indivíduos melhorados ( $\bar{X}_s$ ) e ganho de seleção (GS %) para os caracteres altura de inserção da primeira vagem (AIV), número de vagens (NV), número de grãos por vagem (NVT) e produção de grãos (PG).

Indivíduos selecionados							
Genótipos	NNR <sub>1</sub>	Genótipos	NVT	Genótipos	GP	Genótipos	PG
U-16-D24	11	U-16-D110	71	U-16-D67	54	U-16-D7	23
U-16-D6	10	U-16-D24	68	U-16-D47	51	U-16-D10	22
U-16-D25	10	U-16-D41	53	U-16-D117	48	U-16-D22	22
U-16-D30	10	U-16-D5	68	U-16-D66	45	U-16-D25	21
U-16-D34	10	U-16-D30	70	U-16-D85	39	U-16-D67	21
U-16-D102	10	U-16-D6	66	U-16-D38	43	U-16-D117	18
U-16-D4	9	U-16-D50	64	U-16-D86	43	U-16-D38	17
U-16-D16	9	U-16-D118	63	U-16-D116	43	U-16-D85	17
U-16-D27	9	U-16-D33	61	U-16-D5	38	U-16-D86	17
U-16-D29	9	U-16-D102	65	U-16-D7	42	U-16-D116	17
U-16-D35	9	U-16-D122	62	U-16-D96	37	U-16-D5	16
U-16-D36	9	U-16-D3	68	U-16-D115	39	U-16-D50	15
U-16-D38	9	U-16-D35	62	U-16-D4	38	U-16-D68	15
U-16-D41	9	U-16-D91	62	U-16-D50	48	U-16-D78	15
U-16-D42	9	U-16-D43	64	U-16-D68	38	U-16-D96	15
U-16-D52	9	U-16-D27	61	U-16-D75	38	U-16-D104	15
U-16-D107	9	U-16-D47	60	U-16-D78	38	U-16-D110	15
U-16-D113	9	U-16-D112	60	U-16-D104	38	U-16-D115	15
U-16-D114	9	U-16-D2	63	U-16-D110	38	U-16-D62	14
U-16-D118	9	U-16-D10	58	U-16-D62	37	U-16-D97	14
U-16-D122	7	U-16-D40	59	U-16-D97	37	U-16-D98	14
U-16-D1	8	U-16-D48	60	U-16-D102	37	U-16-D102	14
U-16-D2	8	U-16-D81	61	U-16-D108	37	U-16-D103	14
U-16-D3	8	U-16-D103	65	U-16-D98	36	U-16-D108	14
U-16-D5	8	U-16-D1	63	U-16-D103	36	U-16-D2	13
U-16-D11	8	U-16-D25	59	U-16-D2	34	U-16-D29	13
U-16-D13	8	U-16-D63	56	U-16-D52	34	U-16-D46	13
U-16-D14	8	U-16-D29	59	U-16-D60	34	U-16-D63	13
U-16-D18	8	U-16-D31	55	U-16-D63	63	U-16-D79	13
U-16-D21	8	U-16-D34	56	U-16-D74	30	U-16-D118	13
( $\bar{X}_s$ )	8,93	( $\bar{X}_s$ )	56,43	( $\bar{X}_s$ )	39,	( $\bar{X}_s$ )	15,93
GS %	0,37	GS %	11,29	GS %	3,4	GS %	29,53

O número de dias para florescimento entre os indivíduos selecionados da população 1 apresentaram variações entre 41 a 56 dias e na média observou-se 42 dias. Quanto ao número de dias para maturidade, os indivíduos selecionados oscilaram de

113,00 a 135,00 dias com média de 125,71 (Tabela 5). Já nos indivíduos selecionados da população 2 apresentaram variações de 44 a 47 dias e com médias de 46,10 dias. Quanto ao número de dias para maturidade, os indivíduos selecionados oscilaram de 108 a 114 dias, média de 111,07 (Tabela 7). Isso mostra que os indivíduos selecionados são de ciclos semiprecoce e médios, e atendem ao interesse do mercado atual (EMBRAPA, 2014).

A média dos indivíduos selecionados da população 1 para APF, NNR1, NNT, NVT, GP, PG foi de 32,33 cm, 8,97 nós, 13,58 nós, 59,36 vagens, 30,69 gramas e 17,86 gramas, respectivamente (Tabelas 3 e 4). Todos os indivíduos selecionados possuem características superiores aos genitores CD2737 e UFUS 7415 (Tabela 1) e são genótipos potenciais para avanço em programa de melhoramento de soja e desenvolvimento de novas cultivares que atendam ao interesse do mercado no cenário atual.

Em indivíduos selecionados da população 2, a média para APF, NNR1, NNT, NVT, GP, PG foi de 38,83 cm, 8,93 nós, 12,0 nós, 56,43 vagens, 30,69 grãos e 15,93 gramas, respectivamente (Tabelas 7 e 8). Todos os indivíduos selecionados possuem características superiores aos genitores CD2737, UFUS 7415 e NS 5909 (Tabela 2).

A partir da amostragem de 24 indivíduos de cada genitor, 24 indivíduos da geração F1 e 127 indivíduos da geração F2, um experimento foi levado e procedido ao estudo das análises das gerações em soja no município de Uberlândia – MG, Teixeira et al. (2017) observou variações no número dias para florescimento entre os indivíduos selecionados variou de 32 a 35 dias e média de 33,87 dias. Quanto ao número de dias para maturidade os indivíduos selecionados apresentaram de 99 a 102 dias, média de 100,92. Os genótipos selecionados no presente estudo são mais tardias em função da época de semeadura ser diferente, mas com semelhanças em sua altura de plantas na maturação.

Com base nessas informações de todos os genótipos é possível orientar de maneira eficaz o programa de melhoramento, prever o sucesso do método de seleção adotado e determinar cientificamente quais técnicas podem ser mais efetivas. A possibilidade de predição do ganho de seleção é uma das principais contribuições da genética quantitativa ao melhoramento, assim a estimativa do ganho de seleção é um parâmetro importante para o melhorista, pois pode mostrar quanto a população ganhará



em relação ao seu desempenho, antes da seleção ainda ser praticada. (HAMAWAKI et al., 2012).

Os maiores ganhos de seleção da população 1 foram encontrados para os caracteres número de vagens e produção de grãos, com valores de 39,10% e 33,67%, respectivamente (Tabelas 5 e 6), já na população 2, observamos os valores de 11,29% e 29,53%, respectivamente (Tabela 7 e 8).

Sendo caracteres importantes e relacionados a produtividade de soja. O menor ganho de seleção da população 1 foi obtido para o caractere número de dias para maturidade, com 2,10%, devido a média dos indivíduos selecionados estar próxima a média da população original (Tabela 1) e na população 2, de 0,37% para NNR<sub>1</sub>. Para os caracteres NDF e NDM foram selecionados os indivíduos com menores valores, por isso o ganho de seleção negativo.

Entre os indivíduos selecionados da população 1, destacam-se os genótipos 11 e 21. O genótipo 11 foi selecionado para os caracteres número de dias para florescimento e maturidade, altura da planta, número de nós, número de vagens e produção de grãos. E o genótipo 21 foi selecionado para os caracteres número de dias para floração e maturidade, altura da planta, número de nós e produção de grãos. Esses genótipos reúnem características relacionadas à precocidade e produtividade de grãos (Tabelas 5 e 6).

Para os indivíduos selecionados da população 2, destacam-se os genótipos 5 e 7. O genótipo 5 foi selecionado para os caracteres número de dias para florescimento e maturidade, altura da planta, e produção de grãos. E o genótipo 7 foi selecionado para os caracteres número de dias para floração e maturidade, altura da planta, número de vagens totais e produção de grãos. Esses genótipos reúnem características relacionadas à precocidade e produtividade de grãos (Tabelas 7 e 8).

Os valores máximos e mínimos entre parentais e F2 estão apresentados na Tabela 9 e 10. A presença de valores maiores e menores na população F2, quando comparados aos parentais, indica a existência de segregantes transgressivos.

Tabela 9. Valores máximos e mínimos para parentais CD2737 e UFUS 7415 e F2, e presença de segregantes transgressivo.

Parâmetros	Caracteres							
	NDF	NDM	APM	NNR1	NNT	NGV	GP	PG
Máximo nos pais	55	139	45	10	16	75	43	26
Mínimo nos pais	47	103	30	6	5	22	10	8
Máximo na F2	56	135	43	11	16	76	41	28
Mínimo na F2	41	113	19	5	6	24	11	6
Transgressivo	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim

NDF: número de dias para florescimento; NDM: número de dias para maturidade; AP: altura da planta; NN: número de nós; NV: número de vagens; NGV: número de grãos por vagem; GP: gramas por planta; PG: produção de grãos.

Tabela 10. Valores máximos e mínimos para parentais NS5909 e CD2737e F2, e presença de segregantes transgressivo da população.

Parâmetros	Caracteres							
	NDF	NDM	APM	NNR1	NNT	NVT	GP	PG
Máximo nos pais	53,00	139,00	40,00	9,0	13,00	75,00	37,00	24,00
Mínimo nos pais	41,00	103,00	13,00	6,0	6,00	28,00	10,00	8,00
Máximo na F2	56,00	134,00	45,00	11,00	14,00	64,00	54,00	23,00
Mínimo na F2	44,00	108,00	22,00	5,00	5,00	22,00	14,00	5,00
Transgressivo	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não

NDF: número de dias para florescimento; NDM: número de dias para maturidade; AP: altura da planta; NN: número de nós; NV: número de vagens; NGV: número de grãos por vagem; GP: gramas por planta; PG: produção de grãos.

Com a obtenção de genótipos superiores (transgressivos) em populações avançadas e de materiais de alto desempenho ao final do programa de melhoramento, almeja-se obter uma população com alta frequência de alelos favoráveis, mas com baixa variabilidade genética para os loci contendo alelos favoráveis na população original (FUMES, 2013; TESSELE, 2017).

E a obtenção de segregantes transgressivos é dependente do número de alelos favoráveis contrastantes entre os genitores, da probabilidade de fixação dos alelos em um único bloco gênico, da contribuição relativa dos alelos desejáveis dos genitores e

das diferenças genéticas necessárias para que a distinção e seleção da planta superior seja praticável (ISLEIB, 1999; TESSELE, 2017).

No presente estudo, verifica-se a presença de segregantes transgressivos na população 1 para caracteres agronômicos de importância econômica, como número de dias para florescimento, número de nós em  $R_1$  e produção de grãos (Tabela 9).

A presença de segregantes transgressivos na população 2 para caracteres agronômicos de importância econômica, como número de dias para florescimento, número de nós em  $R_1$  e número de vagos totais (Tabela 10).

#### 4. CONCLUSÕES

O número de dias para floração e maturação apresentaram variância genética menor que a variância ambiental com três genes relacionados ao caráter com sobredominância e dominância parcial, respectivamente na população 1. Já na população 2, observou-se no número de dias para a maturação e número de nós em R<sub>1</sub> dominância parcial e sobredominância com cerca de cinco genes envolvidos.

A altura da planta, número de nós em R<sub>1</sub>, número de nós totais e gramas por planta, também apresentaram alta herdabilidade, variância genética superior a ambiental com cerca de dez genes envolvidos no caráter.

Os indivíduos selecionados da população F<sub>2</sub> são superiores às cultivares CD2737/NS5909 e UFUS 7415, quanto à precocidade, altura, número de nós e componentes de produtividade, sendo genótipos promissores em programa de melhoramento de soja.

Os cruzamentos entre as cultivares CD2737 e UFUS 7415 e CD2737 e NS5909 apresentaram segregantes transgressivos.

## 5. REFERÊNCIAS

ALIPRANDINI, L.F.; A. KRENSK.; H.L. GABE . 2002. Spring: **Um cultivar de super-precoce para o sul do Brasil**. (Abstract.) p. 57. In EMBRAPA (ed.) Reunião de soja da Região Central do Brasil, 24. EMBRAPA, São Pedro, Brasil.

ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A. S. Melhoramento da soja no Brasil - desafios e perspectivas. In: **Soja: Tecnologia da Produção**. Gil. M. S. Câmara (ed.). Piracicaba, SP, USP-ESALQ, 1998. p. 40-54.

ASSUNÇÃO FILHO, J.R. (Tese doutorado) **Potencial de cruzamentos dialelicos para precocidade, produtividade e tolerância a ferrugem**, piracicaba.2016. 91p.

BORGES, W. L. B. et al. Desempenho de cultivares de soja em palhada de cana-de-açúcar no noroeste paulista. **Nucleus**, v. 10, n. 3, 2013. <https://doi.org/10.3738/nucleus.v0i0.907>

CAMARGO, T. V.; MORAES, M. C. Sistema integrado de soja precoce e milho safrinha. **DuPont Pioneer**. 2014. Disponível em: <<http://www.pioneersementes.com.br/media-center/artigos/170/sistema-integrado-de-soja-precoce-e-milho-safrinha>>. Acesso em: 02 de maio de 2018.

CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; GASTALDI, L.F.; PÍPOLO, A.E. **Correlações fenotípicas entre caracteres quantitativos em soja**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 26, n. 1, p. 11-16, 2005. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2005v26n1p11>

COODETEC. Variedades de soja da Coodetec. **Disponível** em: <[www.coodetec.com.br/downloads/guia-cerrado-resumido-2014.pdf](http://www.coodetec.com.br/downloads/guia-cerrado-resumido-2014.pdf)>. Acesso em: 02 de abril de 2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos V. 4- SAFRA 2017/18- N. 7 - **Sétimo levantamento**, ABRIL-2018. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/index.php/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2018.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S.; REGAZZI, A. J. **Modelos Biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa: UFV, v. 2, 2014. 688 p

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.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de Soja Região Central do Brasil 2014**. Londrina: Embrapa Soja, 2014, 265 p.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO-FIESP. Safra Mundial de Soja 2017/18 - 11º Levantamento do USDA. Disponível em 20 de BRIL DE 2018. <http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-soja>.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. Stage of soybean development. **Ames**: Iowa State University, 1981, 12p. (Iowa Cooperative Extensive Ser-vice. Special Report, 80)

FINOTO, E. L. et al. Efeito da aplicação de fungicida sobre caracteres agrônômicos e severidade das doenças de final de ciclo na cultura da soja. **Revista Agro ambiente On-line**, v. 5, n. 1, p. 44-49, 2011.

FUMES, L.A.A. **Resposta à seleção em duas populações de soja com diferentes proporções de cada genitor**. 48 p. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz. 2013.

GESTEIRA, G. S (Dissertação). **Seleção de linhagens de soja precoce para produtividade e qualidade de grãos**, Piracicaba, 2017. 58 p.

HAMAWAKI, O. T. et al. Genetic parameters and variability in soybean genotypes. **Comunicata Scientiae**, v. 3, n. 2, p. 76-83, 2012.

ISLEIB, T. G. Recovery of superior homozygous progeny from biparental crosses and backcrosses. **Crop science**, v.39, n.2, p.558-563, 1999. <https://doi.org/10.2135/cropsci1999.0011183X003900020042x>

LEITE, W. S. et al.. 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. <https://doi.org/10.14295/cs.v7i3.1176>

MEOTTI, G. V. et al. Épocas de semeadura e desempenho agrônômico de cultivares de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.1, p.14-21, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2012000100003>

NIDERA SEMENTES. Variedades de soja da Nidera sementes. **Disponível em**: <<http://www.niderasementes.com.br/produto/na-5909-rg--centro.aspx>>. Acesso em: 27 de fevereiro 2018.

PROGRAMA DE MELHORAMANETO DE SOJA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA -PMSOJA. Variedades de soja da UFU. **Disponível em**: <<http://www.pmsoja.iciag.ufu.br/node/10>>. Acesso em: 6 de fevereiro de 2018.

SELESTRINO, P. R. et al. Performance agrônômica de genótipos precoces de soja destinados ao cultivo em áreas de reforma de canavial. **Ciência & Tecnologia**, v. 6, n. 1, 2014.

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

TEIXEIRA, F.G. Herança da precocidade e de caracteres agronômicos em soja e seleção de linhagens com base em índices de seleção. (Dissertação de Mestrado), Uberlândia-MG, Universidade Federal de Uberlândia, 2017.88 p.

TERRES L.R. et al.. Estimativas de ganhos genéticos por diferentes índices de seleção em três populações híbridas de batata. **Horticultura Brasileira**, v. 33, p. 305-310. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620150000300005>.

TESSELE, A.(Tese doutorado). Seleção genômica ampla para escolha de genitores de soja e predição do desempenho de populações híbridas. Viçosa-MG. 2017.51p. Acesso em :03 de abril de 2018.