

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ELIANE CARNEIRO BUENO DOS SANTOS

RESPOSTAS MORFOGENÉTICAS DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO
COMUM E CONTROLE ALTERNATIVO DE *Diabrotica speciosa*
(Germar, 1824) (COL.: CHRYSOMELIDAE)

TESE

PATO BRANCO

2020

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

ELIANE CARNEIRO BUENO DOS SANTOS

**RESPOSTAS MORFOGENÉTICAS DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO
COMUM E CONTROLE ALTERNATIVO DE *Diabrotica speciosa*
(Germar, 1824) (COL.: CHRYSOMELIDAE)**

TESE

PATO BRANCO

2020

ELIANE CARNEIRO BUENO DOS SANTOS

**RESPOSTAS MORFOGENÉTICAS DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO
COMUM E CONTROLE ALTERNATIVO DE *Diabrotica speciosa*
(Germar, 1824)(COL.: CHRYSOMELIDAE)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Agronomia – Área de Concentração: Produção Vegetal.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Taciane Finatto

Coorientador: Prof. Dr. Thiago de Oliveira Vargas

Coorientador: Prof. Dr. Gilberto Santos Andrade

PATO BRANCO

2020

S237s Santos, Eliane Carneiro Bueno dos.
Respostas morfofenéticas de genótipos de feijão comum e controle alternativo de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Col.: Chrysomelidae) / Eliane Carneiro Bueno dos Santos. -- 2020.
200 f. : il.

Orientadora: Profa. Dra. Taciane Finatto
Coorientador: Prof. Dr. Tiago de Oliveira Vargas
Coorientador: Prof. Dr. Gilberto Santos Andrade
Tese (Doutorado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Pato Branco, PR, 2020.
Inclui bibliografia

1. Feijão-comum. 2. Expressão gênica. 3. Controle biológico. I. Finatto, Taciane, orient. II. Vargas, Tiago de Oliveira, coorient. III. Andrade, Gilberto Santos, coorient. IV. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. V. Título.

CDD (22. ed.) 630

Ficha Catalográfica elaborada por
Suélem Belmudes Cardoso CRB9/1630
Biblioteca da UTFPR Campus Pato Branco



TERMO DE APROVAÇÃO DE TESE N° 64

A Tese de Doutorado intitulada “Respostas morfogenéticas de genótipos de feijão comum e controle alternativo de *Diabrotica speciosa* (Col.: Chrysomelidae)” defendida em sessão pública pela candidata **Eliane Carneiro Bueno Dos Santos**, no dia 30 de abril de 2020, foi julgada para a obtenção do título de Doutora em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, linha de pesquisa Fitotecnia, e aprovada em sua forma final, pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA:

| |
|---|
| Dra. Taciane Finatto - UTFPR/Pato Branco - Presidente |
| Dra. Daniela Vieira Chaves - UFPI/Bom Jesus-PI |
| Dr. Railson Schreinert dos Santos - Instituto Federal Farroupilha/Alegrete-RS |
| Dr. Fabricio Fagundes Pereira - UFGD/Dourados-MS |
| Dra. Michele Potrich - UTFPR/Dois Vizinhos-PR |

Este Termo de Aprovação encontra-se na pasta do aluno na Secretaria do Programa, contendo a assinatura da Coordenação realizada após a entrega da versão final, incluindo correções necessárias, permitindo o encaminhamento para análise e publicação no Repositório Institucional.

Assinado eletronicamente por

PROF. DR. ALCIR JOSÉ MODOLO
Coordenador do Programa de Pós-graduação em Agronomia

Dedico
À Deus
Meus pais
Irmãs e sobrinha
Ao meu filho Gabriel

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) pelo apoio financeiro (Código de Financiamento 001).

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná em especial ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade do curso de doutorado, e a todos os servidores que de alguma forma contribuíram com este trabalho.

À minha orientadora, Dr^a. Taciane Finatto, pela sua amizade, paciência e por todos os ensinamentos, meus mais sinceros agradecimentos.

Aos meus coorientadores, Thiago de Oliveira Vargas e Gilberto Santos Andrade, por todo conhecimento passado.

A todos os professores pelo conhecimento proporcionado.

À minha família, minha base. Aos meus pais José e Maria, por sempre estarem ao meu lado e me apoiarem incondicionalmente. As minhas irmãs, Evelaine e Edivane e a minha sobrinha Maria Eduarda por todo carinho e amizade.

Ao meu Filho amado, Gabriel por ser a luz da minha vida e a razão da minha luta diária, por estarem sempre ao meu lado me apoiando.

Às colegas e amigos Katiane, Débora, Alana, João e Franciele pela amizade, carinho e por toda ajuda e conhecimento compartilhado. Aos colegas do laboratório de Fisiologia Vegetal e Genética Molecular pela amizade.

Aos meus amigos e colegas, que compreenderam a minha distância e ausência, principalmente nas datas especiais.

Enfim, a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para que este projeto fosse realizado!

“Mesmo quando tudo parece desabar, cabe a mim decidir entre rir ou chorar, ir ou ficar, desistir ou lutar; porque descobri, no caminho incerto da vida, que o mais importante é o decidir”.

(Cora Coralina)

RESUMO

Carneiro Bueno dos Santos, Eliane. Respostas morfogenéticas de genótipos de feijão comum e controle alternativo de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824)(Col.: Chrysomelidae). 202 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2020.

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das leguminosas mais cultivadas mundialmente de grande importância social e econômica para o Brasil e para o estado do Paraná. No entanto, esta cultura sofre perdas consideráveis por danos causados por *Diabrotica speciosa* (Col.: Chrysomelidae), principalmente sob cultivo em sistema orgânico. Os mecanismos de defesa das plantas a insetos podem ser de natureza química, física ou morfológica, e podem ser constitutivos ou induzidos. Quando as plantas são atacadas por insetos são ativados mecanismos de defesa via percepção e transdução de sinal para ativar genes que codificam proteínas reguladoras da transcrição e a expressão de genes de defesa. Este trabalho teve como objetivo analisar o controle de genes das famílias bZIP, MYB, WRKY e Whirly responsáveis pela resposta das plantas a insetos. Avaliar respostas morfogenéticas de genótipos de feijão comum e testar produtos biológicos no controle de *D. speciosa*. Foi realizado estudo *in silico* da regulação dos promotores de genes dos fatores de transcrição (bZIP, MYB, WRKY e Whirly) que atuam na sinalização de resposta de defesa contra estresse biótico no feijão comum. Foram realizados bioensaios para analisar a resposta por antixenose de *D. speciosa* aos genótipos de feijão comum, através de atividade e consumo, análises morfológicas, bioquímica e molecular. Para verificar o controle de *D. speciosa* foi realizado bioensaio com azadiractina, *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana*. Os resultados da análise *in silico* mostraram que os ERACs mais frequentes relacionados com a resposta de defesa a estresse biótico foram WRE 3, W-box, S-Box. A partir de análise de preferência, consumo, análises morfológica, bioquímica e molecular foi possível verificar que os genótipos IPR Uirapuru, IPR Tangará e IAC Imperador foram os que apresentaram características que proporcionaram maior tolerância em teste com e sem chance de escolha, área consumida, atividade das enzimas, expressão gênica e açúcar total, BRS Esplendor, BRS Campeiro, IPR Tuiuiú e ANFc9 apresentam tolerância moderada e IPR Curió e BRS Estilo foram mais suscetíveis. No bioensaio de controle, azadiractina, *M. anisopliae* e *B. bassiana* foram eficientes no controle de *D. speciosa*.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*. Expressão Gênica. Controle Biológico.

ABSTRACT

Carneiro Bueno dos Santos, Eliane. Morphogenetic responses of common bean genotypes and alternative control of *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824)(Col.: Chrysomelidae). 202 f. Thesis (Ph.D. in Agronomy) - Graduate Program in Agronomy (Concentration Area: Crop), Federal University of Technology – Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2020.

The common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is one of the most cultivated legumes worldwide of great social and economic importance for Brazil and the state of Paraná. However, this crop over considerable losses due to damage caused by *Diabrotica speciosa* (Col.: Chrysomelidae), mainly under organic cultivation. The defense mechanisms of plants against insects can be chemical, physical or morphological in nature, and can be constitutive or induced. When plants are attacked by insects, defense mechanisms are activated via signal perception and transduction to activate genes encoding transcriptional regulatory proteins and the expression of defense genes. This work aimed to analyze the control of genes of the families bZIP, MYB, WRKY and Whirly responsible for the response of plants to insects. Evaluate morphogenetic responses of common bean genotypes and test biological products to control *D. speciosa*. An *in silico* study was carried out on the regulation of gene promoters of transcription factors (bZIP, MYB, WRKY and Whirly) that act in signaling the defense response against biotic stress in common beans. Bioassays were carried out to analyze the response by *D. speciosa* to the common bean genotypes by means of attractiveness and consumption, morphological, biochemical and molecular analyzes. To verify the control of *D. speciosa*, a bioassay was carried out with azadiractin, *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana*. The results of the *in silico* analysis showed that the most frequent ERACs related to the defense response to biotic stress were WRE 3, W-box, S-Box. From the analysis of preference, consumption, morphological, biochemical and molecular analysis it was possible to verify that the genotypes IPR Uirapuru, IPR Tangará and IAC Imperador were the ones that showed characteristics that provided greater tolerance in testing with and without chance of choice, area consumed, enzyme activity, gene expression and total sugar, BRS Esplendor, BRS Campeiro, IPR Tuiuiú and ANFc9 have moderate tolerance and IPR Curió and BRS Estilo were more susceptible. In the control bioassay, azadiractin, *M. anisopliae* and *B. bassiana* were efficient in controlling *D. speciosa*.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*. Gene expression. Biological control.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Representação esquemática de respostas de defesa em uma planta atacada por herbívoros. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.....23
- Figura 2 – Respostas de defesa em plantas. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.....26
- Figura 3 – Ciclo de vida da *Diabrotica speciosa* (Col.: Chrysomelidae). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020..... 27
- Figura 4 – Distribuição dos fatores de transcrição relacionados a resposta a estresse biótico nos cromossomos de feijão comum. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2019.....35
- Figura 5 – Distribuição das proteínas bZIP, MYB, WRKY e Whirly nos compartimentos celulares do feijão comum. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020..... 37
- Figura 6 – Frequência da alta expressão dos genes dos FTs nos tecidos reprodutivos de feijão comum, obtidos a partir de dados do *Phytozome*. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020. 38
- Figura 7 – Frequência da alta expressão dos genes dos FTs nos tecidos radiculares de feijão comum, obtidos a partir de dados do *Phytozome*. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.....39
- Figura 8 – Frequência da baixa expressão dos genes dos FTs nos tecidos reprodutivos de feijão comum, obtidos a partir de dados do *Phytozome*. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020. 40
- Figura 9 – Frequência da baixa expressão dos genes dos FTs nos tecidos do sistema radicular de feijão comum, obtidos a partir de dados do *Phytozome*. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020..... 41
- Figura 10 – Mapa de calor dos perfis de expressão dos genes da família de FTs MYB, WRKY, bZIP e Whirly em diferentes tecidos de feijão comum obtidos a partir de dados do *Phytozome*. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020..... 43
- 44
- Figura 11 – Bioensaio de preferência e consumo de genótipos de feijão comum por *Diabrotica speciosa*. A) Com chance de escolha e B) sem chance de escolha. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020..... 55
- Figura 12 – Avaliação de densidade de tricomas. A) Impressão digital da folha e B) Imagem de tricomas de *P. vulgaris* em microscópio binocular com aumento de 10 vezes. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020..... 63
- Figura 13 – Índice de atratividade de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) aos genótipos de feijão comum em bioensaio com chance de escolha. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.....67
- Figura 14 – Índice de atratividade de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) aos genótipos de feijão comum em bioensaio sem chance de escolha. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.....67
- Figura 15 – Área foliar consumida mm² de genótipos de feijão comum por *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) em bioensaio com e sem chance de escolha.....69
- Figura 16 – Mapa de calor da atividade da POX, CAT e SOD de genótipos de feijão comum expostos ao ataque de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020. 72
- Figura 17 – Mapa de calor da expressão relativa dos genes de *Phaseolus vulgaris* exposto ao ataque de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.....76
- Figura 18 – Imagem de tricomas em microscópio binocular. A) Tricoma acicular da superfície adaxial e B) Tricoma unciforme da superfície abaxial da folha de feijão comum. UTFPR, Câmpus

| | |
|---|----|
| Pato Branco, 2020..... | 78 |
| Figura 19 – Densidade de tricomas na superfície adaxial (AD) e abaxial (AB) da folha de genótipos de feijão comum. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020..... | 78 |
| Figura 20 – Quantificação de açúcar total de genótipos de feijão comum. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020..... | 82 |
| Figura 21 – Porcentagem média da mortalidade de <i>Diabrotica speciosa</i> (Col.: Chrysomelidae) em resposta a Azadiractina, <i>Metarhizium anisopliae</i> e <i>Beauveria bassiana</i> . UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020..... | 91 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Elementos regulatórios de ação cis (ERCs) identificados a 1 Kb à montante da região de início de transcrição dos genes FTs em <i>Phaseolus vulgaris</i> a partir de dados obtidos no PlantCare. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020..... | 46 |
| Tabela 3 – Genótipos de feijão comum utilizados para análise de resistência à <i>Diabrotica speciosa</i> (Germar, 1824). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020..... | 53 |
| Tabela 4 – Sequências de iniciadores desenhadas a partir de sequências codificadoras (CDS) depositadas no banco de dados <i>Phytozome</i> . UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020..... | 59 |
| Tabela 5 – Atividade enzimática de genótipos de feijão comum expostos ao ataque de <i>Diabrotica speciosa</i> (Germar, 1824). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020..... | 71 |
| Tabela 6 – Média da Expressão relativa dos genes de <i>Phaseolus vulgaris</i> exposto ao ataque de <i>Diabrotica speciosa</i> (Germar, 1824). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020..... | 76 |
| Tabela 7 – Características de cor de genótipos de feijão comum. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020. | 79 |
| Tabela 8 – Índice de clorofila em folhas de feijão comum. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020..... | 81 |
| Tabela 9 – Contribuição relativa dos caracteres para a divergência entre os genótipos de feijão comum com 10 genótipos submetidos a análises química, molecular e morfológica. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020..... | 84 |
| Tabela 10 – Agrupamento incluindo os 10 genótipos de feijão comum submetidos a análises química, molecular e morfológica. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020..... | 84 |
| Tabela 11 – Análise de variância da mortalidade de <i>Diabrotica speciosa</i> (Col.: Chrysomelidae) em resposta a Azadiractina, <i>Metarhizium anisopliae</i> e <i>Beauveria bassiana</i> . UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020..... | 90 |
| Tabela 12 – Concentração de mortalidade média (CL ₅₀) de <i>Diabrotica speciosa</i> (Col.: Chrysomelidae) causada por <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> e Azadiractina. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020..... | 92 |
| Tabela 13 – Tempo médio de mortalidade (TL ₅₀) de <i>Diabrotica speciosa</i> (Col.: Chrysomelidae) causada por <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> e Azadiractina. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020..... | 93 |

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

| | |
|--------|---|
| ABA | Ácido Abscísico |
| SA | Ácido Salicílico |
| B.O.D. | Biochemical Oxygen Demand |
| BLAST | Basic Local Alignment Search Tool |
| °C | Graus celsius |
| CAT | Catalase |
| cDNA | Complementar Deoxyribonucleic Acid |
| CDS | Coding Sequence |
| CTAB | Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide |
| CV | Coeficiente de Variação |
| DAMP | Damage-associated molecular pattern |
| DEPC | Diethylpirocarbonat |
| DNA | Deoxyribonucleic Acid |
| EDTA | Ethylenediamine Tetraacetic Acid |
| ERACs | Elementos Regulatórios de Ação cis |
| EROs | Espécies reativas de oxigênio |
| ET | Etileno |
| FPKM | Fragments Per Kilobase Million |
| FT | Fatores de transcrição |
| HAMP | Herbivory-associated molecular pattern |
| g | Grama |
| IAC | Instituto Agronômico de Campinas |
| IPR | Instituto Agronômico do Paraná |
| kb | Kilobase |
| JA | Ácido Jasmônico |
| JAZ | Proteínas do domínio ZIM Jasmonato |
| L | Litro |
| LiCl | Cloreto de Lítio |
| M | Molar |
| MAMP | Microbe-associated molecular pattern |
| MIP | Manejo Integrado de Praga |
| mg | Miligrama |
| mL | Mililitro |
| mM | Milimolar |
| NaCl | Cloreto de Sódio |
| ng | Nanograma |
| PAMP | Pathogen-Associated Molecular Pattern |
| PCR | Polimerase Chain Reaction |
| POX | Peroxidade |
| PR | Unidade da Federação – Paraná |
| PRR | Receptores de Reconhecimento de Padrões |
| PVP | Polyvinylpyrrolidone |
| RNA | Ribonucleic Acid |
| RNAse | Ribonuclease |
| RT-PCR | Reverse Transcription-Polymerase Chain Reaction |
| SOD | Ascorbato Dismutase |

| | |
|----------|--|
| TA | Temperatura de Anelamento |
| TE | TRIS-EDTA |
| Tris-HCL | (Hydroxymethyl) Aminomethane Hydrochloride |
| UTFPR | Universidade Tecnológica Federal do Paraná |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 17 |
| 2. Revisão Bibliográfica..... | 20 |
| 2.1 Importância econômica do feijão..... | 20 |
| 2.2 Interação planta-inseto..... | 21 |
| 2.3 Expressão de genes relacionados com defesa da planta..... | 23 |
| 2.4 <i>Diabrotica speciosa</i> | 26 |
| 2.5. Estratégias de controle de <i>Diabrotica speciosa</i> | 28 |
| 3 ASSUNTO 1 – Análise <i>in silico</i> da regulação de Fatores de Transcrição relacionados com estresse biótico em <i>Phaseolus vulgaris</i>..... | 30 |
| 3.1 Introdução ao assunto 1..... | 30 |
| 3.2 Procedimentos metodológicos do assunto 1..... | 33 |
| 3.3 Resultados e Discussão sobre o assunto 1..... | 34 |
| 3.3.1 Caracterização dos genes relacionados ao estresse biótico..... | 34 |
| 3.4 Conclusões sobre o assunto 1..... | 50 |
| 4 ASSUNTO 2 – Análise morfofenética de genótipos de feijão comum em resposta a <i>Diabrotica speciosa</i> (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae).. | 51 |
| 4.1 Introdução ao assunto 2..... | 51 |
| 4.2.1 Bioensaio com e sem chance de escolha..... | 52 |
| 4.2.2 Análise enzimática e molecular..... | 55 |
| 4.2.2.1 Obtenção do material vegetal e desafio com <i>Diabrotica speciosa</i> (Germar, 1824)..... | 55 |
| 4.2.2.2 Ensaio de enzimas de genótipos de feijão..... | 56 |
| 4.2.2.2.1 Extração e ensaio de enzimas de genótipos de feijão..... | 56 |
| 4.2.2.2.2 Atividade da Peroxidase (POX)..... | 57 |
| 4.2.2.2.3 Atividade da Catalase (CAT)..... | 57 |
| 4.2.2.2.4 Atividade Superóxido Dismutase (SOD)..... | 58 |
| 4.2.2.3 Análise dos perfis de expressão gênica por reação em cadeia de polimerase via transcriptase reversa (RT-PCR) semiquantitativa..... | 59 |
| 4.2.2.3.1 Desenho dos iniciadores..... | 59 |
| 4.2.2.3.2 Extração do RNA Total de folhas de feijão..... | 60 |
| 4.2.2.3.3 Síntese da Primeira fita de cDNA..... | 61 |
| 4.2.2.3.4 PCR Semiquantitativa..... | 62 |
| 4.2.3 Densidade de tricomas nas folhas de feijão comum..... | 62 |
| 4.2.4 Análise de colorimetria das folhas..... | 63 |
| 4.2.5 Índice de clorofila nas folhas..... | 64 |

| | |
|--|------------|
| 4.2.6 Determinação de açúcar total nas folhas..... | 64 |
| 4.2.7 Análise de dados..... | 64 |
| 4.3 Resultados e discussão do assunto 2..... | 65 |
| 4.3.1 Avaliação de resistência de genótipos de feijão por antixenose..... | 65 |
| 4.3.2 Resultados da análise enzimática e expressão gênica..... | 69 |
| 4.3.3 Quantificação de tricomas..... | 77 |
| 4.3.4 Colorimetria..... | 78 |
| 4.3.5 Índice de Clorofila..... | 80 |
| 4.3.6 Análise de Açúcar Total..... | 81 |
| 4.3.7 Contribuição relativa dos caracteres e divergência entre os genótipos..... | 82 |
| 4.4 Conclusões do assunto 2..... | 85 |
| 5 ASSUNTO 3 – Avaliação da eficiência de <i>Beauveria bassiana</i>, <i>Metarhizium anisopliae</i> e <i>Azadiractina</i> no controle de <i>Diabrotica speciosa</i> (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae)..... | 87 |
| 5.1 Introdução ao assunto 3..... | 87 |
| 5.2 Procedimentos metodológicos do assunto 3..... | 88 |
| 5.3 Resultados e discussão do assunto 3..... | 89 |
| 5.4 Conclusões do assunto 3..... | 94 |
| 6 CONCLUSÕES..... | 95 |
| 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 97 |
| REFERÊNCIAS..... | 98 |
| GLOSSÁRIO..... | 115 |
| APÊNDICE A – Resumo da análise de variância para área foliar consumida de genótipos de feijão comum por <i>Diabrotica speciosa</i> (Germar, 1824) em bioensaio com e sem chance de escolha. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020..... | 117 |
| APÊNDICE B – Resumo da análise de variância para as enzimas Catalase (CAT), Peroxidase (POX) e Superóxido Dismutase (SOD) de folha de feijão comum exposto a <i>Diabrotica speciosa</i> (Germar, 1824). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020..... | 118 |
| APÊNDICE C – Resumo da análise de variância para expressão dos genes <i>PvbZIP1</i> , <i>NPR1 Phvul.008G195900.1</i> , <i>PvWhirly3</i> de folha de feijão comum exposto a <i>Diabrotica speciosa</i> (Germar, 1824). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020..... | 119 |
| APÊNDICE D – Resumo da análise de variância para densidade de tricomas da superfícies abaxial e adaxial da folha de genótipos de feijão comum. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020..... | 120 |
| APÊNDICE E – Resumo da análise de variância para caracterização da coloração das folhas dos genótipos de feijão comum. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.. | 121 |
| APÊNDICE F – Resumo da análise de variância para índice de clorofila de folhas dos genótipos de feijão comum. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020..... | 122 |

| | |
|---|-----|
| APÊNDICE G – Resumo da análise de variância para açúcar total de folhas dos genótipos de feijão comum. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020..... | 123 |
| TABELA S1– Genes das famílias bZIP, MYB, WRKY e Whirly detectados no genoma de <i>Phaseolus vulgaris</i> | 125 |
| TABELA S2 – Genes Não Expressos (NE) ou Sem Informação (SI) nos FTs bZIP, MYB e WRKY nos tecidos de feijão comum a partir de dados obtidos no Phytozome. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020..... | 132 |
| TABELA S3 – Expressão dos genes dos FTs bZIP, MYB, WRKY e Whirly nos tecidos de feijão comum a partir de dados obtidos no Phytozome. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020..... | 189 |

1 INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma leguminosa amplamente cultivada e consumida em diferentes regiões do mundo. Uma das principais fontes de proteínas, carboidratos, fibras alimentares e antioxidantes, minerais como cálcio, fósforo, ferro e zinco (CHANG-SIDORCHUK et al., 2017; MUKANKUSI et al., 2019). No entanto, o cultivo e produtividade de *P. vulgaris* são comprometidos pela sua susceptibilidade a estresses bióticos e abióticos.

Estresses causados por doenças e insetos, são responsáveis por perdas consideráveis a cultura do feijão. Sendo os principais insetos-praga, a mosca-branca (*Bemisia tabaci* Gennadius Middle East-Asia Minor) (Hemiptera: Aleyrodidae), *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae), cigarrinhas (Hemiptera: Auchenorrhyncha) e percevejos (Hemiptera: Heteroptera) (TEODORO et al., 2014; SOUZA; PACHOUTE, 2019).

Diabrotica speciosa encontra-se disseminada em todos os estados brasileiros e outros países da América do Sul (ROSA; TRECHA; MEDINA, 2013). É uma espécie polífaga, os adultos danificam a parte aérea de diversas culturas como as hortaliças, feijão, soja e girassol, causando desfolha e em alguns casos são vetores de patógenos, como viroses e doenças bacterianas para diversas espécies de plantas (VIANA, 2010; LAUMANN et al., 2004). Quando o ataque ocorre na fase inicial da cultura (uma semana após a emergência), dois insetos adultos por planta podem provocar desfolha de até 16%, em 24 horas de alimentação (SILVA et al., 2003).

O controle de *Diabrotica speciosa* é realizado basicamente com inseticidas químicos de largo espectro. Porém, é evidenciado que o uso indiscriminado de inseticidas causa ressurgência e resistência de insetos-praga, danos ao meio ambiente e comprometem a segurança alimentar. Visando a auxiliar no Manejo Integrado de Praga (MIP) da cultura do feijão, o controle com produtos biológicos e cultivares resistentes a insetos são técnicas de manejo sustentáveis e eficientes a nível econômica e ambientalmente (MUKANKUSI et al., 2019; BAMISILE et al., 2019).

Fungos entomopatogênicos e inseticidas botânicos como o nim são amplamente utilizados em todo o mundo como estratégias de controle efetivas e

seguras, preservando os inimigos naturais e reduzindo o risco de resistência, principalmente na agricultura orgânica (RIBEIRO et al., 2012; BAMISILE et al., 2019). *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* (Ascomycota: Hypocreales) são usados como agentes de controle biológico de insetos e ácaros praga, sendo considerados ambientalmente seguros (GOLEBIEWSKI et al., 2020). Produtos à base de nim, principal composto ativo a azadiractina, têm sido utilizado com sucesso contra muitos artrópodes (VENZON et al., 2008).

Outro método de controle de insetos-praga é a resistência da planta hospedeira, caracterizada pelo uso de cultivares que possuem mecanismos químicos, físicos e/ou morfológicos agindo isoladamente ou em combinação para reduzir a infestação de insetos, afetando a preferência de herbívoros (antixenose) efeitos adversos na biologia (antibiose) ou, ainda, recompondo partes injuriadas ou possuindo maior capacidade de suporte a densidades de injúrias comparadas a outras plantas (tolerância) (MITCHELL et al., 2016). Portanto, torna-se necessário compreender a base molecular da interação entre a planta hospedeira e seu herbívoro para definir a melhor estratégia para implantação de resistência (MASON et al., 2019).

As plantas apresentam uma complexa rede de resposta de defesa contra ataques de insetos e patógenos. As plantas reagem a herbivoria através dos receptores de reconhecimento de padrões (PRRs) do inglês Pattern Recognition Receptor, localizados na membrana plasmática que permitem as plantas reconhecerem padrões de herbívoros ou patógenos, incluindo padrões moleculares associados a micróbios/ patógenos/ herbívoros/ danos (MAMPs/ PAMPs/ HAMPs/ DAMPs) do inglês Microbes-Associated Molecular Patterns (MAMPs); Pathogen-Associated Molecular Patterns (PAMPs); Damage-Associated Molecular Patterns (DAMPs), muitos dos quais induzem o rápido acúmulo de fito-hormônios como Ácido Jasmônico (JA), Ácido Salicílico (SA), Etileno (ET), Auxina e Ácido Abscísico (ABA) direta ou indiretamente por meio de cascatas de proteínas quinases ativadas por mitogênio, proteínas quinases dependentes de cálcio, íons cálcio e a explosão de espécies reativas de oxigênio (NGUYEN et al., 2017; STAHL, et al., 2018; MÜLLER et al., 2019; CHEN et al., 2020).

Durante a ativação de redes de sinalização e expressão de genes relacionados à defesa, os Fatores de Transcrição (FTs) e os Elementos Regulatórios

de Ação Cis (ERACs) desempenham um papel importante, potencializando a expressão de genes de defesa e as respostas imunes da planta (KONG et al., 2018). O sinal do estresse chega ao núcleo por meio da mudança na atividade das proteínas que se ligam ao DNA, ativando os FTs que interagem especificamente com os ERACs dos genes, alterando sua expressão (FICHMAN et al., 2015).

Com avanços das técnicas e sequenciamento muitas informações estão disponíveis, nos bancos de dados de acesso público, para muitos genes relacionados a diferentes estresses em plantas, principalmente para plantas modelo (DHANAPAL; GOVINDARAJ, 2015). A identificação dos FTs e a sua interação com ERACs na cultura de feijão através de ferramentas de análise *in silico* auxiliam na caracterização da regulação e expressão de genes de defesa em resposta ao ataque de insetos, visando identificar vias de sinalização para a defesa.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi identificar por meio de análise *in silico*, a regulação dos fatores de transcrição MYB, WRKY, bZIP e Whirly relacionados com resposta a estresses bióticos no genoma do feijão, avaliar as respostas morfogenéticas de genótipos de feijão comum à *D. speciosa* e controle alternativo deste inseto.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Importância econômica do feijão

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma leguminosa de alto impacto econômico e social. Uma das principais fontes de proteína e micronutrientes, fundamentais para a nutrição de milhares de pessoas principalmente nos países em desenvolvimento, além de fonte de renda para agricultura familiar (CHANG-SIDORCHUK et al., 2018; CARBAS et al., 2020).

Phaseolus vulgaris é uma espécie diplóide autógama ($2n = 2x = 22$) com um genoma relativamente pequeno (~ 587 Mb), com 27.433 locos codificadores de 36.995 transcritos de proteínas identificados. A domesticação do feijão comum data de aproximadamente 8.000 anos (MCCLEAN et al., 2008; SCHMUTZ et al., 2014). As variedades de feijão comum atualmente cultivadas são descritas como originárias de dois *pools* gênicos geograficamente isolados, um na Mesoamérica (*P. vulgaris* var. *mexicanus*) e outro nas regiões norte e sul dos Andes (*P. vulgaris* var. *abrigineus*) (RENDÓN-ANAYA et al., 2017), que se espalharam para outras partes do mundo dando origem a acessos locais pela seleção ao longo do tempo e da adaptação a várias condições de desenvolvimento (MADAKBAS et al., 2016).

O cultivo do feijão comum é amplamente difundido pelos estados brasileiros, sendo cultivado durante todo o ano, sob diferentes sistemas e usando distintos níveis tecnológicos, em três épocas de semeadura: a safra das águas, no qual a semeadura acontece entre os meses de agosto/outubro ou novembro/dezembro, com colheita entre novembro e março. A segunda é mais praticada nas regiões Nordeste e Sudeste, cuja semeadura acontece entre janeiro e abril e a colheita entre abril e julho. Na região Centro-Oeste e Sudeste, a terceira safra ou feijão de inverno irrigado é comum (RICHETTI; ITO, 2015).

A produção mundial de feijão comum foi de aproximadamente 31.771,8 milhões de toneladas, sendo o Brasil o terceiro maior produtor, ficando atrás apenas da Índia e Myanmar (FAO, 2018). O Brasil produziu 3.022,5 milhões de toneladas na safra 2018/19, com área total de 2.9 milhões de hectares. O Paraná é o principal Estado produtor de feijão, com produção superior a 600 mil toneladas, neste mesmo período (CONAB, 2020). Os municípios paranaenses que se destacam na produção

nacional são: Prudentópolis, Irati, Tibagi, Vitorino, Castro, Ivaí, Palmeira, Reserva, Lapa, Pato Branco, Bom Sucesso do Sul, Cruz Machado, São João do Triunfo, Ipiranga, Campo Largo e Renascença, os quais juntos responderam por aproximadamente 267 mil toneladas ou 9% do total produzido no país (SEAB, 2016).

Apesar dos avanços tecnológicos e melhorias empregadas na área agrícola, a produção de feijão comum se mantém estável, evidenciando a sensibilidade desta cultura aos fatores que podem afetar a produtividade, tais como, déficit hídrico, temperatura, doenças e insetos-praga (WU et al., 2017).

2.2 Interação planta-inseto

As plantas estão expostas constantemente a pressões bióticas e abióticas na natureza. Pela sua abundância e diversidade, os insetos estão entre as ameaças mais importantes à sobrevivência das plantas. Após milhões de anos de pressão de seleção gerada por insetos herbívoros, as plantas desenvolveram mecanismos de defesa sofisticados. Assim, torna-se necessário maior compreensão sobre a ecologia e evolução das interações planta-inseto (SCHUMAN; BALDWIN, 2016; ERB; REYMOND, 2019).

As plantas resistentes possuem mecanismos que suprimem a abundância de insetos praga ou aumentam o nível de tolerância aos danos, alterando a relação do inseto praga com seu hospedeiro. Como a relação entre o inseto e a planta é afetada depende do tipo de resistência, por exemplo: Antibiose, antixenose ou tolerância (VERDUGO; FRANCIS; RAMIRES, 2016).

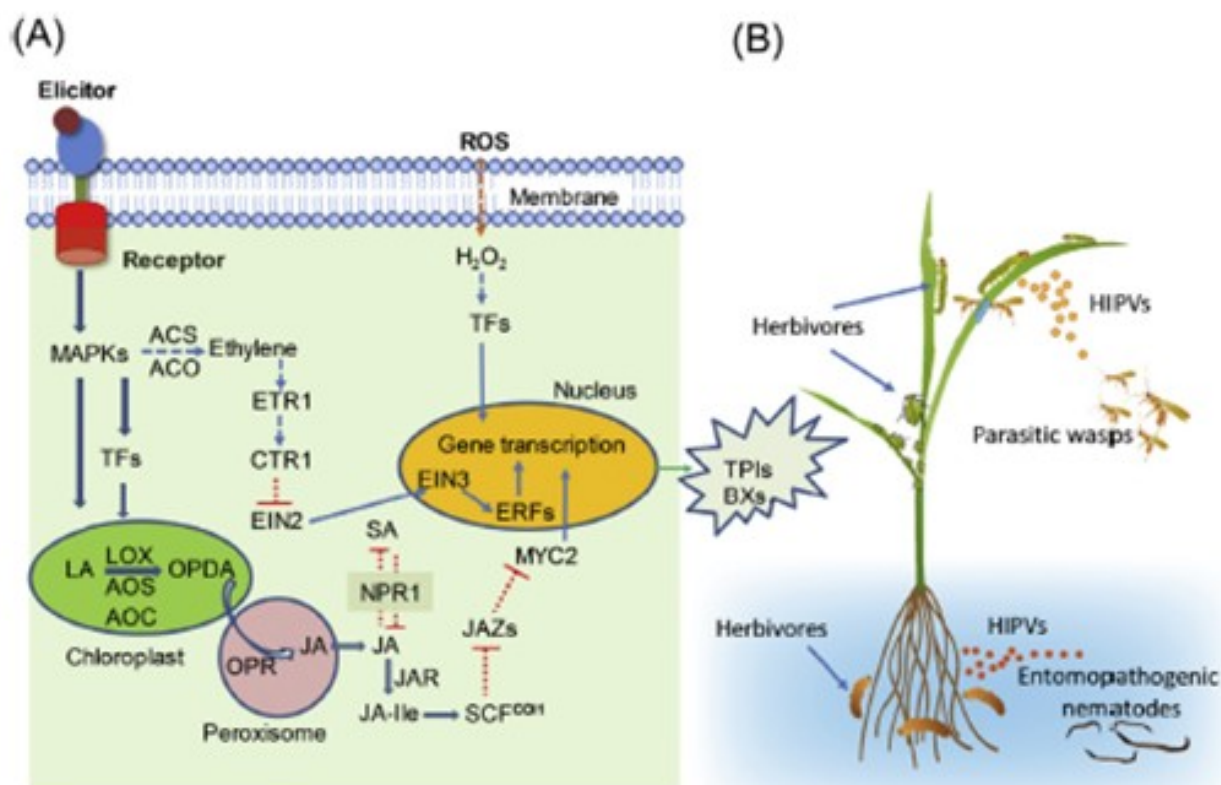
A antixenose ocorre quando há uma dissuasão da planta para alimentação, oviposição ou abrigo, geralmente é expressa como não preferência do inseto por uma planta resistente em comparação com uma planta suscetível. A antibiose é caracterizada por efeitos prejudiciais à biologia do inseto, geralmente resulta em aumento da mortalidade ou redução da longevidade e reprodução do inseto e a tolerância é a capacidade da planta de suportar ou recuperar-se dos danos causados pelo inseto, a tolerância é a resposta da planta a um inseto-praga (SEIFI et al., 2013; PAIVA et al., 2018).

As plantas reagem à percepção rápida e precisa dos sinais dos

herbívoros para mobilizar as defesas contra seus ataques. Os Receptores de Reconhecimento de Padrões (PRRs) localizados na membrana plasmática permitem que as plantas reconheçam padrões de herbívoros ou patógenos, incluindo Padrões Moleculares Associados a Microrganismos / Patógenos / Herbívoros / Danos (MAMPs / PAMPs / HAMPs / DAMP, respectivamente), muitos dos quais induzem o rápido acúmulo de Jasmonatos (JAs) direta ou indiretamente por meio de cascatas de proteína quinase ativadas por mitógeno, proteínas quinases dependentes de cálcio (ROMEIS; HERDE, 2014; ZHANG et al., 2017), íons cálcio e a explosão de espécies reativas de oxigênio (Figura 1) (CHOI et al., 2017; TOYOTA et al., 2018).

Após o reconhecimento de sinais, as plantas expressam defesas diretas e indiretas reguladas principalmente pelas ações dos hormônios JA, Etileno (ET) e/ ou Ácido Salicílico (SA). JA e/ou ET desencadeiam a produção a jusante de compostos de defesa eficazes contra insetos mastigadores (WAR et al., 2018). Os herbívoros podem superar as defesas da planta secretando efetores produzidos pelo próprio inseto, para suprimir as respostas do organismo atacado (KANT et al., 2015; STAHL, et al., 2018).

Figura 1 – Representação esquemática de respostas de defesa em uma planta atacada por herbívoros. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.



Respostas de defesa em uma planta atacada por herbívoros. (A) Os elicitores derivados de herbívoros são percebidos por receptores não identificados nas membranas plasmáticas, desencadeando uma rápida ativação de MAPKs seguida pela biossíntese de fitohormônios, JA, JA-Ile e etileno. Após várias etapas de transdução de sinalização, fatores de transcrição (MYC2 e ERFs, por exemplo) regulam o acúmulo de metabólitos secundários não voláteis, que funcionam como defesas diretas contra herbívoros. (B) Compostos voláteis de plantas induzidos por herbivoria recrutam inimigos naturais acima do solo (como vespas parasitas) e abaixo do solo (nematóides entomopatogênicos, por exemplo) para defender indiretamente as plantas contra herbívoros. Linhas sólidas indicam rotas relacionadas em monocotiledôneas, linhas tracejadas indicam rotas identificadas em dicotiledôneas (QI et al., 2018).

2.3 Expressão de genes relacionados com defesa da planta

As plantas têm diferentes mecanismos de adaptação e resistência contra estresses bióticos e abióticos. Assim, são capazes de realizar respostas de defesa através de mecanismos fisiológicos, bioquímicos e moleculares (FARHANGI-ABRIZ; GHASSEMI-GOLEZANI, 2019). Essas respostas incluem modificações na expressão gênica, biossíntese de proteínas especializadas e metabólitos secundários, alterações na sinalização hormonal e atividades antioxidantes.

As respostas hormonais desempenham papéis importantes no

crescimento e desenvolvimento das plantas. Além de regulação das vias de transdução de sinal durante reações a estresses bióticos e abióticos (PELEG; BLUMWALD, 2011; KHAN et al., 2018). O jasmonato, incluindo o ácido jasmônico e seus derivados da ciclopentanona, atuam na regulação das respostas defensivas das plantas contra estresses bióticos e abióticos (SAXENA et al., 2019; ERB; MELDAU; HOWE, 2012).

A percepção do ataque de insetos provoca localmente e sistemicamente a síntese rápida de jasmonato, que é percebida pela proteína CO-1 da F-box para recrutar ainda mais repressores JAZ para ubiquitinação e degradação, liberando assim fatores de transcrição que subsequentemente ativam a defesa das plantas contra o ataque de insetos (WANG et al., 2019) (Figura 2). As proteínas do domínio ZIM Jasmonato (JAZ) atuam como os principais repressores na via de sinalização JA. Em resposta a estímulos, o aumento de JA-Ile promove diretamente a interação entre as proteínas JAZ e COI1, levando à ubiquitinação das proteínas JAZ e sua degradação através do proteossoma 26S (SHEARD et al., 2010), e posteriormente, a degradação dos JAZs leva a uma repressão dos fatores de transcrição que, por sua vez, ativam a expressão gênica defensiva (Figura 2).

Uma vez formados, os compostos JA podem ser transportados para o núcleo para ativação da expressão do gene responsivo a JA ou exportados para fora da célula para transmissão intercelular ou de longa distância sob a ação de transportadores (NGUYEN et al., 2017; WANG et al., 2019).

Portanto, após a sinalização, as plantas acumulam rapidamente o JA, que subsequentemente desencadeia a reprogramação transcricional em larga escala de muitos genes relacionados à defesa, incluindo aqueles que codificam proteínas com propriedades antinutricionais no intestino do inseto, como inibidores de proteinase e treonina-desaminase, controlando a formação de barreiras físicas que impedem a invasão de insetos (por exemplo, tricomas) ou modulando a biossíntese de metabólitos secundários, tóxicos / repelentes aos herbívoros ou capazes de atrair inimigos naturais dos insetos herbívoros, ativação de antioxidantes enzimáticos para eliminação de espécies reativas de oxigênio (EROs) (LI et al., 2018; WANG et al., 2019)

O JAZ regula várias respostas do JA agindo sobre diferentes fatores de transcrição a jusante. Fatores de transcrição e complexos transcricionais que

interagem com JAZ foram identificados como participantes da resistência das plantas aos insetos (WASTERNAK; SONG, 2017). Esses FTs desempenham um papel no acúmulo de metabólitos especializados, seja por repressão ou via ativação da expressão gênica (CHEZEM; CLAY, 2016).

A regulação transcricional da expressão gênica em plantas é potencializada por ERACs que recrutam fatores de transcrição. Os FTs são a classe predominante de genes de ação-trans que regulam estrategicamente o crescimento da cultura sob condições de estresse, mediante a ligação específica a ERACs e a ativação da transcrição de genes relacionados à defesa, integra múltiplas redes de sinalização sinérgica/antagônica de vários outros FTs e genes funcionais, melhorando assim a adaptabilidade fenotípica e fisiológica da planta sob condições de estresse (CHOW et al., 2018; RAI et al., 2019).

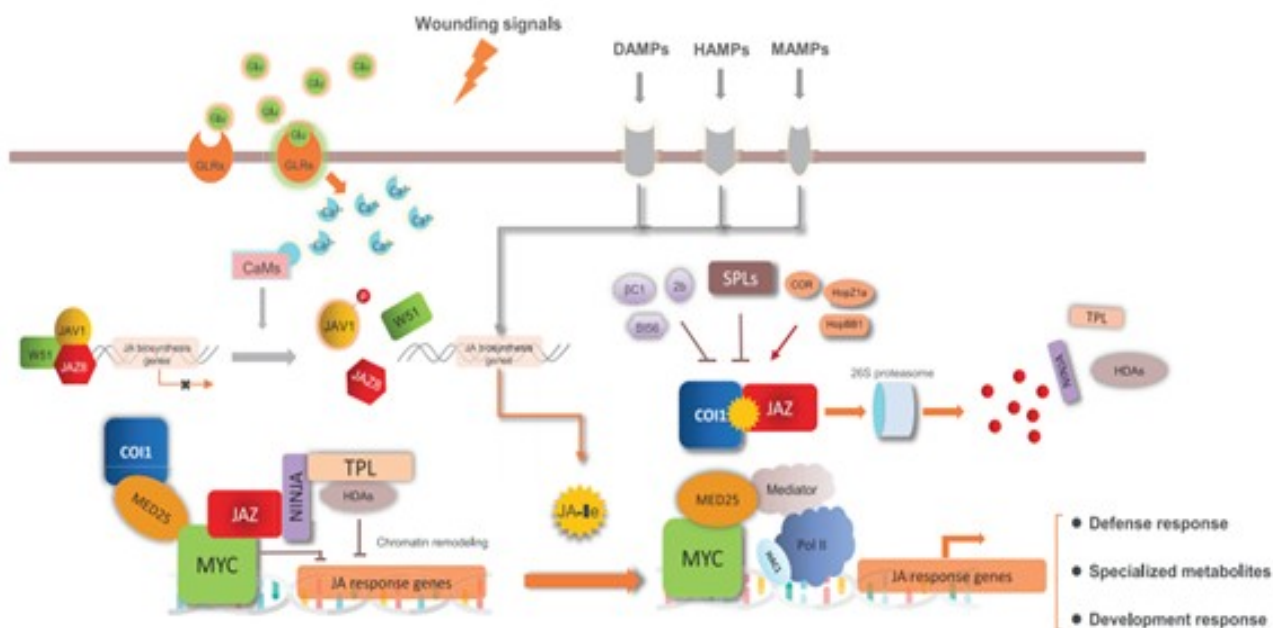
Os fatores de transcrição mais conhecidos pelo seu envolvimento com a defesa de plantas são os das famílias ERF, bZIPs, NPR1, Myb, Whirly e WRKY (EULGEM, 2005). Os fatores de transcrição WRKY têm diversas funções biológicas na resistência de doenças de plantas, respostas de estresse abiótico, privação de nutrientes, senescência, desenvolvimento de sementes, tricomas e embriogênese (BAKSHI; OELMÜLLER, 2014).

O *SIWRKY7* de tomate (*Solanum lycopersicum*) demonstrou estar envolvido na ativação de três genes de monoterpênicos sintetase (SPYROPOULOU; HARING; SCHUURINK, 2014) e *WRKY33* se liga ao promotor do gene de biossíntese da camalexina PAD4, uma fitoalexina importante na defesa vegetal (LIU et al., 2015). Os FTs MYBs e bHLHs, controlam a via fenilpropanóide que leva a produção de antocianinas e outros flavonóides (HUANG et al., 2019). O AtMYB75 modula a biossíntese de flavonóides e está implicado na resistência de lagarta (ONKOKESUNG et al., 2014).

Além das cascatas de proteína quinase ativadas por mitógeno (MAPK), proteínas quinases dependentes de cálcio (ROMEIS; HERDE, 2014; ZHANG et al., 2017), íons cálcio após estresses causados pelos fatores abióticos e bióticos também são geradas espécies reativas de oxigênio (EROs) (CHOI et al., 2017; TOYOTA et al., 2018; MHAMDI; BREUSEGEM, 2018). Uma forma de defesa utilizada pelas plantas para garantir o equilíbrio do ambiente celular é a ativação das enzimas antioxidantes, removedoras de espécies reativas de oxigênio (EROs),

incluindo superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e peroxidase (POX) que desempenham um papel importante na eliminação da superprodução de EROs (JANKU; LUHOVÁ; PETRIVALSKY, 2019; LI et al., 2020).

Figura 2 – Respostas de defesa em plantas. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.



Elictores e efetores influenciam o módulo de regulação central da resposta de defesa mediada por JA. Sinais indutivos, incluindo DAMPs, HAMPs e MAMPs, são percebidos pelos PRRs na superfície da célula para acionar a biossíntese de JA *de novo*. No estágio de repouso, as proteínas JAZ bloqueiam a sinalização JA, ligando-se a fatores de transcrição, incluindo MYCs. As JAZs recrutam diretamente co-repressores, como o TPL, parcialmente através do NINJA. O TPL recruta HDAs que reprimem os genes de resposta JA através da remodelação da cromatina. Na presença de JA-Ile, as JAZs interagem com COI1 para formar um co-receptor, o que leva à ubiquitinação e degradação de JAZs dependente de proteossomo, resultando na desrepressão de MYCs. Ao se ligar ao MED25 e recrutar coativadores adicionais (por exemplo, HAC1), os MYCs recrutam a RNA polimerase II para formar um complexo de pré-iniciação de transcrição que transcreve genes responsivos a JA. Como a degradação do JAZ é crucial para ativar a resposta do JA, é frequentemente direcionada por efetores de diversos atacantes (WANG et al., 2019).

2.4 *Diabrotica speciosa*

O gênero *Diabrotica* apresenta 15 espécies e subespécies identificadas como pragas de 61 espécies de plantas cultivadas, a espécie praga mais conhecida é *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) (LAUMANN et al., 2004; BOIÇA JUNIOR et al., 2015). Os adultos de *D. speciosa* habitam a porção aérea das plantas hospedeiras, enquanto as larvas habitam as raízes. Os adultos

são verdes, com três manchas amarelas em cada élitro, cabeça marrom avermelhada e comprimento do corpo de 5 a 6 mm, sendo os machos geralmente menores que as fêmeas. Os ovos são de coloração amarelada, medem 0,5 mm de diâmetro e o período de incubação varia de 5 a 7 dias (TEODORO et al., 2014).

As fêmeas fazem postura de aproximadamente 30 ovos, geralmente nas partes subterrâneas da planta (por exemplo, raízes e tubérculos) e o desenvolvimento larval e pupal ocorre no subsolo (SOSA-GÓMEZ et al., 2010). A fase larval apresenta três ínstaes, atinge 10 mm de comprimento, apresenta coloração esbranquiçada, cabeça marrom e têm uma placa quitinizada escura no último segmento abdominal, o período larval apresenta duração 14 a 26 dias (MILANEZ, 1997).

A fase de pupa ocorre naturalmente no solo com duração ente 5 a 7 dias (pré-pupa + pupa) até a emergência dos adultos. O ciclo de vida varia de 24 até 50 dias (ÁVILA; MILANEZ, 2004). O tipo de alimento nas fases larval e adulta e a temperatura são fatores que afetam a longevidade, fecundidade e o desenvolvimento desta espécie (COSTA et al., 2018; ÁVILA; BITENCOURT; SILVA, 2019).

Figura 3 – Ciclo de vida da *Diabrotica speciosa* (Col.: Chrysomelidae). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.



Os insetos adultos têm um ciclo de 24 a 50 dias, após a postura dos ovos com duração entre 5-7 dias ocorre a eclosão das larvas, as quais levam de 14-26 dias para passar aos estágios de pré-pupa e pupa com duração de 5-7 dias até a eclosão dos adultos. Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

2.5. Estratégias de controle de *Diabrotica speciosa*

As estratégias de manejo para controle de *D. speciosa*, são realizadas basicamente por meio de inseticidas químicos, sendo os principais grupos neonicotinoides (moduladores competitivos de receptores nicotínicos da acetilcolina), piretróides (moduladores de canais de sódio) e organofosforados (inibidores de acetilcolinesterase). Os adultos são controlados com aplicações foliares de inseticidas durante todo o desenvolvimento da cultura, enquanto que as larvas são controladas por inseticidas aplicados no solo, o que pode ter implicações no ambiente, além de riscos de ressurgência e resistência dessas populações de insetos e aumento dos custos de produção (ARRUDA; VENTURA; SCARMINIO, 2005; BOIÇA JUNIOR et al., 2015).

Métodos alternativos para controle *D. speciosa* em feijão são de fundamental importância para reduzir o uso de inseticidas e promover uma produção agrícola mais sustentável. O Manejo Integrado de Pragas (MIP) visa à implantação mais racional de uma variedade de métodos de controle de pragas projetados para complementar, reduzir ou substituir a aplicação de inseticidas sintéticos (PRETTY; BHARUCHA, 2015). Os métodos empregados no MIP normalmente incluem o monitoramento regular da cultura para pragas e doenças, rotação de culturas, variedades resistentes, material propagativo saudável, uso de biopesticidas e agentes de controle biológico (SHARMA; PESHIN, 2016).

Inseticidas botânicos e fungos entomopatogênicos são amplamente utilizados em todo o mundo como estratégias de controle efetivas e seguras, preservando os inimigos naturais e reduzindo o risco de resistência, principalmente na agricultura orgânica (RIBEIRO et al., 2012; BAMISILE et al., 2019).

Inseticidas botânicos a base nim (*Azadirachta indica* A. Juss.), principal composto ativo a azadiractina, têm sido utilizados com sucesso contra artrópodes (VENZON et al., 2008). Fungos entomopatogênicos como *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* (Ascomycota: Hypocreales) são usados como agentes de controle biológico de vários insetos da parte aérea e do solo, sendo considerados ambientalmente seguros (VEGA et al., 2012; GOLEBIOWSK et al., 2020).

Os fungos entomopatogênicos infectam os insetos diretamente, através

da penetração da cutícula e exercem múltiplos mecanismos de ação, conferindo uma elevada capacidade para impedir que o hospedeiro desenvolva resistência (MORA; CASTILHO; FRAGA, 2016). Os fungos entomopatogênicos são virulentos contra um amplo espectro de insetos praga de plantas e podem ser formulados e fornecidos como componentes prontos em programas de MIP (LUI et al., 2020).

A eficiência do uso de fungos entomopatogênicos no controle de insetos foi verificada em diferentes espécies de insetos-praga, como *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) (YASIN et al., 2019), *Plutella xylostella* (Linnaeus) (SAENZ-APONTEA et al., 2020) e *Bactericera cockerelli* (Sulc) (LIU et al., 2020). Estudos revelam a ocorrência natural de *B. bassiana* e *M. anisopliae* em *D. speciosa*, no entanto, são poucos os trabalhos realizados com estes entomopatógenos no controle dessa espécie (BOTELHO; MONTEIRO, 2011).

Outra estratégia alternativa, ou complementar ao uso de inseticidas, decorre de pesquisas objetivando o melhoramento genético das plantas, de forma a torná-las mais resistentes aos insetos-praga (MAIA et al., 2009). Esse tem sido um dos fatores estabilizadores da produtividade, com vantagens significativas sobre o uso de inseticidas: não provoca danos ecológicos, não traz ônus adicional aos agricultores e é compatível com outros métodos de controle (PINHEIRO; VENDRAMIM; LOURENÇÃO, 2006). Em situações agronômicas, as variedades de culturas resistentes apresentam mecanismos capazes de suprimir os danos causados pelos insetos-praga (FLINN et al., 2001; QIU et al., 2011).

Os mecanismos de resistência das plantas a insetos, por sua vez, podem ser de origem química, morfológica ou física (SMITH; CLEMENT, 2012). No entanto, no que se refere a resistência de origem química, as vias de sinalização molecular na planta, quando exposta ao ataque do inseto, ainda não são completamente compreendidas, havendo necessidade de informações que auxiliem o entendimento da relação entre plantas e insetos, e os mecanismos de resistência que possam ser utilizados na proteção das culturas e produção agrícola sustentável, especialmente para *D. speciosa* e cultivares de feijão adaptadas às condições brasileiras.

3 ASSUNTO 1 – Análise *in silico* da regulação de Fatores de Transcrição relacionados com estresse biótico em *Phaseolus vulgaris*

3.1 Introdução ao assunto 1

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das leguminosas mais cultivada em todo o mundo, rica em proteínas e carboidratos. Representa a fonte mais importante de proteínas vegetais para consumo humano direto, especialmente nos países em desenvolvimento (MASSA et al., 2020). *Phaseolus vulgaris* é uma espécie diplóide autogama ($2n = 2x = 22$) com um genoma relativamente pequeno (~ 587 Mb), com 27.433 locos codificadores de 36.995 transcritos identificados (SCHMUTZ et al., 2014).

O feijão comum, assim como a maioria das plantas, sofre intensa pressão de seleção, para sobreviver precisa se adaptar, por isso, adquiriram vários mecanismos de tolerância a estresses bióticos e abióticos, incluindo alterações fisiológicas e bioquímicas. A primeira forma de defesa vegetal é constitutiva, como as barreiras físicas dos tricomas, espinhos e outros órgãos especializados que restringem o acesso às pragas. As respostas também podem ser ativadas após as plantas sofrerem algum tipo de dano por patógenos ou insetos (WAR et al., 2012; BELETE, 2018).

As plantas feridas ativam mecanismos de defesa via percepção e transdução de sinal para ativar proteínas reguladoras da transcrição e a expressão de genes de defesa. Após danos por ataques de insetos um sinal é emitido e estimula a síntese de Ácido Jasmônico (JA) na planta, este sinal desencadeia a interação COI1-JAZ, que leva à degradação das JAZs pelo proteossoma 26S e à ativação da expressão gênica relacionada à defesa a jusante, como a expressão dos fatores de transcrição (FTs) (CHICO et al., 2014).

Por participar das etapas iniciais do processo de percepção e sinalização os FTs desempenham papel fundamental na interação com os elementos reguladores de ação cis (ERACs) ligando se na sequência do promotor, para ativar, desativar ou ajustar a taxa de transcrição de seus genes alvo. Isso resulta em padrões de expressão gênica temporária e espacialmente em resposta a sinais de desenvolvimento ou ambientais (HO; GEISLER, 2019). FTs são

classificados em famílias distintas de acordo com suas características estruturais e a conservação dos seus domínios de ligação ao DNA, podendo ainda, essas famílias subdividir-se de acordo com o número e a distância das regiões conservadas (CAI et al., 2012). Entre os FTs relatados com papéis importantes na resposta defensiva das plantas aos insetos, destacam-se o MYB, WRKY, bZIP e Whirly (PANDEY et al., 2017; MÜLLER et al., 2019; COPPOLA et al., 2019; YAN et al., 2020).

FTs MYB, bZIP, WRKY e Whirly são registrados em pelo menos 160 espécies de angiospermas, com número de genes variando de 1 a 489, sendo *Helicosporidium* com menor número de genes e *Brassica napus* e *Glycine max* as espécies com maior número de genes. Estes FTs ligam-se preferencialmente aos ERACs A-box, C-box, G-box, CAAT-box, TATA-box, AT~TATA-box, MYB, MYC e ABRE. Estas famílias FTs são descritas pela atuação na regulação do desenvolvimento vegetal e genes responsivos a estresse.

A família bZIP apresenta domínio que consiste em duas características estruturais localizadas em uma alfa-hélice contígua: primeiro, uma região básica de aproximadamente 16 resíduos de aminoácidos contendo um sinal de localização nuclear seguido por um motivo N-x7-R / K invariante que contata o DNA; e, segundo, uma repetição heptada de leucinas ou outros aminoácidos hidrofóbicos volumosos posicionados exatamente nove aminoácidos em direção ao terminal C, criando uma hélice anfipática. Para ligar o DNA, duas subunidades aderem por meio de interações entre os lados hidrofóbicos de suas hélices, o que cria uma estrutura sobreposta de bobina espiralada. A capacidade de formar homo e heterodímeros é influenciada pela atração eletrostática e repulsão de resíduos polares que flanqueiam a superfície de interação hidrofóbica das hélices (JAKOBY et al., 2002).

As proteínas bZIP da planta se ligam preferencialmente a sequências de DNA com um núcleo ACGT. A especificidade de ligação é regulada por nucleotídeos flanqueadores. Os bZIPs da planta se ligam preferencialmente às sequências A-BOX (TACGTA), C-BOX (GACGTC) e G-BOX (CACGTG). FTs bZIPs em *Arabidopsis thaliana* foram separados em 10 grupos, sendo os membros do grupo C (AtbZIP9/ AtbZIP10/ AtbZIP63), D (AtbZIP47) e S descritos pelo envolvimento em resposta a estresses bióticos (JAKOBY et al., 2002).

Os fatores MYB representam uma família de proteínas que incluem o domínio de ligação ao DNA MYB conservado. Este domínio geralmente compreende

até três repetições imperfeitas, cada uma formando uma estrutura de hélice-volta-hélice com cerca de 53 aminoácidos. Três resíduos de triptofano espaçados regularmente, que formam um aglomerado de triptofano na estrutura tridimensional de hélice-volta-hélice, são característicos de uma repetição MYB. As plantas contêm uma subfamília da proteína MYB que é caracterizada pelo domínio MYB do tipo R2R3. As proteínas do tipo MYB com uma repetição são denominadas "fatores MYB1R", com duas como fatores "MYB do tipo R2R3" e com três repetições como fatores "MYB3R" (STRACKE et al., 2001). Em *Arabidopsis*, genes MYB foram relacionados com a resposta a ataque de áfidos e insetos herbívoros (LIU et al., 2010; DE VOS et al., 2006).

A principal característica do WRKY é seu domínio de ligação ao DNA, chamado de domínio WRKY, após a sequência de aminoácidos WRKY quase invariante no terminal N. O domínio WRKY tem cerca de 60 resíduos de comprimento e, além de conter a assinatura WRKY, também possui uma estrutura atípica de dedo de zinco no terminal C. A estrutura dos dedos de zinco é Cx4-5Cx22-23HxH ou Cx7Cx23HxC. Em plantas esses FTs foram divididos em três grupos com base no número de domínios WRKY (RUSHTON et al., 2010). A família WRKY interage com outras moléculas podendo desempenhar papéis na sinalização, transcrição, remodelação da cromatina e outros processos celulares importantes para a ativação da imunidade da planta (CHI et al., 2013). FT WRKY foram descritos em funções relacionadas à sinalização de JA em resposta a ferimentos e danos (BIRKENBIHL et al., 2017).

Whirly é uma família de FT com poucos genes por espécie, varia de 1 a 19, sendo *Nicotiana tabacum* a espécie com maior número de genes. Proteínas dos membros da família Whirly, são encontrados em todo o reino vegetal e compartilham a capacidade de se ligar ao DNA de fita simples. Em *Arabidopsis* e batata, ortólogos Whirly regulam a expressão do gene de defesa; a proteína Whirly ATWHY1 de *Arabidopsis* contribui para respostas de defesa basais e específicas. Há evidências que sugerem que as proteínas Whirly podem desempenhar papéis em outros processos além das respostas de defesa e podem funcionar tanto no cloroplasto quanto no núcleo (DESVEAUX et al., 2005). SIWHY1 em *Solanum lycopersicum* aumentou a estabilidade da membrana e conteúdo de açúcar solúvel e reduziu o acúmulo de espécies reativas de oxigênio (EROS) em condições de estresse

(ZHUANG et al., 2020).

A identificação de ERACs específicos relacionados a defesa de *P. vulgaris* a insetos contribui para a compreensão dos sistemas reguladores da expressão da rede gênica envolvida na defesa do feijão a danos bióticos. Assim, o objetivo foi identificar por análise *in silico*, a regulação dos fatores de transcrição MYB, WRKY, bZIP e Whirly relacionados com a resposta inicial de sinalização para estresses bióticos no genoma do feijão.

3.2 Procedimentos metodológicos do assunto 1

No banco de dados PlantTFDB v5.0 (JIN et al., 2015; JIN et al., 2017; TIAN et al., 2019) (<http://planttfdb.cbi.pku.edu.cn/index.php>) acessando o genoma de *P. vulgaris* foram escolhidos os genes das famílias bZIP, MYB, WRKY e WHIRLY. Para identificar os genes bZIP, MYB, WRKY e Whirly no feijão comum, foram baixadas as sequências do genoma de *P. vulgaris* (v2.1) do Phytozome v12.1 DOE-JGI and USDA-NIFA, (<http://phytozome.jgi.doe.gov/>), o locus, a descrição, a expressão nos diferentes tecidos e as sequências dos transcritos foram anotados para cada gene encontrado.

O compartimento celular de cada proteína foi determinado utilizando o ProtComp v. 9.0 (<http://www.softberry.com/berry.phtml>). A frequência da expressão nos genes foi dividida em tecidos reprodutivo (flores, vagens jovens, vagens maduras e botões florais), parte aérea (folhas, trifólios jovens, caule 10 e caule 19 cm) e radicular (nódulos, raiz 10 e raiz 19 cm) tanto para genes com alta expressão e baixa expressão nos TFs da família MYB, bZIP e WRKY. Para Whirly foi dividido apenas em tecidos de genes com alta e baixa expressão. Os fragmentos por quilo base por milhão de fragmentos mapeados (FPKM) nos diferentes tecidos baixados do site do *Phytozome* foram transformados para mapa de calor com agrupamento hierárquico usando o software MeV (HOWE et al., 2010) (<http://www.tm4.org/mev.html>).

As sequências promotoras com 1.0 Kb a montante dos genes das famílias bZIP, MYB, WRKY e WHIRLY relacionados à resposta de defesa da planta à insetos foram identificadas no genoma de *P. vulgaris* v2.1, utilizando a base de

dados Phytozome v12.1 DOE-JGI and USDA-NIFA, (<http://phytozome.jgi.doe.gov/>).

Os ERACs da sequência promotora dos genes de *P. vulgaris* foram analisados usando o banco de dados Elemento Regulatório da Ação Cis (PlantCARE) (LESCOT et al., 2002). Foram considerados os elementos encontrados para espécies da família Fabaceae e *Arabidopsis thaliana*.

3.3 Resultados e Discussão sobre o assunto 1

3.3.1 Caracterização dos genes relacionados ao estresse biótico

Entre as quatro famílias de FTs foram analisados 327 genes relacionados à resposta de defesa da planta a estresse no genoma do feijão, sendo 161 genes MYB, 75 bZIP, 87 WRKY distribuídos nos 11 cromossomos do feijão comum. Enquanto, o Whirly apresenta apenas 3 genes, distribuídos apenas nos cromossomos 2, 3 e 6 (Figura 4).

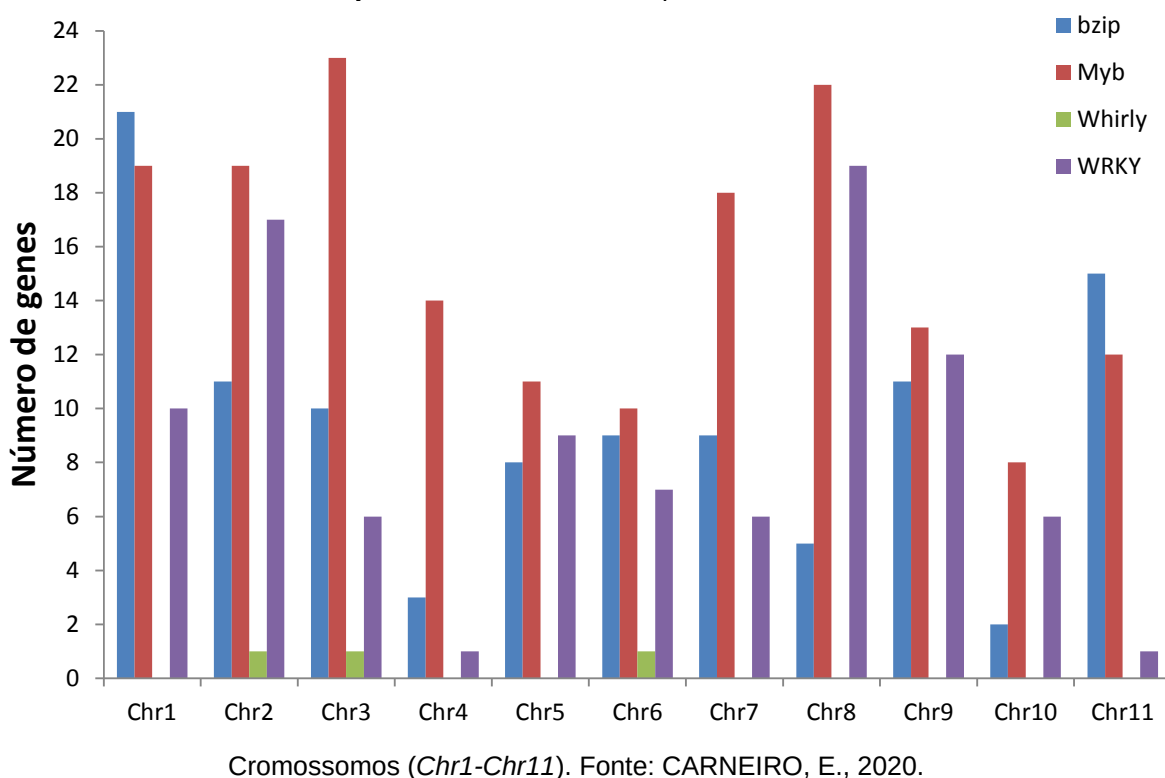
Os cromossomos com maior frequência de fatores de transcrição analisados foram *Chr1*, 2, 3 e 8 e a menor frequência foi nos *Chr6* (Figura 4). O *Chr8* é o maior com 48.01 Mb, com total de 46 genes, sendo os genes MYB e WRKY mais frequentes neste cromossomo, 22 e 19 genes, respectivamente. O *Chr11* é o segundo maior cromossomo, com 42.86 Mb e apresenta 28 genes, o terceiro maior é o *Chr3* (42.75 Mb) e apresenta 40 genes, este cromossomo teve maior frequência de genes MYB com 23 genes, em seguida o *Chr1* (41.15 Mb) teve maior frequência de genes bZIP e MYB, 21 e 19 genes, respectivamente. O menor cromossomo é o *chr6* (24.99 Mb), sendo que este apresentou 27 genes. O *Chr9* foi o cromossomo que apresentou menor variação do número de genes, com 11, 13 e 12 genes em bZIP, MYB e WRKY, respectivamente, (*Phaseolus vulgaris* v2.1 DOE-JGI and USDA-NIFA, <http://phytozome.jgi.doe.gov/>).

A densidade de transcritos nos cromossomos *Chr9* e *Chr6* pode ser observada pela distribuição dos transcritos ao longo do cromossomo. Os *Chr1*, 2, 3, 7, 9, 10 e 11 são submetacêntricos, enquanto os *Chr4*, 5, 8 e são metacêntricos e o *Chr6* é acrocêntrico. O *Chr9* é o único que apresenta transcritos distribuídos uniformemente ao longo do cromossomo, os demais apresentaram maior número de

transcritos nas extremidades e poucos transcritos na região do centrômero. No *Chr6* acrocêntrico, os transcritos estão concentrados na extremidade inferior ao centrômero, esse também é o menor cromossomo (24,99 Mb), portanto, o tamanho dos cromossomos e distribuição dos transcritos ao longo do cromossomo influenciaram na frequência dos genes entre os FTs estudados.

Os resultados sugerem uma distribuição aleatória dos genes entre os diferentes cromossomos de *P. vulgaris*, geralmente organizados em grupos de tamanhos e densidades variados (regiões ricas em genes), portanto, o número de transcritos pode estar relacionado com o tamanho do cromossomo ou maior atividade de expressão dos genes (SIDHU; GILL, 2005; BUERSTMAYR et al., 2018). As regiões centroméricas e teloméricas são ricas em genes e sequências repetitivas com função estrutural e evolutiva, com baixa expressão de genes que codificam proteínas, portanto, menor número de transcritos nestas regiões (WINTER et al., 2018).

Figura 4 – Distribuição dos fatores de transcrição relacionados a resposta a estresse biótico nos cromossomos de feijão comum. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2019.

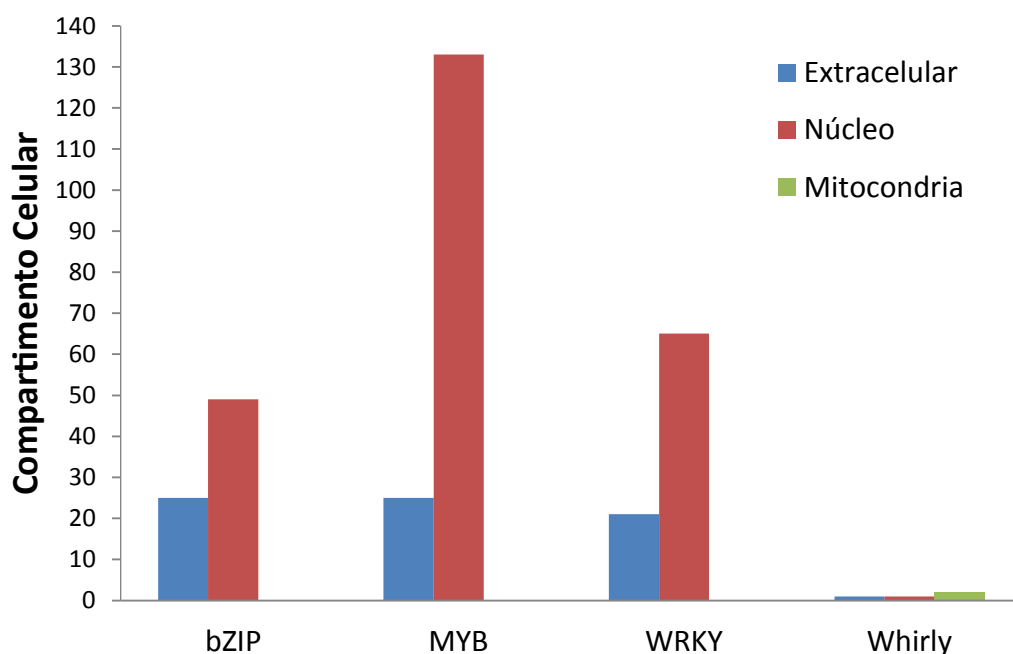


O resultado das análises da distribuição de 332 proteínas bZIP, MYB, WRKY e Whirly nos compartimentos celulares do feijão comum, destas 248

proteínas atuam no núcleo, 72 proteínas na região extracelular e 2 na mitocôndria (Figura 5). A maior quantidade das proteínas foi encontrada no núcleo, algo esperado, pois os FTs são proteínas regulatórias que se ligam a sequências de DNA específicas resultando na ativação ou repressão de genes alvos (UDVARDI et al., 2007).

As proteínas Whirly estavam localizadas no núcleo, extracelular e mitocôndria (Figura 5). Esta família de proteínas além de atuar na ativação ou repressão de genes alvos, pode estar envolvida em diversos processos celulares e aparentemente exerce diferentes funções, de acordo com a organela em que se encontra (FOYER; KARPINSKA; KRUPINSKA, 2014). Assim como no feijão comum em *Arabidopsis thaliana* são encontradas três proteínas Whirly: WHY1, WHY2 e WHY3. Destas WHY1 e WHY3 são encontrados tanto nos plastídeos quanto nos núcleos, enquanto o WHY2 está localizado nas mitocôndrias (LIN et al., 2019). A estrutura cristalina de *Solanum tuberosum* WHY2, homólogo próximo de *Arabidopsis* WHY2, revela que as proteínas Whirly se ligam ao DNA de fita simples para promover o reparo preciso das quebras de fita dupla de DNA (MARÉCHAL et al., 2008). Em *Arabidopsis*, *AtWhy1* é induzido por SA e é requerido para resistência mediada por SA e para a expressão da SAR (DESVEAUX et al., 2004). O direcionamento seletivo de proteínas para diferentes compartimentos celulares pode ser importante para o desenvolvimento da planta e comunicações interorganelares. Em *Arabidopsis thaliana*, família de proteínas Whirly (Why), mostraram ser direcionados para plastídios ou mitocôndrias em protoplastos transformados com as respectivas proteínas de fusão (KRAUSE et al. 2005).

Figura 5 – Distribuição das proteínas bZIP, MYB, WRKY e Whirly nos compartimentos celulares do feijão comum. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.



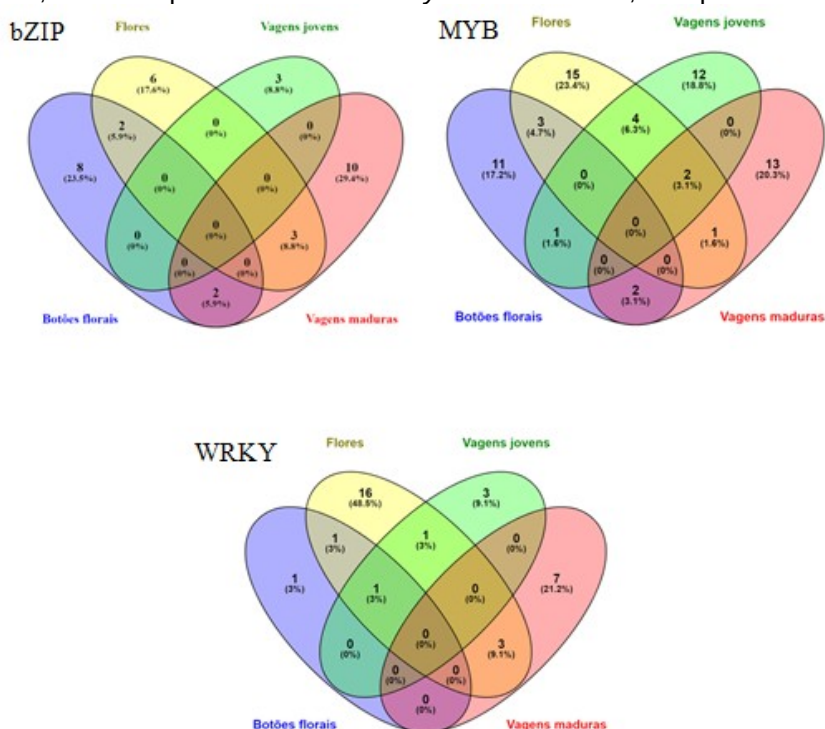
Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

A frequência da expressão dos 322 genes das famílias bZIP, MYB, WRKY e Whirly dos tecidos de feijão comum registradas no Phytozome foram estudadas. Para as famílias bZIP, MYB, WRKY e Whirly em todos os tecidos foi possível observar que 76% dos genes estavam Sem Informação (SI) em algum tecido do feijão comum (Tabela suplementar S1), mostrando a necessidade de mais estudos na expressão de genes FTs em tecidos de feijão, também foi observado alta frequência de genes Não Expressos (NE) (Tabela suplementar S1).

Os genes com alta expressão foram mais frequentes nas flores no MYB (23,4%) e WRKY (48,5%) e nas vagens maduras no bZIP (29,4%) (Figura 6). O WRKY apresentou genes em comum para botões florais, flores, vagens jovens. O bZIP e o WRKY tiveram mais genes comuns expressos em flores e vagens maduras, enquanto, MYB apresentou mais genes comuns entre flores e vagens jovens (Figura 6). As análises de expressão gênica específica de tecido em *Glycine max* e *P. vulgaris* mostraram que *WRKY11-1*, *WRKY11-2* e *WRKY11-3* foram expressos em todos os tipos de tecidos, e *WRKY15-2* foi altamente expresso nos tecidos do caule, raiz, nódulo e vagem em *G. max* e *P. vulgaris* (MOHANTA; PARK; BAE, 2016), portanto, a expressão dos genes, sugere que esses FTs participam de diversas vias

de sinalização e resposta em todos os tecidos de feijão. No entanto, vários genes FTs foram expressos apenas em tecidos específicos, sugerindo que esses genes podem ter funções específicas no tecido. Os perfis de expressão gerados neste estudo fornecem recursos de dados importantes para investigar melhor a função dos genes FTs em resposta a estresses bióticos.

Figura 6 – Frequência da alta expressão dos genes dos FTs nos tecidos reprodutivos de feijão comum, obtidos a partir de dados do *Phytozome*. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.



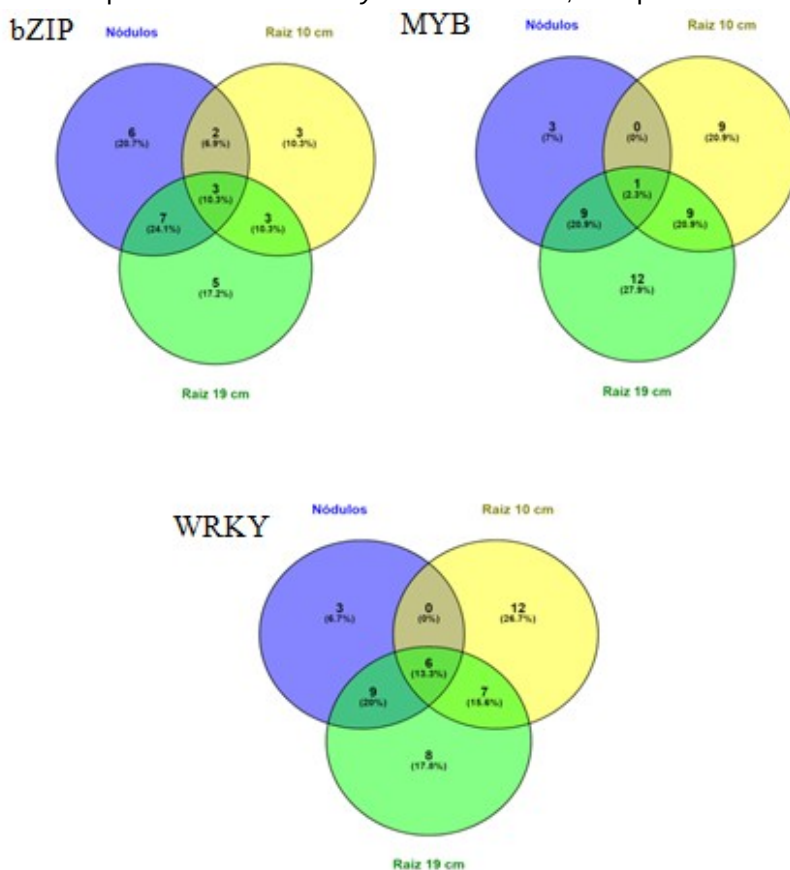
Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

A alta expressão dos genes nos tecidos da parte aérea, para ambos os fatores de transcrição foi maior em caule 19 cm (Tabela S2). No bZIP dois genes foram comuns entre folhas e trifólios jovens, quatro genes foram comuns entre caule 10 cm e caule 19 cm, seis genes foram exclusivos em folhas, dois em trifólios jovens, dois em caule 10 cm e dez para caule 19 cm. Para MYB, dois genes foram comuns entre folhas e trifólios jovens, onze genes foram comuns entre caule 10 cm e caule 19 cm, dois genes comuns para trifólios jovens e caule 19 cm, um gene em comum entre folhas e trifólios jovens, oito genes foram exclusivos para as folhas, dezesseis para trifólios jovens, dois em caule 10 cm e quinze em caule 19 cm. No WRKY, seis genes foram comuns entre caule 10 e 19 cm, um gene foi comum para trifólios jovens e caule 19 cm, folhas, trifólios jovens e caule 10 cm tiveram três

genes exclusivos e caule 19 apresentou sete genes exclusivos (Tabela S2).

Os genes nos tecidos radiculares foram mais expressos em raiz 19 cm, as três famílias de FTs tiveram genes em comum entre nódulos, raiz 10 cm e raiz 19 cm (Figura 7). A presença destes FTs nos tecidos radiculares do feijão comum, mostra que estes podem ativar genes alvos em resposta a estresse, assim como descrito por Ayra et al. (2018), que estudaram genes bZIP em resposta a estresse salino e encontraram alta expressão desses em nódulos e raízes, mostrando que esta família de FT está relacionada com a defesa da planta a estresse.

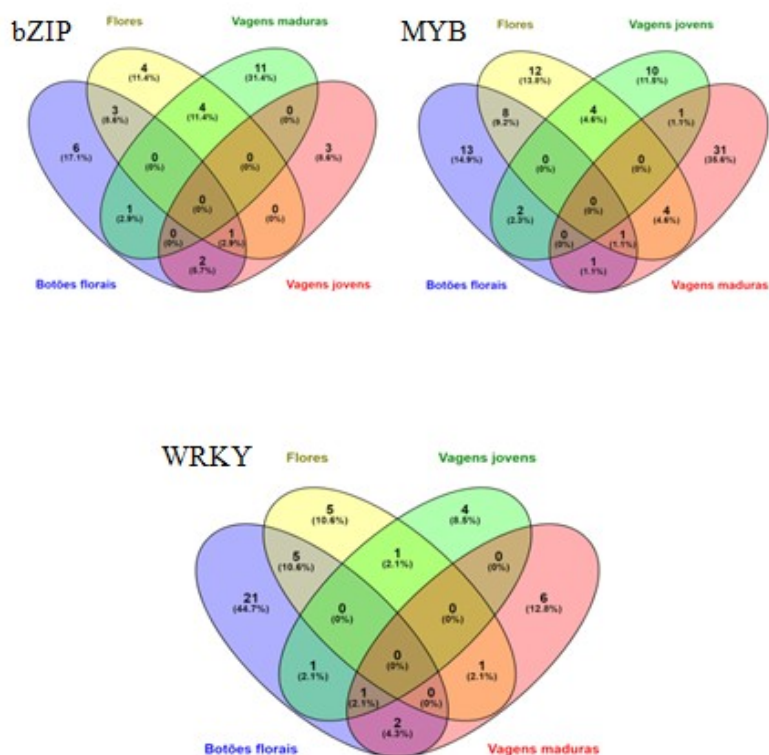
Figura 7 – Frequência da alta expressão dos genes dos FTs nos tecidos radiculares de feijão comum, obtidos a partir de dados do *Phytozome*. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.



Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

Os genes com baixa expressão foram mais frequentes em vagens maduras no bZIP e MYB, e em botões florais no WRKY (Figura 8). Em relação aos genes que são expressos em mais de um tecido, bZIP teve um gene expresso em botões florais, flores e vagens jovens, o MYB em botões florais, flores e vagens maduras no WRKY em botões florais, vagens jovens vagens maduras (Figura 8).

Figura 8 – Frequência da baixa expressão dos genes dos FTs nos tecidos reprodutivos de feijão comum, obtidos a partir de dados do *Phytozome*. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.

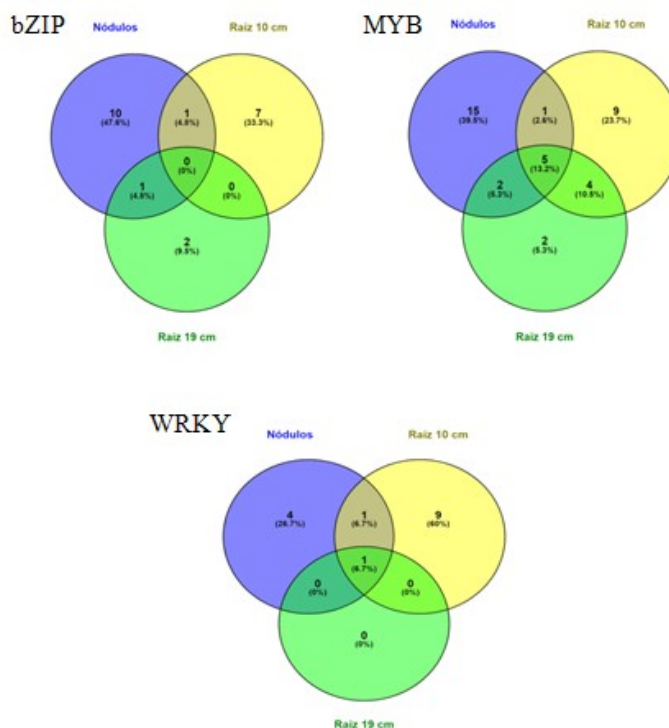


Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

Genes com baixa expressão nos tecidos da parte aérea do feijão foi maior nas folhas, seguido de trifólios jovens, estes também foram os tecidos que apresentaram maior número de genes expressos em comum (Tabela S2). A família bZIP apresentou maior número de genes comuns (nove) entre folhas e trifólios jovens e quinze genes foram exclusivos para folhas. Em MYB quatro genes foram compartilhados entre folhas e trifólios jovens, seis entre folhas e caule 10 cm, os genes exclusivos foram mais frequentes nas folhas (dezoito) e nove em caule 10 cm. WRKY apresentou maior frequência de genes comuns (cinco) entre folhas e trifólios jovens e dezesseis genes foram exclusivos nas folhas (Tabela S2).

Genes dos FTs com baixa expressão nos tecidos do sistema radicular de feijão foi maior nos nódulos e raiz 19 cm em bZIP enquanto no MYB e WRKY foi mais frequente em raiz 19 cm (Figura 9). O MYB e WRKY apresentaram um e cinco genes, respectivamente, comum entre nódulos, raiz 10 e raiz 19 cm (Figura 9).

Figura 9 – Frequência da baixa expressão dos genes dos FTs nos tecidos do sistema radicular de feijão comum, obtidos a partir de dados do *Phytozome*. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.



Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

O Whirly em alta expressão apresentou apenas um gene comum para vagens jovens e trifólios jovens, um para vagens jovens e nódulos e um gene foi exclusivo para trifólios jovens (Tabela S2). Em baixa expressão um gene foi comum entre raiz 10 cm e raiz 19 cm e dois genes foram exclusivos para vagens maduras (Tabela S2). Whirly não apresentou genes expressos em botões florais, flores e caule 10 cm.

Os valores de expressão FPKM obtidos a partir de dados do *Phytozome* foram usados para construir os mapas de calor do perfil de expressão dos genes relacionados aos FTs em resposta de defesa da planta a estresse bióticos e abióticos. Folhas e trifólios jovens apresentaram maior FPKM em todos os genes FTs analisados (Figura 10). Em ambos os FTs os tecidos folhas e trifólios jovens ficaram muito próximos, assim como raiz 10 e raiz 19 cm, caule 10 cm e caule 19 cm também não se distanciaram, exceto no Whirly onde caule 10 cm e caule 19 cm ficaram mais distantes, embora no mesmo grupo (Figura 10). Isso deve se pelo número de genes em comum entre estes tecidos, como foi observado na

frequência de genes nos tecidos foliares.

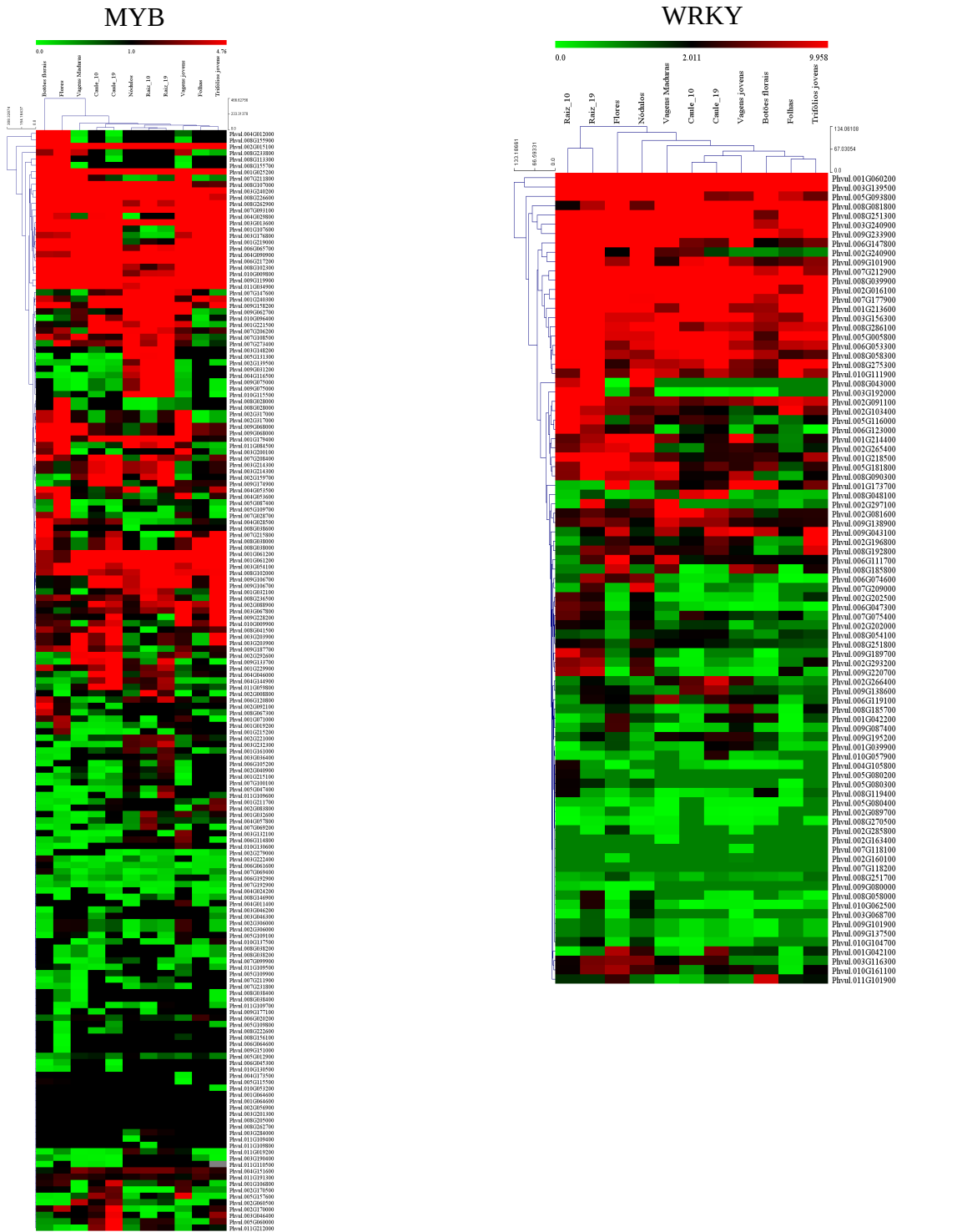
A expressão específica dos genes MYB variou de 0,01 a 345,10 FPKM. Os tecidos flores, vagens maduras, caule 10, caule 19, nódulos, raiz 10, raiz 19, vagens jovens, folhas e trifólios jovens ficaram no mesmo grupo. Enquanto, botões florais não se agrupou, indicando que há genes que são expressos somente nesses tecidos (Figura 10).

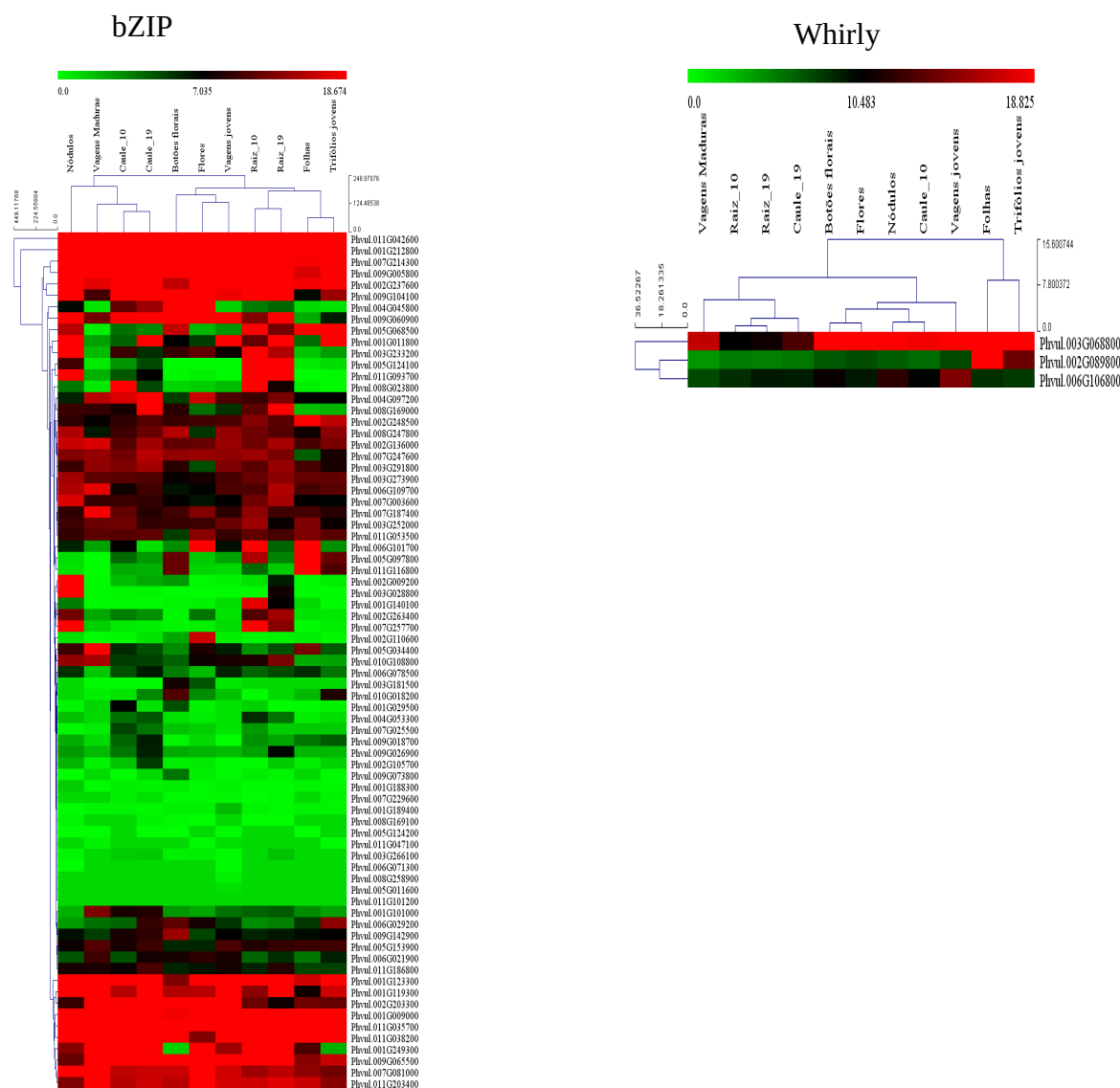
O WRKY apresentou baixa expressão específica dos genes, variando de 0,01 a 73,73 FPKM. Raiz 10 e raiz 19 cm ficaram no mesmo grupo, e em outro ficaram agrupados flores, nódulos, vagens maduras, caule 10, caule 19, vagens jovens, botões florais, folhas e trifólios jovens (Figura 10).

Os genes da família bZIP apresentaram expressão específica dos genes, variando de 0,01 a 182.83 FPKM. Nódulos, vagens maduras, caule 10 e caule 19 apresentaram o mesmo perfil de expressão ficando separados de botões florais, flores, vagens jovens, raiz 10, raiz 19, folhas e trifólios jovens em outro grupo (Figura 10).

A expressão do Whirly variou de 5,2 a 27,78 FPKM. Em um grupo ficaram vagens maduras, raiz 10, raiz 19, caule 19, botões florais, flores, nódulos, caule 10 e vagens jovens, em outro foram agrupados folhas e trifólios jovens (Figura 10).

Figura 10 – Mapa de calor dos perfis de expressão dos genes da família de FTs MYB, WRKY e Whirly em diferentes tecidos de feijão comum obtidos a partir de dados do *Phytozome*. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.





Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

1.3.2 Análise de Elementos Regulatórios de Ação Cis

Neste trabalho foram identificados 45 ERACs associados a estresse biótico e abiótico e ao desenvolvimento da planta para os genes das quatro famílias de FTs analisadas. Os FTs interagem com os ERACs regulando a expressão diferencial de genes, em resposta ao desenvolvimento vegetal ou a estresses, estas interações entre FTs e ERACs fornecem informações cruciais sobre a regulação da expressão gênica (HO; GEISLER; 2019). Na tabela 1 são apresentados os promotores em que os ERACs foram encontrados e a (frequência %) considerando o número de vezes que cada ERAC está presente em cada promotor. Portanto, verifica-se que a maioria dos ERACs encontrados são comuns aos genes bZIP,

MYB, WRKY e Whirly, exceto o ACA-motif e H-box encontrados apenas no MYB, enquanto TGA box, CAG motif e Pc-CMA2a estão presentes somente no WRKY.

Os ERACs mais frequentes identificados nos promotores dos genes de feijão para as famílias bZIP, MYB, WRKY e Whirly foram CAAT-box, TATA-box, AT~TATA-box, esses elementos cis são essenciais para o início da transcrição, justificando a alta frequência que estão presente em cada promotor (Tabela 1).

Outros ERACs frequentes nos promotores foram os relacionados a estresses bióticos (WRE 3, W-box, S-Box) e abióticos principalmente responsivos a seca (MYC, MYC-like, MYB, STRE, AP-1). Elementos envolvidos com os hormônios vegetais (ABRE, AT~ABRE) e TCA responsivos ao ácido salicílico, AuxRE e TGA-box envolvidos com auxina. Elementos relacionados com resposta de tecidos vegetais as1 (raiz) e CAAT box (meristemas) (Tabela1). Trabalhos foram realizados para avaliar a relação dos genes FTs aos ERACs em arroz, e foi possível observar que OSWRKY13 se liga a PRE4 (elemento responsivo a patógenos; TGCGCTT) e o *Hordeum vulgare* HVWRKY46 se liga a SURE (elemento responsivo a açúcar) (TAAAGATTACTAATAGGAA). A ligação de um WRKY FT à W-box e a outros elementos leva à ativação transcricional sinérgica em plantas (MOHANTA; PARK; BAE, 2016).

Vários elementos relacionados com a resposta a luz foram identificados na região promotora dos genes, G box, TCT motif, GT1 motif, AE-box, GATA motif, ATCT motif, GA-motif, Gap box, LAMP-element, I box, ACA motif, ATC motif, TGA box, CAG motif e Pc-CMA2a (Tabela 1). WU et al. (2017), analisaram sequências de 1500 pb a montante do sítio inicial e encontraram resultados semelhantes aos ERACs encontrados tanto em respostas bióticas e abióticas, como ERACs ligados ao metabolismo primário.

Analisar os ERACs é importante para determinar genes candidatos, mas também para entendimento da rede reguladora de genes, capaz de regular a expressão do gene alvo, ligando-se aos ERACs na região reguladora da transcrição dos genes (BAILLO et al., 2019; HO; GEISLER, 2019). Assim como, encontrados nos tecidos de feijão, os ERACS relacionados com a defesa da planta contra estresse foram descritos em outras culturas, incluindo local de ligação WRKY (W-box), MYB (MBS), bZIP (ACGTTBOX) elemento responsivo ao estresse em batata (LI et al., 2019), arroz (DEEBA et al., 2017), tomate e soja (MOHANTA; PARK; BAE,

2016). No entanto, para genes relacionados com a defesa a insetos há poucos registros, principalmente para o feijão.

Tabela 1 – Elementos regulatórios de ação cis (ERCs) identificados a 1 Kb à montante da região de início de transcrição dos genes FTs em *Phaseolus vulgaris* a partir de dados obtidos no PlantCare. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.

| Elemento | Anotação | Número de promotores (Frequência %) | | | |
|-------------------|--|-------------------------------------|-----------|-----------|--------|
| | | bZIP | MYB | WRKY | Whirly |
| CAAT-box | Elemento comum de ação cis nas regiões promotora e potenciadora | 101(100) | 79(91.86) | 94(100) | |
| TATA-box | Elemento promotor principal em torno de -30 do início da transcrição | 101(100) | 76(88.37) | 94(100) | 4(100) |
| AT~TATA-box | Elemento promotor principal em torno de -30 do início da transcrição | 88(87.12) | 72(83.72) | 74(78.72) | 4(100) |
| MYC | Elemento envolvido na indutibilidade pela seca | 86(85.15) | 70(81.39) | 70(74.46) | 4(100) |
| MYB | Elemento envolvido na indutibilidade pela seca | 79(78.21) | 76(88.37) | 82(87.23) | 1(25) |
| ABRE | Elemento de ação cis envolvido na responsividade do ácido abscísico | 55(54.45) | 42(48.83) | 49(52.12) | 4(100) |
| G-BOX | Elemento regulador de ação cis envolvido na responsividade à luz | 49(48.51) | 40(46.51) | 49(52.12) | 2(50) |
| TCT-motif | Parte de um elemento responsivo à luz | 44(43.56) | 37(43.02) | 36(38.29) | 4(100) |
| MYB-like sequence | Elemento envolvido na indutibilidade pela seca | 42(41.58) | 38(44.18) | 48(51.06) | |
| GT1-motif | Elemento responsivo a luz | 38(37.62) | 32(37.20) | 40(42.55) | |
| STRE | Elemento responsivo ao estresse abiótico | 38(37.62) | 33(38.37) | 24(25.53) | |
| as-1 | Elemento regulador de ação cis envolvido na expressão específica da raiz | 36(35.64) | 28(32.55) | 40(42.55) | |
| TATA | Elemento promotor principal em torno de -30 do início da transcrição | 36(35.64) | 40(46.51) | 38(40.42) | 2(50) |
| TCA | Elemento de ação cis envolvido na responsividade do ácido salicílico | 31(30.69) | 17(19.76) | 19(20.21) | 2(50) |
| AE-box | Parte de um módulo responsivo à luz | 23(22.77) | 13(15.11) | 20(21.27) | |
| WRE3 | Elemento responsivo ao estresse biótico | 20(19.80) | 17(19.76) | 23(24.46) | |
| CAT-box | Elemento regulador de ação cis | 19(18.81) | 14(16.27) | 18(19.14) | |

| | | | | | |
|----------------------|--|------------|------------|------------|--------|
| | relacionado à expressão do meristema | | | | |
| W-box | Elemento de ação cis envolvido na responsividade de defesa a patógenos | 18(17.82) | 11(12.79) | 36(38.29) | |
| AT-rich element | Sítio de ligação da proteína de ligação ao DNA rica em AT (ATBP-1) | 17(16.83) | 17(19.76) | 10(10.63) | |
| GATA-motif | Parte de um elemento responsivo à luz | 14 (13.86) | 9 (10.46) | 15 (15.95) | 1 (25) |
| ATCT-motif | Parte de um módulo de DNA conservado envolvido na resposta à luz | 12(11.88) | 7(8.13) | 7(7.44) | |
| MBS | Sítio de ligação MYB envolvido na indutibilidade pela seca | 12 11.88) | 24(27.90) | 16(17.02) | 2(50) |
| MYB recognition site | Elemento envolvido na indutibilidade pela seca | 11(10.89) | 4(4.65) | 13(13.82) | 1(25) |
| AT-rich sequence | Elemento para ativação máxima mediada por elicitores (2 cópias) | 10(9.90) | 5(5.81) | 8(8.51) | |
| Unnamed__1 | Elemento de ação cis envolvido na expressão de regulação negativa do fitocromo | 9(8.91) | 9(10.46) | 8(8.51) | |
| GA-motif | Parte de um elemento responsivo à luz | 8(7.92) | 12(13.95) | 17(18.08) | |
| Gap-box | Parte de um elemento responsivo à luz | 8 (7.92) | 11 (12.79) | 4 (4.25) | |
| LAMP-element | Parte de um elemento responsivo à luz | 8(7.92) | 2(2.32) | 8(8.51) | |
| HD-Zip 1 | Elemento envolvido na diferenciação das células do mesófilo paliçádico | 6(5.94) | 6(6.97) | 1(1.06) | |
| AP-1 | Elemento de ação cis envolvido na responsividade do cádmio | 4(3.96) | 3(3.48) | 4(4.25) | |
| Box 3 | Sítio de ligação de proteína | 3(2.97) | | 4(4.25) | |
| Box S | Elemento de ação cis envolvido na responsividade de defesa a patógenos | 3(2.97) | 3(3.48) | 5(5.31) | |
| AC-I | | 2(1.98) | 2(2.32) | 1(1.06) | |
| AT~ABRE | Elemento de ação cis envolvido na responsividade do ácido abscísico | 2(1.98) | 4(4.65) | | |
| 3-AF3 binding site | Parte de uma matriz de módulos de DNA conservada (CMA3) | 1(0.99) | 1(1.16) | 2(2.12) | |
| AuxRE | Parte de um elemento responsivo a auxina | 1(0.99) | 1(1.16) | | |
| I-box | Parte de um elemento responsivo à luz | 1(0.99) | 1(1.16) | 2(2.12) | |
| DRE core | Elemento envolvido na indutibilidade pela seca | | 3(3.48) | 6(6.38) | |

| | | | |
|-----------|--|----------|----------|
| ACA-motif | Parte do gapA em (gapA-CMA1) envolvido na resposta a luz | 2(2.32) | |
| ATC-motif | Parte de um módulo de DNA conservado envolvido na resposta a luz | 1(1.16) | 1(106) |
| H-box | Elemento envolvido na expressão do gene <i>chs15</i> (biossíntese de flavonoides). | 1 (1.16) | |
| TGA-box | Parte de um elemento responsivo a auxina | | 2 (2.12) |
| CAG-motif | Parte de um elemento responsivo à luz | | 1 (1.06) |
| Pc-CMA2a | Parte de um elemento responsivo à luz | | 1 (1.06) |

Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

Para caracterização dos ERACs foram identificados 244 genes FTs não redundantes e renomeados de *PvbZIP1* a *PvbZIP77*, *MYB1* a *MYB78*, *PvWRKY1* a *PvWRKY86* e *Whirly1* a *Whirly3* de acordo com sua ordem localizada nos cromossomos 1 a 11 (Tabela S1). A quantidade de ERACs em seus promotores variou entre os genes FTs, bZIP (5 a 17), MYB (1 a 15), WRKY (3 a 17) e Whirly (9 a 11) (Tabela S1). Os ERACs nas regiões promotoras dos genes responsivos a estresse biótico são responsáveis por promover resposta de defesa da planta.

Os genes que apresentaram maior número de ERACs em seus promotores foram *PvbZIP33* e *PvWRKY62* com 17, *PvMYB49* 15 e *PvWhirly3* com 11 ERACs (Tabela 2). Assim, quanto maior o número de ERACs em um promotor, maior a capacidade de expressão deste gene. Kong et al. (2018) identificaram ERACs (AS-1, G-box, GCC-box, e H-box) na região promotora do arroz, e verificaram que os genes controlados por estes promotores foram regulados após infecções por patógenos, indicando que os genes de arroz que contêm esses ERACs em seus promotores são responsivos a infecções por patógenos.

Tabela 2 – Genes com maior quantidade de elementos *cis* em seus promotores. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.

| Genes | Locus ID | Chr | Propriedades Proteica | | | |
|-----------------|--------------------|-----|-----------------------|----------|------|----------|
| | | | Comp aa | MW (kDa) | PI | N° ERACs |
| <i>PvbZIP33</i> | Phvul.005G097800.1 | 5 | 330 | 37.614 | 6443 | 17 |
| <i>PvbZIP32</i> | Phvul.005G068500.1 | 5 | 333 | 36.897 | 7328 | 16 |
| <i>PvbZIP75</i> | Phvul.011G116800.1 | 11 | 330 | 37.479 | 5484 | 15 |

| | | | | | | |
|-----------------|--------------------|----|-----|--------|-------|----|
| <i>PvbZIP8</i> | Phvul.001G188300.1 | 1 | 504 | 56.158 | 6329 | 14 |
| <i>PvbZIP20</i> | Phvul.003G028800.1 | 3 | 463 | 51.489 | 7091 | 14 |
| <i>PvbZIP21</i> | Phvul.003G181500.1 | 3 | 211 | 23.966 | 7079 | 14 |
| <i>PvbZIP26</i> | Phvul.003G291800.1 | 3 | 409 | 45.388 | 10285 | 14 |
| <i>PvbZIP45</i> | Phvul.007G081000.1 | 7 | 241 | 26.921 | 6139 | 14 |
| <i>PvbZIP62</i> | Phvul.009G104100.1 | 9 | 294 | 31.993 | 5737 | 14 |
| <i>PvbZIP2</i> | Phvul.001G011800.1 | 1 | 157 | 18.141 | 10477 | 13 |
| <i>PvbZIP12</i> | Phvul.002G009200.1 | 2 | 176 | 20.454 | 11189 | 13 |
| <i>PvbZIP17</i> | Phvul.002G237600.1 | 2 | 160 | 17.964 | 5290 | 13 |
| <i>PvbZIP68</i> | Phvul.011G038200.1 | 11 | 562 | 61.361 | 6946 | 13 |
| <i>PvbZIP3</i> | Phvul.001G029500.1 | 1 | 141 | 16.595 | 11040 | 12 |
| <i>PvbZIP13</i> | Phvul.002G105700.1 | 2 | 181 | 20.049 | 9822 | 12 |
| <i>PvbZIP24</i> | Phvul.003G266100.1 | 3 | 156 | 17.758 | 10760 | 12 |
| <i>PvbZIP34</i> | Phvul.005G124100.1 | 5 | 487 | 53.732 | 7214 | 12 |
| <i>PvbZIP64</i> | Phvul.009G204300.1 | 9 | 189 | 21.496 | 8054 | 12 |
| <i>PvMYB49</i> | Phvul.009G068000.1 | 9 | 263 | 28.322 | 8944 | 15 |
| <i>PvMYB25</i> | Phvul.008G028000.1 | 8 | 262 | 30.132 | 7758 | 14 |
| <i>PvMYB2</i> | Phvul.005G131300.1 | 5 | 338 | 38.069 | 7387 | 13 |
| <i>PvMYB10</i> | Phvul.006G114800.1 | 6 | 282 | 31.797 | 9101 | 13 |
| <i>PvMYB27</i> | Phvul.008G038200.1 | 8 | 231 | 26.374 | 6054 | 13 |
| <i>PvMYB39</i> | Phvul.008G156100.1 | 8 | 397 | 45.398 | 9 | 13 |
| <i>PvMYB11</i> | Phvul.006G120800.1 | 6 | 330 | 37.237 | 6522 | 12 |
| <i>PvMYB29</i> | Phvul.008G038600.1 | 8 | 251 | 28.426 | 8217 | 12 |
| <i>PvMYB48</i> | Phvul.009G062700.1 | 9 | 225 | 24.868 | 8725 | 12 |
| <i>PvMYB68</i> | Phvul.011G019200.1 | 11 | 323 | 36.075 | 5793 | 12 |
| <i>PvMYB70</i> | Phvul.011G059800.1 | 11 | 328 | 36.686 | 5219 | 12 |
| <i>PvMYB75</i> | Phvul.011G109700.1 | 11 | 325 | 36.493 | 5471 | 12 |
| <i>PvMYB9</i> | Phvul.006G105200.1 | 6 | 216 | 24.104 | 8966 | 11 |
| <i>PvMYB50</i> | Phvul.009G075000.1 | 9 | 345 | 38.152 | 7602 | 11 |
| <i>PvMYB67</i> | Phvul.010G137500.1 | 10 | 347 | 39.089 | 6454 | 11 |
| <i>PvMYB6</i> | Phvul.006G061600.1 | 6 | 326 | 36.354 | 6781 | 10 |
| <i>PvMYB14</i> | Phvul.007G028700.1 | 7 | 306 | 34.936 | 6632 | 10 |
| <i>PvMYB18</i> | Phvul.007G206200.1 | 7 | 402 | 45.119 | 7096 | 10 |
| <i>PvWRKY62</i> | Phvul.008G185800.1 | 8 | 257 | 28.711 | 8393 | 17 |
| <i>PvWRKY16</i> | Phvul.002G196800.1 | 2 | 359 | 39.121 | 7058 | 16 |
| <i>PvWRKY8</i> | Phvul.001G218500.1 | 1 | 520 | 56.014 | 7965 | 15 |
| <i>PvWRKY14</i> | Phvul.002G160100.1 | 2 | 240 | 27.044 | 8467 | 15 |
| <i>PvWRKY23</i> | Phvul.002G293200.1 | 2 | 293 | 32.846 | 6180 | 15 |
| <i>PvWRKY37</i> | Phvul.005G116000.1 | 5 | 618 | 66.711 | 6412 | 15 |
| <i>PvWRKY57</i> | Phvul.008G058300.1 | 8 | 347 | 37.751 | 5934 | 15 |

| | | | | | | |
|--------------------|--------------------|----|-----|--------|-------|----|
| <i>PvWRKY73</i> | Phvul.009G101900.1 | 9 | 297 | 32.470 | 10434 | 15 |
| <i>PvWRKY9</i> | Phvul.002G016100.1 | 2 | 326 | 35.545 | 10170 | 14 |
| <i>PvWRKY30</i> | Phvul.003G240900.1 | 3 | 320 | 34.277 | 10098 | 14 |
| <i>PvWRKY83</i> | Phvul.010G104700.1 | 10 | 203 | 22.762 | 9158 | 14 |
| <i>PvWRKY84</i> | Phvul.010G111900.1 | 10 | 370 | 41.278 | 4911 | 14 |
| <i>PvWRKY3</i> | Phvul.001G042200.1 | 1 | 281 | 31.274 | 8382 | 13 |
| <i>PvWRKY13</i> | Phvul.002G103400.1 | 2 | 438 | 47.795 | 7979 | 13 |
| <i>PvWRKY15</i> | Phvul.002G163400.1 | 2 | 347 | 39.204 | 4861 | 13 |
| <i>PvWRKY21</i> | Phvul.002G266400.1 | 2 | 230 | 26.058 | 9229 | 13 |
| <i>PvWRKY26</i> | Phvul.003G116300.1 | 3 | 399 | 43.379 | 6235 | 13 |
| <i>PvWRKY29</i> | Phvul.003G192000.1 | 3 | 645 | 69.891 | 7136 | 13 |
| <i>PvWhirly3</i> | Phvul.006G106800.1 | 6 | 244 | 27.088 | 9838 | 11 |
| <i>PvWhirly2</i> | Phvul.003G068800.1 | 3 | 265 | 29.408 | 9834 | 10 |
| <i>PvWhirly2.1</i> | Phvul.003G068800.2 | 3 | 263 | 29.238 | 9834 | 10 |
| <i>PvWhirly1</i> | Phvul.002G089800.1 | 2 | 259 | 29.044 | 10086 | 9 |

Chr Cromossomos; Comp aa Comprimento aminoácidos; MW peso molecular; PI Ponto isoelétrico; PvbZIP, PvMYB, WRKY, PvWhirly fatores de transcrição bZIP, MYB, WRKY e Whirly em *Phaseolus vulgaris*. Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

3.4 Conclusões sobre o assunto 1

Os genes bZIP, MYB e WRKY estão distribuídos nos 11 cromossomos do feijão e os genes Whirly nos cromossomos 2, 3 e 6.

bZIP, MYB, WRKY apresentam proteínas distribuídas no núcleo e extracelular e Whirly no núcleo, extracelular e mitocôndria.

Maior frequência de genes com alta e baixa expressão está presente no sistema reprodutivo (botões florais, flores, vagens jovens e vagens maduras).

Os perfis de expressão dos genes MYB, bZIP, WRKY e Whirly mostram que os genes são mais próximos entre folhas e folíolos, caule 10 cm e 19 cm, raiz 10 cm e 19 cm.

ERACs frequentes nos promotores relacionados a resposta de defesa da planta são WRE 3, W-box, S-Box, MYC, MYC-like, MYB, STRE, AP-1, ABRE, AT~ABRE, TCA.

Os genes que apresentaram maior número de ERACs em seus promotores foram *PvbZIP33* e *PvWRKY62* com 17, *PvMYB49* 15 e *PvWhirly3* com 11 genes.

4 ASSUNTO 2 – Análise morfofenética de genótipos de feijão comum em resposta a *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae)

4.1 Introdução ao assunto 2

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é amplamente cultivado em diferentes sistemas de produção, representando diferentes climas, solos, genótipos e níveis de tecnologia, as mudanças climáticas como ambientes extremos de calor, seca e chuvas excessivas, doenças e pragas afetam drasticamente a produtividade. Para superar estes efeitos, as plantas desenvolveram resistência, principalmente contra insetos-praga e doenças (MUKANKUSI et al., 2019). A resistência de plantas a insetos é dividida em três categorias: antixenose, antibiose e tolerância (SULISTYO; INAYATI, 2016). Na antixenose (não-preferência) as características químicas e morfológicas que afetam negativamente o comportamento de preferência, para alimentação, oviposição e colonização do inseto (SMITH; CLEMENT, 2012; BOIÇA JUNIOR et al., 2015).

Características morfológicas da planta como tricomas e cor da planta podem afetar a locomoção, o acasalamento, a seleção hospedeira para alimentação e oviposição, além da ingestão e digestão do alimento pelos insetos, por exemplo, os tricomas podem impedir a fixação e limitar o movimento e a alimentação de pragas nas lavouras (MITCHELL et al., 2016). A cor do substrato, pode determinar a seleção inicial do hospedeiro pelo inseto afetando indiretamente sua alimentação e oviposição (CRUZ et al., 2012). Estudos realizados por Paron e Lara (2005), apresentaram relação inversa entre número de tricomas e o consumo de feijão comum por *D. speciosa*. A resistência de plantas em diferentes espécies de insetos mostraram relação significativa da cor da folha com a atratividade e a preferência (MERCADER et al., 2007; ZACHÉ; BALSIN; ZACHÉ, 2013; SCHLICK-SOUZA et al., 2017; HASANUZZAMAN et al., 2016).

As características químicas são relacionadas a compostos que atuam no comportamento (alimentação e oviposição) ou metabólitos secundários tóxicos, repelentes aos herbívoros ou capazes de atrair inimigos naturais, além de ativar espécies reativas de oxigênio (EROs) e fitormônios (LI et al., 2018; WANG et al., 2019). Alterações dos níveis de EROs e fitormônios são responsáveis por sinais

iniciais na ativação de respostas defensivas contra insetos herbívoros e patógenos como enzimas peroxidases, genes PRs e fatores de transcrição relacionados à defesa (SOUZA; DIAS; SILVA-FILHO, 2017).

As enzimas Peroxidase (POX) EC 1.11.1.7, Catalase (CAT) EC 1.11.1.6 e Superóxido Dismutase (SOD) EC 1.15.1.1 atuam na manutenção de níveis oxidativos na célula vegetal. Em tabaco transgênico os níveis de POX, CAT e SOD foram alterados em resposta a estresse biótico (ZHAO et al., 2018). O NPR1 é responsável por regular as respostas imunes induzidas por Ácido Salicílico (SA). Em *Arabidopsis*, NPR1 foi necessário para a expressão do gene PR induzido por SA e resistência a patógenos (BACKER; NAIDOO; BERG, 2019). Os FTs bZIP e Whirly são relatados com papéis importantes na resposta defensiva das plantas aos insetos. Em *Arabidopsis thaliana* membros do grupo C (AtbZIP9/ AtbZIP10/ AtbZIP63), D (AtbZIP47) e S descritos pelo envolvimento em resposta a estresses bióticos (JAKOBY et al., 2002). Em *Arabidopsis* e batata (*Solanum tuberosum*), ortólogos Whirly foram capazes de regular a expressão de gene de defesa (DESVEAUX et al., 2004).

Portanto, para seleção de genótipos de feijão comum resistentes a *D. speciosa* há necessidade de informações que auxiliem na compreensão da relação entre planta e inseto, como os mecanismos químicos, físicos e morfológicos atuam na defesa da planta. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar as características morfogênicas de genótipos de feijão comum em resposta a *D. speciosa*.

4.2 Procedimentos metodológicos do assunto 2

4.2.1 Bioensaio com e sem chance de escolha

Os genótipos de feijão foram semeados em vasos de 5 L com substrato comercial, onde foram colocadas 5 sementes em cada vaso com adubação de 4.6 g NPK (15:20:20) por vaso e irrigação diária (PARÓN, LARA; 2001). As plantas foram mantidas em casa de vegetação até o momento de utilização nos bioensaios (estádio fenológico V4) (FERNANDES et al., 1982).

A fim de caracterizar a preferência alimentar de adultos de *D. speciosa*,

foram utilizados 10 genótipos de feijão (Tabela 3), dos quais foram extraídos discos foliares de 5 cm², cortados com vazador de metal.

Tabela 3 – Genótipos de feijão comum utilizados para análise de resistência à *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.

| Genótipo | Tegumento | Informações adicionais |
|-------------------|---|---|
| BRS Estilo | Bege claro a cinza, com listras marrons | Originou-se do cruzamento EMP 250 /4/ A 769 /// A 429 / XAN 252 // V 8025 /PINTO VI 114, realizado em 1991, no Centro Internacional de Agricultura tropical (CIAT), localizado em Cali, Colômbia. |
| IAC Imperador | Bege clara a cinza com listras marrons | Originada de Cruzamentos múltiplos entre as genótipos de IAC Carioca Eté e Carioca precoce, retrocruzamentos da F1 com IAC Carioca Eté. |
| IPR Tangará | Bege claro a cinza, com listras marrons | Cruzamento entre a linhagem melhorada LP95-92, descendente de IAPAR 31, e as cultivar 31 e Pérola. |
| BRS Campeiro | Preto | A cultivar BRS Campeiro originou-se de um programa de indução de mutação visando alterar a cor do tegumento da cultivar Corrente, desenvolvida pela Embrapa Arroz e Feijão |
| ANFC9 | Bege claro a cinza, com listras marrons | - |
| IPR Tuiuiú | Preto | Originou-se do cruzamento realizado em casa de vegetação do IAPAR, entre a linhagem melhorada LP96-72, desenvolvida pelo IAPAR |
| BRS Esplendor | Preto | A BRS Esplendor originou-se do cruzamento CB911863/AN9123293 |
| IPR Uirapuru | Preto | BAC29/PR1711/3/NEP2/2/PUEBLA173/ICAPIJÃO |
| BRSMG Madrepérola | Bege (pouco rosado, com estrias e/ou pontos marrom claro) | BRSMG Madrepérola originou-se do cruzamento entre as linhagens AN 512666-0 e AN. 730031 |
| IPR Curió | Bege claro com listras marrom claras | - |

Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

Posteriormente, foram montadas arenas forradas com papel-filtro umedecido, nas quais foram distribuídos, equidistantes do centro, dez discos foliares com a face adaxial voltada para cima, sendo um disco de cada cultivar. No centro de cada arena foram liberados dez insetos adultos de *D. speciosa*, os quais tiveram livre acesso à alimentação durante 24 horas. Foram utilizadas 10 repetições, totalizando 100 insetos liberados (Figura 11 A).

Os insetos presentes nos discos foram avaliados em 1, 3, 6, 12 e 24 horas após a liberação. Ao término da contagem foi estimado o índice de atratividade, (LIN et al., 1990; BALDIN; LARA, 2001; BALDIN et al., 2005), através da equação:

$$IA = \frac{2T}{T + P}$$

Onde:

IA = Índice de atratividade

T= no de insetos atraídos para a cultivar avaliada

P= nº de insetos atraídos para a cultivar padrão

Os valores de IA variam entre zero e dois, sendo que:

IA = 1 indica atração semelhante entre a cultivar avaliada e o padrão

IA < 1 corresponde a uma menor atração pela cultivar

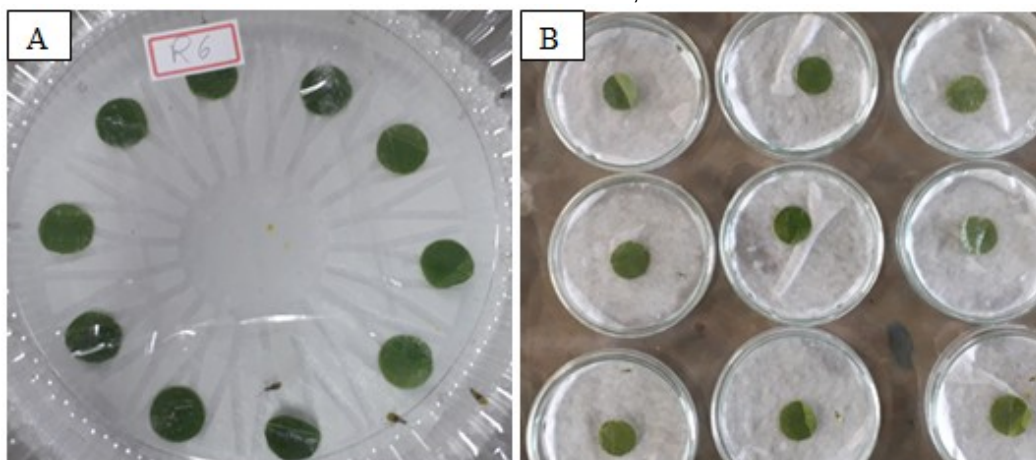
IA > 1 indica maior atração pela cultivar avaliada em relação ao padrão

Os genótipos de feijão foram classificados comparando-se os índices obtidos no genótipo avaliado com o padrão. Esse ensaio foi realizado sob condições de laboratório ($25 \pm 2^\circ\text{C}$, $60 \pm 5\%$ UR, 12:12 LD), seguindo o delineamento em bloco casualizado. A cultivar BRS Esplendor foi utilizada como padrão segundo metodologia de BOIÇA JÚNIOR et al. (2015), considerado genótipo susceptível.

Após 24 horas, as arenas foram desmontadas e os discos foliares retirados para análise da área foliar, em scanner (HP Deskjet F2180), e processamento das imagens no software ImageJ (RASBAND, 1997-2015) e analisadas em cm^2 . Assim, a área foliar consumida pelo inseto (AFC) foi obtida pela diferença entre a área foliar inicial (AFI) e a área foliar remanescente após 24 horas (AFR).

Para o teste sem chance de escolha, seguiu-se a mesma metodologia para obtenção dos discos foliares e avaliação empregado no teste com chance de escolha, com o delineamento inteiramente casualizado, onde um disco foliar de feijão foi colocado isoladamente no centro de cada placa de Petri (8 x 2 cm), com 1 inseto adulto (Figura 11 B).

Figura 11 – Bioensaio de preferência e consumo de genótipos de feijão comum por *Diabrotica speciosa*. A) Com chance de escolha e B) sem chance de escolha. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.



Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

4.2.2 Análise enzimática e molecular

4.2.2.1 Obtenção do material vegetal e desafio com *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824)

Foram plantados 10 genótipos de feijão comum (Tabela 3). O cultivo das plantas foi realizado conforme metodologia de Paron e Lara (2001), os genótipos foram semeados em copos de 500 mL com substrato comercial, colocadas 2 sementes por vaso e irrigados diariamente. As plantas foram mantidas em casa de vegetação até o momento de utilização nos experimentos (estádio fenológico V4) (FERNANDES et al., 1982).

Os insetos adultos de *D. speciosa* foram coletados em cultivos de feijão na área experimental do curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Pato Branco, Paraná, localizada nas coordenadas 26°41'17" Sul e 52°41'17" Oeste, os quais foram transferidos para o laboratório e mantidos em sala climatizada, sob temperatura de 25±2°C, fotofase de 12 h, acondicionados em gaiolas de acrílico e tela antiafídeo (30x30x30 cm), alimentados com folhas de feijão conforme a metodologia descrita por Ávila et al. (2000). O fundo da gaiola foi revestido nos cantos com chapa de alumínio galvanizado e no centro com tela de náilon. A tela no fundo da gaiola foi colocada para evitar o excesso de

umidade, bem como para permitir a passagem de pequenos detritos de planta provenientes da alimentação do inseto, os quais ficaram retidos em uma folha de papel colocada sob a gaiola, funcionando como um dispositivo "auto-limpante". Para a obtenção de posturas, foram utilizadas placas de Petri (14 cm de diâmetro x 2 cm de altura), contendo, no fundo, uma esponja fina umedecida e, sobre esta, gaze de coloração preta, conforme metodologia de Milanez (1997). Os ovos foram retirados do substrato de oviposição, lavando-se a gaze em água corrente sobre um tecido fino (voil), onde ficaram retidos. Para evitar a contaminação por fungos durante o período de incubação, os ovos foram tratados com solução de sulfato de cobre (CuSO₄) a 1%, durante dois minutos e, em seguida, transferidos para placas de Petri (9 cm de diâmetro x 1cm de altura), forradas com papel filtro umedecido (ÁVILA et al., 2000).

Após a eclosão as larvas foram transferidas para plântulas de milho convencional com auxílio de um pincel de cerdas finas, e mantidos até a fase adulta. Os adultos recém-emergidos foram acondicionados em gaiolas e utilizados nos experimentos e manutenção da criação (ÁVILA et al., 2000).

Os vasos de cada genótipo de feijão (Tabela 1) foram isolados e protegidos, onde foram liberados 2 adultos de *D. speciosa* por vaso, cada genótipo constituiu de 3 repetições, as plantas foram mantidas em laboratório em condições controladas (24 ± 2°C, 60 %U.R), coletadas em 0, 24 e 48 horas após a liberação dos insetos. As folhas coletadas foram envolvidas em papel alumínio devidamente identificadas e mergulhadas em nitrogênio líquido, em seguida acondicionadas em freezer -80°C.

4.2.2.2 Ensaio de enzimas de genótipos de feijão

4.2.2.2.1 Extração e ensaio de enzimas de genótipos de feijão

O extrato enzimático foi obtido conforme metodologia de Bettini et al. (2014) com modificações. Aproximadamente 0,5 g de tecido vegetal das amostras coletadas em 0, 24 e 48 h foram maceradas em nitrogênio líquido, adicionados 4% (p/p) de PVPP (polivinilpirrolidona) e tampão de extração (fosfato de potássio 100

mM pH 7,5 acrescido de 1 mM de EDTA e 3 mM de DTT), na proporção de 5 mL por 1 g de tecido vegetal. O macerado foi centrifugado por 30 minutos a 12000 g em centrífuga refrigerada a 4°C. O precipitado foi descartado e o sobrenadante armazenado em ultra-freezer a -80° C e utilizado como extrato enzimático. O teor de proteínas foi determinado pela metodologia proposta por Bradford (1976).

4.2.2.2.2 Atividade da Peroxidase (POX)

A atividade da POX foi determinada conforme metodologia de Flurkey e Jen (1978). O meio de reação composto por tampão fosfato de potássio 25 mM pH 6.8, 2.25 mM de guaiacol e 10 mM peróxido de hidrogênio. A 3 mL de meio de reação foi realizada a adição de 25 uL de extrato enzimático. A formação de tetraguaiacol monitorada a 470 nm por 60 segundos em espectrofotômetro (Shimadzu, UV-1800, Tóquio, Japão). Para cálculo da atividade enzimática foi utilizado o coeficiente de extinção molar do tetraguaiacol ($26.6 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$) e a atividade da enzima expressa em $\mu\text{M mg}^{-1}$ de prot. min^{-1} .

4.2.2.2.3 Atividade da Catalase (CAT)

Para determinação da atividade da CAT foi utilizada a metodologia de Haver e McHale (1987) com modificações. A 3 mL de meio de reação foi realizada a adição de 25 uL de extrato enzimático. O meio de reação composto por tampão fosfato de potássio 50 mM, pH 7,5 e 16 mM de peróxido de hidrogênio mantidos a 25°C. Imediatamente após a adição do extrato enzimático, foi monitorado o consumo de peróxido de hidrogênio a 240 nm por 60 segundos em espectrofotômetro (Shimadzu, UV-1800, Tóquio, Japão). A atividade enzimática calculada utilizando o coeficiente de extinção molar do peróxido de hidrogênio ($34.4 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$), e a atividade expressa em função do teor de proteína ($\mu\text{M mg}^{-1}$ de prot. min^{-1}).

4.2.2.2.4 Atividade Superóxido Dismutase (SOD)

A atividade da SOD foi avaliada conforme metodologia apresentada por Giannopolitis e Ries (1977) com modificações. A avaliação foi realizada pela capacidade da enzima inibir a fotorredução do azul de nitrotetrazólio (NBT). O meio reação composto por tampão fosfato 52.5 mM pH 7,8, EDTA 0.1 mM, NBT 0,075 mM, metionina 13 mM e riboflavina 2 µM. Para quantificação da atividade enzimática, em tubos de ensaio, foi realizada a adição de 25 µL do extrato enzimático a 3 mL do meio de reação. Os tubos foram incubados sob lâmpada fluorescente de 15 Watts por 10 minutos. Para o branco foi realizada a reação substituindo o extrato enzimático pelo tampão de extração. Já para o controle, em tubo de ensaio, foi realizada a adição de 25 µL de extrato enzimático a 3 mL de meio de reação, o qual permaneceu 10 minutos no escuro antes de proceder a leitura. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro (Shimadzu, UV-1800, Tóquio, Japão) em cubetas de polipropileno (PP) em 560 nm. Foi considerada uma unidade de SOD a quantidade de enzima capaz de inibir 50% da fotorredução do NBT nas condições de estudo. A atividade da enzima SOD foi expressa em função da quantidade de proteína (U mg prot⁻¹ min⁻¹).

Equação:

$$\%Inibição = \frac{\Delta K - \Delta A}{\Delta K} \times 100$$

$$Volume\ Atividade \left(\frac{Unidades}{mL} \right) = \frac{\%Inibição}{50\% \times 0.02}$$

$$Atividade\ enzima \left(\frac{Unidades}{mg} \right) = \frac{Unidades/mL}{mg\ proteína/mL}$$

ΔK = Absorbância no Controle

50%= Inibição da taxa de NBT

0.02= Volume (mL) da amostra usada

4.2.2.3 Análise dos perfis de expressão gênica por reação em cadeia de polimerase via transcriptase reversa (RT-PCR) semiquantitativa

4.2.2.3.1 Desenho dos iniciadores

Os iniciadores foram desenhados a partir de sequências codificadoras (CDS) do inglês coding sequence, de *Phaseolus vulgaris* 2.1, (DOE-JGI e USDA-NIFA, <http://phytozome.jgi.doe.gov/>). depositadas no banco de dados *Phytozome* 12.1 (<http://phytozome.jgi.doe.gov/>) As famílias escolhidas foram: bZIPs, NPR1 e Whirly, como referência o gene actina (Tabela 4).

O desenho dos iniciadores foi feito no programa computacional Primer3Plus (UNTERGASSER et al., 2007) apresentando tamanhos de amplicons variando entre 150 e 300 pares de bases, o tamanho dos iniciadores com cerca de 20 pares de nucleotídeos e temperatura de anelamento o mais próximo possível de 60°C. Através da ferramenta Basic Local Alignment Search Tool (BLAST) (LOBO, 2008), as sequências dos oligonucleotídeos foram alinhadas com as CDS no intuito de confirmar a posição dos iniciadores forward e reverse (Tabela 4).

Após aquisição dos oligonucleotídeos, os iniciadores passaram por processo de eluição conforme indicação do fabricante (100 µM) e posterior diluição para formação de uma solução de trabalho a 10 µM em Tris-EDTA, pH 8.0 do DNA.

Tabela 4 – Sequências de iniciadores desenhadas a partir de sequências codificadoras (CDS) depositadas no banco de dados *Phytozome*. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.

| Nome do iniciador | locus | Sequência | TM (°C) | Conteúdo CG | Fragmento (pb) |
|-------------------|--------------------|----------------------|-----------|-------------|----------------|
| WRKY_F | Phvul.001G042200.1 | CCCTCACTTTCTCCCAAACA | 60.1 °C | 55.00% | 284 bp |
| WRKY_R | Phvul.001G042200.1 | TCTGCTTTTCTCTTGCCTGA | 59.9.0 °C | 45.00% | 284 bp |
| bZIP_F | Phvul.001G009000.1 | TGGGAGGAAAGAGGATGATG | 60 °C | 50.00% | 207 bp |
| bZIP_R | Phvul.001G009000.1 | CAGCTTGAAGTAGCCCTTG | 60 °C | 55.00% | 207 bp |
| NPR1_F | Phvul.008G195900.1 | TTGGAAAAAGAGCTCCCTCA | 59.9 °C | 45.00% | 230 bp |
| NPR1_R | Phvul.008G195900.1 | TAGGCACAGGCATAGTGCAG | 60 °C | 55.00% | 230 bp |
| MYB_F | Phvul.003G067800.1 | AGAAGGAGCACAACGAGGA | 60 °C | 50.00% | 218 bp |
| MYB_R | Phvul.003G067800.1 | CTCAGCTGACCATCCACCTT | 60.3 °C | 55.00% | 218 bp |
| WHIRLY_F | Phvul.003G068800.1 | GTCGCCACTCTGACCTCTTC | 60 °C | 60.00% | 237 bp |
| WHIRLY_R | Phvul.003G068800.1 | TACCAACAGCAGGTGCAAAC | 59.8 °C | 50.00% | 237 bp |
| Actina_F | Phvul.007G129000.1 | TCACCATACTTGGCCACAAA | 60.0 °C | 45.00% | 320 bp |
| Actina_R | Phvul.007G129000.1 | CAGATCTCCGGAAAAATCA | 60.0 °C | 45.00% | 320 bp |
| Cystatin_F | Pv003G065700 | CAGCATCCCTCTCACCTCTC | 59.9 °C | 60.00% | 346 bp |
| Cystatin_R | Pv003G065700 | CTTGGTCCCAGACACCATCT | 60.0 °C | 55.00% | 346 bp |
| Cystein_F | Phvul.003G066200.1 | CAGCCCCAATATCGAAGAAA | 60.0 °C | 45.00% | 192 pb |

| | | | | | |
|-----------|--------------------|----------------------|---------|--------|--------|
| Cystein_R | Phvul.003G066200.1 | GCAAACGCAATCTCCTTCAT | 60.2 °C | 45.00% | 192 pb |
| Serina_F | Phvul.002G251800.1 | TGGACCATCACCTATGAGCA | 60.1 °C | 50.00% | 283 bp |
| Serina_R | Phvul.002G251800.1 | GATCAAAGGTTGCCCTTGA | 60.1 °C | 45.00% | 283 bp |
| MPK6_F | Phvul.003G059500.1 | GAATATTCCGGCCACTCTCA | 60.0 °C | 50.00% | 256 bp |
| MPK6_R | Phvul.003G059500.1 | ATGATCCATGTGACGAAGCA | 60.1 °C | 45.00% | 256 bp |
| Lectina_F | Phvul.007G070100.1 | ACAGTGGAGGAAACCCTGTG | 60.0 °C | 55.00% | 329 bp |
| Lectina_R | Phvul.007G070100.1 | GGCATTAGGGAAGGTGTCAA | 59.9 °C | 50.00% | 329 bp |

Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

4.2.2.3.2 Extração do RNA Total de folhas de feijão

Todo material utilizado (almofarizes, pistilos, espátulas, béqueres) foi tratado previamente com água DEPC 0.1% (0.1 mL de DEPC dissolvidos em 100 mL de água ultrapura em agitador magnético). A solução não foi autoclavada, pois após a autoclavagem o DEPC torna-se ineficiente. As bancadas, cubas, pipetas, foram previamente limpas com papel toalha contendo RNase away (Invitrogen) para evitar contaminação com RNases. Todo o procedimento realizado utilizando luvas.

As folhas (1g) de cada amostra foram trituradas em almofariz contendo nitrogênio líquido, posteriormente 100 mg transferidas para um microtubo de 2 mL e adicionado 1mL de Quikzol Reagent (Ludwig) aos microtubos e acondicionados em caixa contendo gelo. Após este processo, os tubos foram incubados por 10 minutos à temperatura ambiente, sendo a cada 2 minutos homogeneizados lentamente por inversão.

O material foi centrifugado a 4°C por 10 minutos, com 12.000 rpm. O sobrenadante recuperado em um novo tubo autoclavado, o precipitado foi descartado. Adicionado 200 µL de clorofórmio para solubilizar os lipídios. Os tubos agitados por 15 segundos no vórtex. Os tubos foram incubados por 7 minutos à temperatura ambiente e posteriormente centrifugados 4°C por 15 minutos, com 12.000 rpm.

A fase aquosa sobrenadante contendo RNA removida com a auxílio de uma pipeta e colocada em um novo tubo autoclavado. A fase intermediária, contendo DNA e o sedimento contendo as proteínas foram descartados. Foram adicionados 1/2 do volume de isopropanol e 1/2 do volume da solução de citrato de sódio (0.8 M) mais solução de NaCl (1.2 M) à fase aquosa contendo RNA (por exemplo: se a fase aquosa é de 500 µL foi adicionado 250 µL de isopropanol + 250

μL de citrato de sódio + NaCl), todos os reagentes gelados, a 4°C. Posteriormente, foram gentilmente vortexados e incubados a temperatura ambiente por 15 minutos e centrifugados à 4°C por 10 minutos, com 12.000 rpm.

O sobrenadante foi descartado e adicionado ao precipitado 1 mL de etanol 70% armazenado à 4°C, os tubos centrifugados à 4°C durante 5 minutos com 7.000 rpm. O sobrenadante foi descartado vertendo para outro recipiente e com uma pipeta (200 μL) retirado o restante do etanol. Os tubos contendo o RNA permaneceram secando em câmara de fluxo laminar por 10 minutos. Quando os tubos estavam secos, o RNA foi eluído em 20 μL de água ultrapura livre de RNase. Os RNAs foram armazenados a 4°C, e no dia seguinte realizada a verificação de sua integridade em eletroforese em gel de agarose 0,8 % corado com Gel Red (Biotium) e observado em transiluminador.

A quantificação do RNA realizada em espectrofotômetro, feitas leituras da absorbância (OD) a 230, 260 e 280 nm. A razão 260/230 superior a 2. A razão entre as absorbâncias a 260/280 1,8 e 2,0 para que não haja contaminação com proteínas. Com base na absorbância foi calculada a concentração do RNA em ng/ μL .

3.2.2.3.3 Síntese da Primeira fita de cDNA

A primeira fita de cDNA foi sintetizada a partir de 2 μg de RNA. O RNA de cada amostra foi tratado com a enzima DNase I (Amplification Grade Dnase I, Invitrogen™) para eliminação do DNA. Para a síntese da primeira fita de cDNA feita a transcrição reversa pela enzima transcriptase reversa (RT) com o uso do iniciador Oligod(T) (Invitrogen™) para que a fita de cDNA fosse sintetizada a partir da cauda poli-A da molécula de RNAm (RNA 30 mensageiro) utilizando o kit SuperScript™ First-Strand Synthesis System for RT-PCR (Invitrogen™) de acordo com as recomendações do fabricante.

3.2.2.3.4 PCR Semiquantitativa

A reação de PCR foi realizada em termociclador em reações com volume de 25 μ L, sendo cada reação composta por: 1 μ L de cDNA, 9 pmol de cada um dos primers, 200 μ M de cada um dos deoxinucleotídeos (dATP, dCTP, dGTP, dTTP), 2,5 μ L de tampão da enzima (20mM Tris-HCl pH8.0), 2 unidades da enzima Taq DNA Polimerase (InvitrogenTM). As reações foram acompanhadas de um controle de contaminação da reação ausente de material genético.

Para a amplificação dos genes foi realizada uma etapa de desnaturação inicial de 95°C por 5 minutos, e ao final realizada uma extensão de 72°C por 10 minutos para todos os genes. As temperaturas de anelamento específicas para cada par de primer, foram utilizados 36 ciclos os quais foram estabelecidos de modo que ao fim da reação atingisse a fase platô evitando falsos positivos.

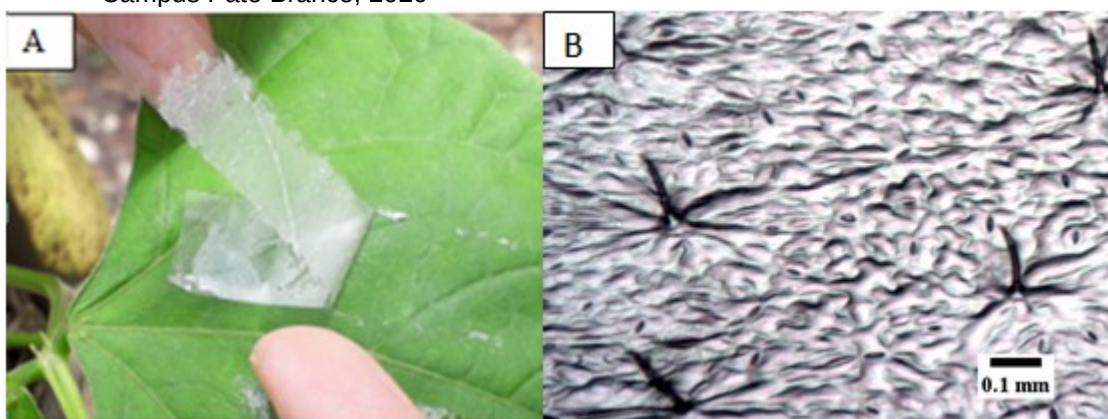
Ao final da reação, o produto amplificado foi submetido à eletroforese em gel de agarose 1,8%, corado com Gel Red (Biotium), durante 150 minutos a 80 volts. Após a corrida, o gel foi observado em transiluminador e fotodocumentado. As imagens armazenadas, e os perfis de expressão de cada gene alvo avaliada pela densitometria das bandas utilizando o software ImageJ (RASBAND, 2007-2015). Os dados da expressão dos genes foram obtidos através da densidade da banda do gene alvo/densidade da banda do gene referência (COOLS; ISHII, 2002).

4.2.3 Densidade de tricomas nas folhas de feijão comum

Para avaliação de densidade de tricomas foi utilizado o método descrito por Voleníková e Tichá (2001), que consiste em cobrir as superfícies foliares com uma camada de esmalte incolor, que ao se solidificar retrata a imagem da superfície da folha (Figura 12 A). Foram utilizados 10 genótipos de feijão (Tabela 3), no estágio vegetativo (V4) (FERNANDES et al., 1982), camadas de esmalte foram aplicadas nos trifólios intermediários de feijão completamente expandido, de coloração e aspecto uniformes, nas superfícies adaxial e abaxial. Após secas, as camadas de esmalte foram removidas e montadas em lâminas, imagens dos tecidos foram feitas

com um microscópio de projeção e gravado digitalmente usando uma câmera Olympus conectada a um microscópio óptico e observadas em microscópio binocular com aumento de 10 vezes (Figura 12 B). Foram analisadas áreas de 0.5 cm², obtida com auxílio de uma ocular milimetrada. Para cada planta, foram realizadas três lâminas em regiões aleatórias da folha.

Figura 12 – Avaliação de densidade de tricomas. A) Impressão digital da folha e B) Imagem de tricomas de *P. vulgaris* em microscópio binocular com aumento de 10 vezes. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020



Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

4.2.4 Análise de colorimetria das folhas

Para determinar a cor, foram utilizados os índices colorimétricos dos genótipos de feijão comum. Quando as plantas atingiram o estágio fenológico V4 (FERNANDES et al., 1982), foram coletadas folhas das seções intermediárias de três plantas de cada genótipo (Tabela 1) (SCHLICK-SOUZA et al., 2018). Foram analisados os parâmetros a^* , b^* , C^* , L^* e h (MCGUIRE, 1992), seus parâmetros são L^* , que representa luminosidade, a^* e b^* , que representam coordenadas de cromaticidade. Nestas coordenadas, a^* e b^* indicam as direções das cores, nas quais $+a^*$ se move em direção ao espectro vermelho, $-a^*$ em direção ao espectro verde, $+b^*$ em direção ao espectro amarelo e $-b^*$ em direção ao espectro azul. O centro é acromático. À medida que a^* e b^* aumentam ou diminuem, o ponto afasta-se do centro e a cor aumenta. A cor das folhas foi determinada usando um colorímetro (Konica Minolta®, Japão, modelo Chroma meter CR-400, cor espaço $L^* a^* b^*$, por refletância). A calibração foi realizada com uma placa branca padrão seguindo as instruções do fabricante. Para cada folha, a porção central da superfície

adaxial foi avaliada. Foi adotado o delineamento de estudo randomizado com três repetições.

4.2.5 Índice de clorofila nas folhas

As avaliações indiretas de clorofila foram realizadas no estádio V4 (FERNANDES et al., 1982) no segundo trifólio dos genótipos de feijão (Tabela 1), sendo mensuradas com o auxílio de um clorofilômetro da marca comercial ClorofiLOG® modelo CFL 1030, produzido pela Falker Automação Agrícola, o qual expressa os resultados em um índice próprio denominado ICF: Índice de Clorofila Falker (FALKER, 2008). Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado com repetições para cada genótipo.

4.2.6 Determinação de açúcar total nas folhas

Para determinação de açúcar total foi utilizado o método do fenol-sulfúrico, no qual foram pesados 1 g do material vegetal (em triplicata) colocado em almofariz, adicionando 10 mL de tampão fosfato 0,2 M, pH 7,5, macerado e filtrado, retirado 10 µL do filtrado de cada amostra e transferido para tubo de ensaio, adicionando na seguinte ordem: 0,49 mL de tampão fosfato (ou água destilada), 0,5 mL de fenol a 5% e 2,5 mL de ácido sulfúrico (estes dois reagentes foram acrescentados utilizando a capela), em seguida foi realizada a leitura em espectrofotômetro (UVMini 1240 – Shimadzu, Quioto, Japão), em comprimento de onda (λ) 490 nm (DUBOIS et al., 1956), as leituras foram anotadas. Os valores obtidos foram comparados com a curva padrão de glicose nas concentrações de 0, 10, 20, 30, 40 e 50 µL.

4.2.7 Análise de dados

Os dados de atratividade foram calculados por análises não paramétricas e os valores comparados em relação ao genótipo padrão, expressando

assim o índice de atratividade dos insetos aos genótipos de feijão. Para os dados de consumo, densidade de tricomas, colorimetria e açúcar total foi realizada análise de variância, quando significativo a 5% de significância as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott ($P < 0,05$), com auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019).

Os dados de enzimas e expressão dos genes foram submetidos a análise de variância, quando significativo a 5% de significância as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott ($P < 0,05$) com auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019), posteriormente os dados foram transformados em mapa de calor com agrupamento hierárquico usando o software MeV (HOWE et al., 2010) (<http://www.tm4.org/mev.html>).

A fim de verificar a contribuição relativa dos caracteres para estudo da divergência genética dos genótipos, foi realizada análise multivariada, considerando a análise baseada na distância (D^2) de Mahalanobis, em que a importância relativa dos caracteres foi estimada por meio da participação dos componentes relativos a cada caractere (químico, genético e morfológico) no total da dissimilaridade observada utilizando o critério de Singh (1981). Visando identificar diversidade entre os genótipos, foi realizada a análise de agrupamento, considerando as estimativas dos valores genotípicos de cada genótipo, obtidas para cada um dos caracteres em estudo através da técnica de otimização proposta por Tocher, utilizando a matriz obtida pela análise da distância generalizada de Mahalanobis do programa estatístico GENES (CRUZ, 2013).

4.3 Resultados e discussão do assunto 2

4.3.1 Avaliação de resistência de genótipos de feijão por antixenose

Os resultados mostram que no bioensaio com chance escolha todos os genótipos foram repelentes aos insetos em relação ao Padrão (Figura 13). Para o bioensaio sem chance de escolha o IAC Imperador foi atrativo e ANFc9 e o BRSMG Madreperola foram neutros, enquanto os demais foram repelentes (Figura 14).

Os genótipos de feijão comum apresentaram resistência por antixenose

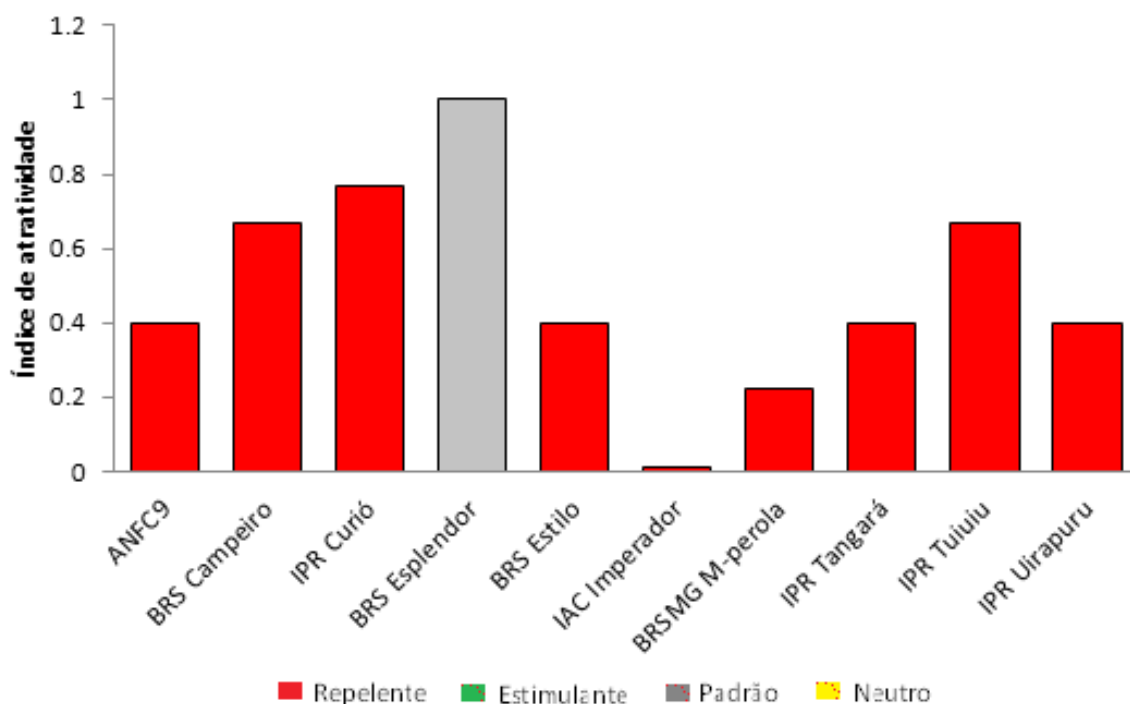
à *D. speciosa*. A resistência da planta pode ser expressa através de três mecanismos diferentes: antixenose, antibiose e tolerância (SMITH; CLEMENT, 2012). A resistência à antixenose ocorre quando fatores morfológicos ou químicos na planta afetam adversamente o comportamento dos artrópodes, levando à aceitação tardia e possivelmente à rejeição absoluta da planta como hospedeira para alimentação, oviposição ou abrigo (MORANDO et al., 2015).

No bioensaio com chance de escolha, mostra que os genótipos testados foram repelentes aos insetos, isso indica a presença de características químicas ou morfológicas das folhas nestes genótipos que provocaram a deterrência a *D. speciosa* (CUNNINGHAM, 2012). Provavelmente, as misturas de voláteis emitidas pelos discos das folhas não foram muito distintas entre os genótipos, desorientando os insetos para seleção dos genótipos adequados (BOIÇA JUNIOR et al., 2015). Como mencionado por Cunningham e Zalucki (2014), os sinais da interação entre pistas visuais e olfativas podem ser decisivos para as respostas dos insetos.

No caso do bioensaio sem chance de escolha, onde a característica de cada genótipo foi específica, o genótipo IAC Imperador foi classificado como atrativo aos insetos, ANFc9 e BRSMG Madreperola classificadas como nulos por apresentar índice de preferência igual ao genótipo BRS Esplendor utilizado como padrão, divergindo dos resultados do teste com chance de escolha. Estudos mostram que é comum essa divergência em testes com e sem chance de escolha. Sendo recomendado os bioensaios sem chance de escolha por ser mais semelhantes às condições de campo, onde há a interferência dos fatores ambientais e as culturas geralmente são cultivadas em monoculturas (SCHLICK-SOUZA et al., 2011; BOIÇA JUNIOR et al., 2015).

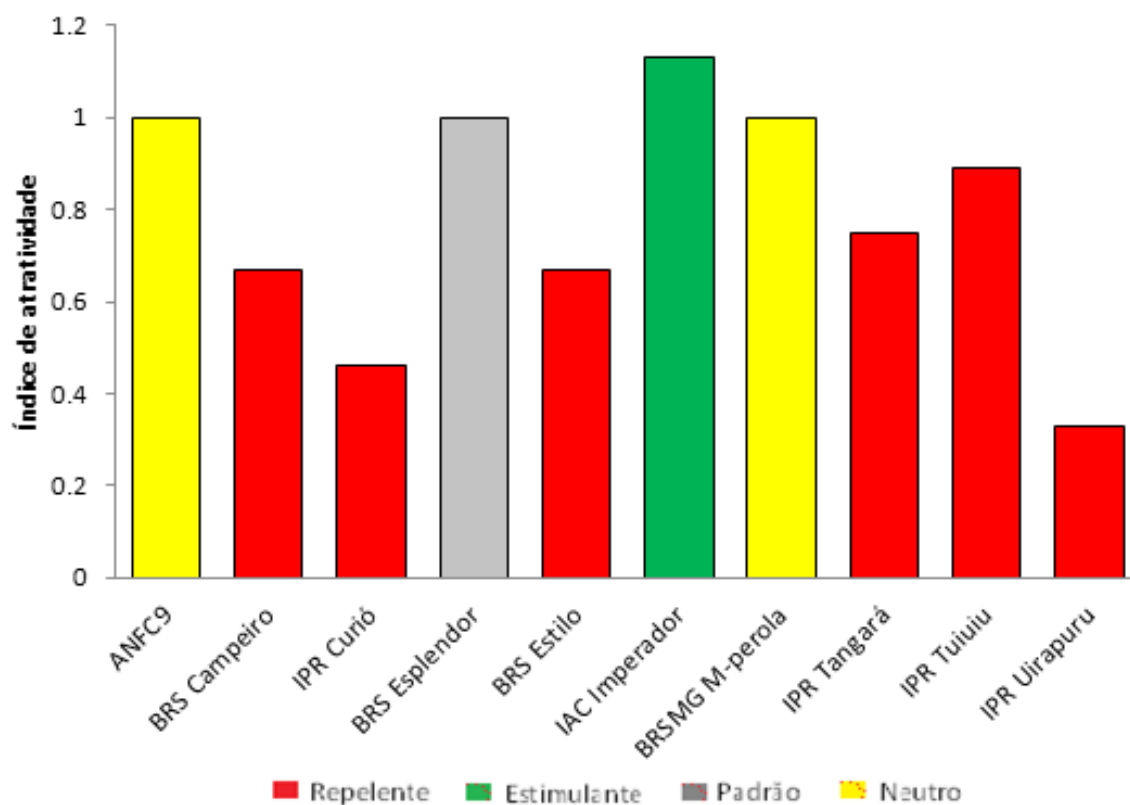
Apesar da importância econômica do feijão comum, poucos são os trabalhos que testaram a resistência a insetos. Estudo realizado por Boiça Junior et al. (2015), testando a antixenose e tolerância de *D. speciosa* com dez genótipos de feijão comum, obtiveram dois genótipos com menor preferência de *D. speciosa* para alimentação, entre eles o IAC Uirapuru, que também foi utilizado no nosso experimento, confirmando a deterrência ocorrida em ambos os ensaios com e sem chance de escolha realizado nesta pesquisa.

Figura 13 – Índice de atratividade de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) aos genótipos de feijão comum em bioensaio com chance de escolha. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.



Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

Figura 14 – Índice de atratividade de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) aos genótipos de feijão comum em bioensaio sem chance de escolha. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.



Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

O resultado da análise de variância do bioensaio para verificar a área consumida dos genótipos de feijão por *D. speciosa* foi significativo a 1% de significância para genótipo, condição e para interação entre genótipo x condição (Apêndice A).

A área consumida no bioensaio com chance de escolha mostra que o IPR Curió foi o mais consumido, seguido do BRS Campeiro, enquanto ANFc9, BRS Esplendor, BRS Estilo e IPR Tuiuí ficaram no grupo C, e os genótipos que tiveram menor área consumida foram IAC Imperador, BRSMG Madreperola, IPR Tangará no grupo D e IPR Uirapuru no grupo E (Figura 15).

No bioensaio sem chance de escolha a área consumida foi maior no BRS Campeiro e BRS Esplendor, seguido do IAC Imperador e IPR Tuiuí, com consumo intermediário no grupo D ficou o ANFc9, BRSMG Madreperola e com menor área consumida IPR Uirapuru no grupo E, IPR Curió e IPR Tangará no grupo F (Figura 15).

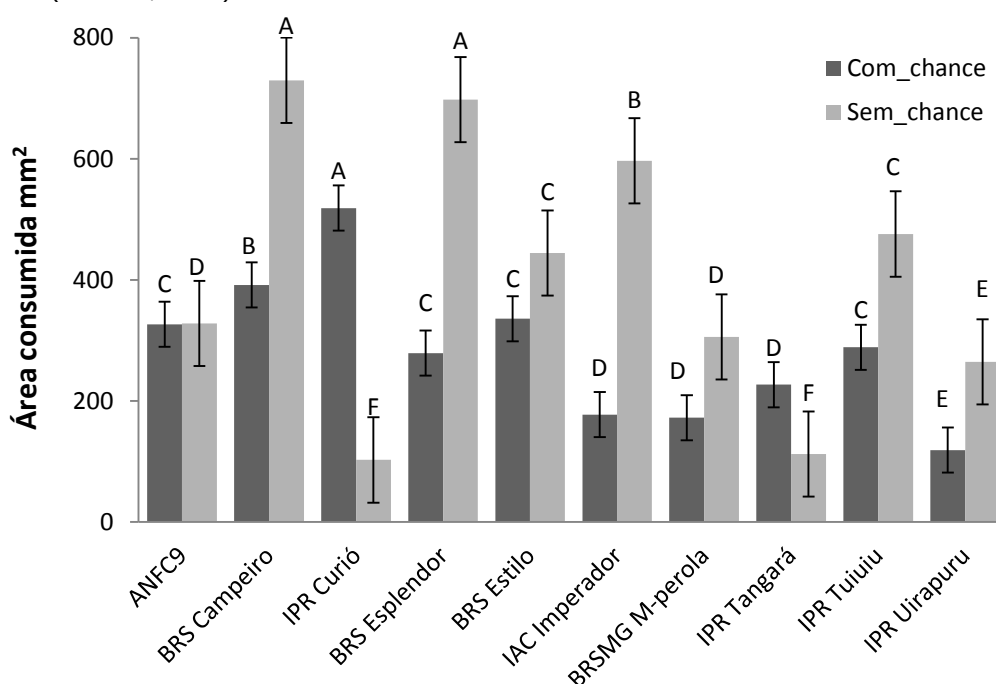
O IPR Curió apresentou menor repelência em teste com chance de escolha e apresentou maior área consumida. Enquanto no bioensaio sem chance de escolha os genótipos que foram nulos (ANFc9 e BRSMG Madreperola) ou com preferência (IAC Imperador) não foram os mais consumidos, uma das razões que pode justificar esse resultado deve se ao fato do genótipo padrão BRS Esplendor ser um dos mais suscetíveis a insetos (BOIÇA JÚNIOR et al., 2015), portanto, mesmo os outros apresentando alto índice de preferência, ainda serão considerados inferior a 1, ou seja, repelente, como pode ser observado no caso do BRS Campeiro e IPR Tuiuí.

O IAC Imperador apresentou preferência em teste sem chance de escolha um dos a apresentar maior área consumida. Portanto, BRS Esplendor, BRS Campeiro, IPR Tuiuí e IAC Imperador podem ser considerados os genótipos mais suscetíveis nos bioensaios de preferência e consumo de genótipos de feijão comum. Levando em consideração ambos os ensaios de preferência e consumo, os genótipos que apresentaram maior tolerância, com menor preferência e consumo foram IPR Uirapuru e IPR Tangará.

A não preferência para consumo observado nos genótipos de feijão comum revela resistência do tipo antixenose. A antixenose geralmente está relacionada a emissão de compostos voláteis, no entanto, segundo relatado por

Boiça Júnior et al. (2015) os voláteis emitidos pelas folhas do feijão comum não são eficazes o suficiente para repelir ou atrair algumas pragas, mas sua preferência pelo hospedeiro pode ser afetada por compostos inibidores nas folhas que são ativados imediatamente após a herbivoria. Compostos como isoflavonóides e proteínas inibidoras são relatadas em feijão comum, essas substâncias são conhecidas por interferir negativamente na alimentação, oviposição e desenvolvimento de insetos (LIMA et al., 2014; SHOOROOEI et al., 2018).

Figura 15 – Área foliar consumida mm² de genótipos de feijão comum por *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) em bioensaio com e sem chance de escolha.



Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas ENTRE OS GENÓTIPOS não diferem estatisticamente pelo teste Scott Knott a 5%. Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

4.3.2 Resultados da análise enzimática e expressão gênica

As análises enzimáticas dos genótipos de feijão comum após ataque de *D. speciosa* mostraram resultados significativos para genótipo, tempo de avaliação e interação entre genótipo x tempo para Catalase (CAT), Peroxidase (POX) e Superóxido Dismutase (SOD) (Apêndice B).

A atividade das enzimas CAT, POX e SOD foram realizadas em três avaliações, sendo a primeira avaliação, anterior a liberação dos insetos, a segunda e a terceira avaliação 24 e 48 horas após a liberação dos insetos, respectivamente. Os

genótipos que apresentaram maior atividade enzimática foram BRS Estilo, IAC Imperador, ANFc9, IPR Tuiuiú, BRS Esplendor, BRSMG Madreperola e IPR Curió (Tabela 5).

Os genótipos apresentam respostas específicas para as enzimas avaliadas, IPR Tangará, BRS Esplendor, IPR Tuiuiú, IPR Curió e IPR Uirapuru apresentaram maior atividade de CAT após danos causados por *D. speciosa* (Tabela 5). A atividade da POX sofreu incremento no IAC Imperador, Tangará, IPR Uirapuru, BRSMG Madreperola nos períodos de avaliação, os demais genótipos apresentaram redução da atividade após 24 e 48 h (Tabela 5). A atividade da SOD entre os genótipos foi maior para o BRS Estilo, IAC Imperador, IPR Tuiuiú, BRSMG Madreperola e IPR Curió. Após os danos pelos insetos BRS Estilo, IAC Imperador, IPR Tuiuiú e BRS Esplendor aumentaram a atividade desta enzima (Tabela 5).

A cultura de feijão durante seu desenvolvimento sofre diversos tipos de estresses, como danos por doenças e insetos. Após o estresse a planta reconhece os danos e ativa diversos sinais, como espécies reativas de oxigênio (EROs). Assim, o aumento da atividade das enzimas dos genótipos de feijão mostra que após danos por *D. speciosa* houve aumento de EROs. Quando percebidas como subprodutos tóxicos as EROs são responsáveis por causar danos oxidativos nas células. Os danos oxidativos causados por excesso de EROs resultam em disfunção das mitocôndrias e inativação enzimática (OZYIGIT et al., 2016).

A alteração da atividade de POX, CAT e SOD nos genótipos de feijão quando atacados por *D. speciosa* reflete a ação destas enzimas na eliminação de EROs, a sua importância na homeostase da célula vegetal e a sua capacidade de tolerar o estresse. A detoxificação de EROs é crucial para o equilíbrio da sua concentração, para sua sobrevivência as plantas evoluíram sistemas antioxidantes não enzimáticos e enzimáticos para eliminar excesso de EROs, o sistema antioxidante enzimático inclui vários componentes, como SOD, CAT e POX (TANG et al., 2019).

Os genótipos IAC Imperador, IPR Tangará, BRS Esplendor, IPR Uirapuru e BRSMG Madreperola foram os genótipos que apresentaram maior conteúdo enzimático após danos por *D. speciosa*, demonstrando maior capacidade de detoxificação ou tolerância ao estresse. As plantas mais tolerantes geralmente apresentam níveis de atividade enzimática mais altos que as plantas susceptíveis,

aumentando sua capacidade para eliminar as EROs e evitar danos oxidativos, desta forma a SOD catalisa a conversão de $\cdot O_2$ em H_2O_2 e a CAT remove o H_2O_2 resultante, enquanto a POX é responsável pela eliminação de H_2O_2 durante o estresse oxidativo nas plantas (DAS; ARYADEEP, 2014). Tang et al. (2019) estudaram a capacidade antioxidante de batata doce associada ao estresse por armazenamento e observaram que os genótipos tolerantes apresentaram maiores níveis das enzimas antioxidantes quando comparados a genótipos susceptíveis.

Assim como o ocorrido nesta pesquisa Zhao et al. (2018) estudaram respostas de enzimas antioxidantes induzidas por mosca branca em plantas de tabaco, na defesa contra pulgões e observaram aumento na atividade da catalase, a qual pode desempenhar um papel dominante na defesa e tolerância da planta. Pandey et al. (2017), evidenciaram explosão oxidativa, componente essencial da sinalização o qual foi regulado precocemente após ferimento em grão de bico, confirmando que o acúmulo de espécies reativas de oxigênio (EROs) é um evento precoce que ocorre poucos minutos após o ferimento ou a herbivoria. Sendo esses propostos como um sinal local difusível para ativação dos genes de defesa.

Tabela 5 – Atividade enzimática de genótipos de feijão comum expostos ao ataque de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.

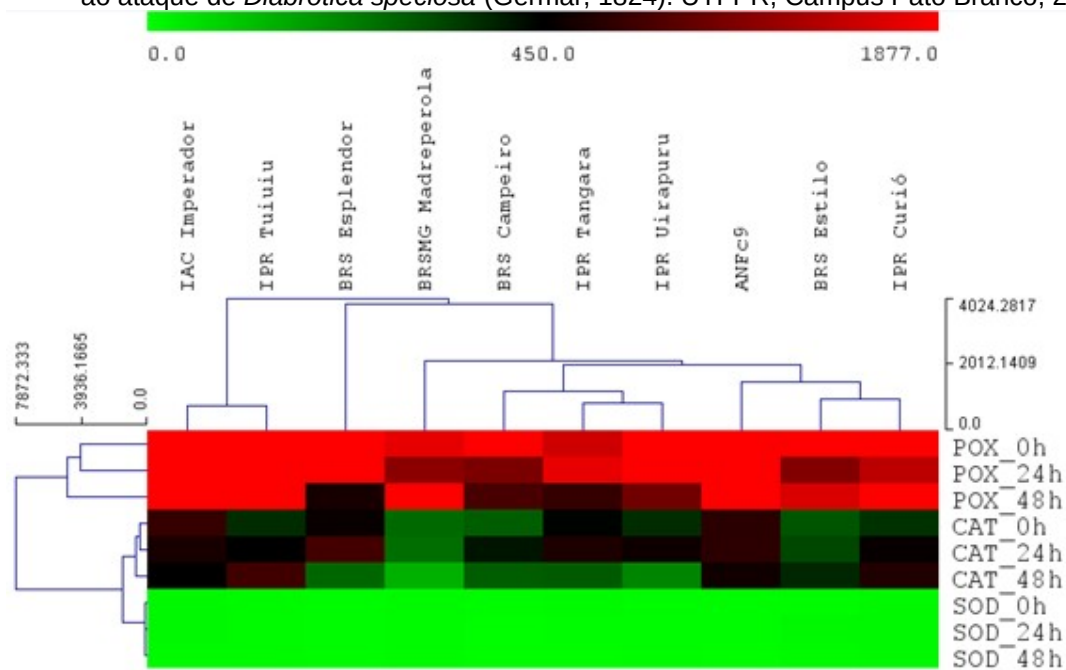
| Genótipo | CAT | | | POX | | | SOD | | |
|----------------------|--------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|
| | 0 hora | 24 horas | 48 horas | 0 hora | 24 horas | 48 horas | 0 hora | 24 horas | 48 horas |
| BRS Estilo | 310 Aa | 334 Ca | 390 Ca | 2962 Ba | 1156 Ba | 1667 Ba | 4.1 Cb | 9.3 Aa | 6.2 Ab |
| IAC Imperador | 736 Aa | 577 Ab | 464 Bb | 4399 Aa | 3125 Aa | 4718 Aa | 9.1 Ba | 10.0 Aa | 8.2 Aa |
| IPR Tangará | 444 Bb | 598 Aa | 299 Cb | 1600 Ba | 1758 Ba | 727 Ba | 6.1 Ca | 4.6 Cb | 3.1 Bb |
| BRS Campeiro | 294 Ba | 418 Ba | 295 Ca | 2248 Ba | 1125 Ba | 828 Ba | 4.3 Ca | 2.5 Ca | 2.7 Ba |
| ANFc9 | 667 Aa | 677 Aa | 536 Ba | 3365 Aa | 2686 Aa | 2012 Ba | 4.2 Ca | 3.8 Ca | 3.4 Ba |
| IPR Tuiuiú | 381 Bb | 456 Bb | 783 Aa | 4432 Aa | 3632 Aa | 4384 Aa | 5.5 Ca | 6.9 Ba | 6.5 Aa |
| BRS Esplendor | 498 Bb | 798 Aa | 278 Cc | 5133 Aa | 3144 Aa | 569 Bb | 4.1 Ca | 5.1 Ba | 3.9 Ba |
| IPR Uirapuru | 381 Ba | 524 Ba | 225 Cb | 1877 Ba | 2490 Aa | 1063 Ba | 5.0 Ca | 5.2 Ba | 4.7 Ba |
| BRSMG Madreperola | 273 Ba | 265 Ba | 143 Ca | 1747 Ba | 1207 Ba | 2859 Aa | 6.1 Ca | 6.5 Ba | 5.8 Aa |
| IPR Curió | 370 Bb | 491 Ba | 613 Ba | 3466 Aa | 1486 Ba | 2354 Ba | 12.6 Aa | 11.0 Aa | 9.3 Aa |

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste Scott Knott a 5%. Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

O mapa de calor da atividade das enzimas mostra que POX ficou agrupada separadamente de CAT e SOD, as quais formaram outro grupo. Para o agrupamento dos genótipos, IAC Imperador e IPR Tuiuiú foram mais semelhantes formando um grupo, BRS Esplendor foi o mais diferente não se agrupou e os demais genótipos formaram um segundo grupo, apresentando maior semelhança entre eles

(BRS Madreperola, BRS Campeiro, IPR Tangará, IPR Uirapuru ANFc9, BRS Estilo e IPR Curió) (Figura 16).

Figura 16 – Mapa de calor da atividade da POX, CAT e SOD de genótipos de feijão comum expostos ao ataque de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.



Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

Os iniciadores WRKY *Phvul.003G240900.1* (*PvWRKY30*) amplificam uma região de íntron, então foram utilizados para confirmar a ausência de contaminação com DNA. Apenas bZIP *Phvul.001G009000.1* (*PvbZIP1*), NPR1 *Phvul.008G195900.1* e Whirly *Phvul.003G068800.1* (*PvWhirly3*) apresentaram bandas visíveis e foram analisados, enquanto os demais foram descartados (Tabela 2). Os iniciadores FTs foram renomeados para *PvbZIP1* e *PvWhirly3* (Tabela S1),

Os resultados da análise de variância para expressão relativa dos genes foi significativa para genótipo e interação genótipo x tempo para os genes bZIP, para tempo e interação genótipo x tempo para os genes NPR e os genes Whirly foi significativo para genótipo, tempo e interação genótipo x tempo (Apêndice B).

A expressão relativa dos genes de feijão comum exposto ao ataque de *D. speciosa* foi diferente entre os genótipos, sendo que o gene bZIP foram mais expressos nos genótipos BRS Estilo, IAC Imperador, BRS Campeiro, IPR Tangará, ANFc9, IPR Tuiuiu e BRSMG Madreperola (Tabela 4). A proporção da expressão dos genótipos após 24 e 48 h quando comparado com a expressão antes do ataque

de *D. speciosa*, mostra incremento para IAC Imperador, BRS Campeiro, IPR Tangará, IPR Tuiuiú e BRS Esplendor (Tabela 6).

A expressão relativa dos genes Whirly foi semelhante não havendo diferença entre os genótipos, um incremento da expressão quando comparados com o controle foi observado no BRS Estilo, IAC Imperador, BRS Esplendor, IPR Uirapuru para 24 e 48 horas após a exposição aos insetos, enquanto o IPR Tangará teve maior incremento em 24 horas (Tabela 6).

Os genótipos que apresentaram maior expressão dos genes NPR1 foram BRS Campeiro e BRS Esplendor. Em relação ao tempo de avaliação BRS Campeiro, ANFc9, IPR Tuiuiú, IPR Uirapuru e BRSMG Madreperola apresentaram incremento na expressão após 24 horas, enquanto BRS Estilo apresentou maior expressão em 48 horas após o ataque dos insetos (Tabela 6).

Os genes estudados foram escolhidos por serem responsivos a estresse biótico, assim, variação da expressão destes genes era esperado. Plantas submetidas a estresse biótico ou abiótico sofrem alterações no seu padrão da expressão de proteínas, podendo tanto ocorrer a inibição ou a indução da síntese de determinados constituintes proteicos (PINTO et al., 2011). As proteínas codificadas por esses genes percebem os efetores do inseto e ativam as vias de defesa, incluindo a expressão de genes relacionados à defesa e a proteína quinase ativada por mitogênio, hormônio vegetal e fatores de transcrição; e mecanismo de defesa contra insetos, incluindo deposição de calose, inibidores de tripsina proteinase, metabólitos secundários e voláteis das folhas verdes, aumentando a tolerância da planta ao estresse (DU et al., 2020).

Neste estudo foi possível verificar redução da expressão do gene NPR1 para praticamente todos os genótipos, principalmente após 48 horas de infestação com insetos, indicando provável aumento do hormônio Ácido Jasmônico (JA), e seu efeito antagônico com ácido salicílico (SA). O NPR1 atua como um regulador central da sinalização de defesa mediada por SA, o qual desempenha um papel principal na defesa das plantas contra patógenos biotróficos ou hemibiotróficos e insetos necrotróficos (CHEN et al., 2020). No entanto, NPR1 em associação com outros fatores de transcrição como WRKY é apontado como supressor da expressão dos genes de defesa ativados pelo ácido jasmônico (JA), principal hormônio relacionado com a defesa da planta contra danos e insetos herbívoros (SPOEL;

JOHNSON; DONG, 2007; LI et al., 2019). Li et al. (2004), sugerem que o WRKY70 atua como um ativador de genes induzidos por SA e como repressor de genes responsivos a JA, integrando sinais dessas vias mutuamente antagônicas.

A família bZIP apresenta 75 genes distribuídos entre os 11 cromossomos do feijão, localizados na região extracelular e no núcleo, com maior frequência de expressão em caule 19 cm, nódulos, raízes 19 cm, botões florais e vagens maduras. O gene bZIP (*PvbZIP1*) foi expresso em botões florais, folhas, raiz 19 cm, caule 19 cm e vagens jovens (DADOS ASSUNTO 1).

A expressão do bZIP em folhas de feijão comum desafiadas por *D. speciosa* sofreu incremento em alguns genótipos, o que mostra que este é um gene responsivo a danos por insetos e que está presente nos tecidos foliares. As proteínas bZIP incluem um domínio bZIP, caracterizado por 60 a 80 aminoácidos de comprimento, exibindo uma região básica e uma zíper leucina funcionalmente distinta, a qual é responsável pela dimerização das proteínas bZIP (AMORIM et al., 2017). Assim, um grande número de proteínas bZIP pode formar homodímero, sendo classificados em 10 diferentes grupos (A, B, C, D, E, F, G, H, I e S), que podem ser combinados por heterodimerização para formar pares de bZIP com diferentes funcionalidades (LLORCA et al., 2014). Portanto, esta diversidade de forma corrobora as informações sobre a atividade do bZIP em diferentes tecidos de feijão como observado nesta pesquisa. Os membros dos grupos C e D foram descritos por desempenhar papéis cruciais na imunidade inata das plantas, particularmente as proteínas TGA do grupo bZIP D, membros do grupo C formam heterodímero com o bZIP S1 o qual está relacionado com a sinalização após estímulos bióticos (CORREA et al., 2008; WEI et al., 2012).

Assim como nos genótipos de feijão comum desafiado por *D. speciosa*, a resposta dos genes bZIP após danos por insetos foi relatada superexpressão do FT bZIP em tomateiro em resposta de defesa contra pulgões por Coppola et al. (2019). A expressão do gene do arroz *OsZIP1* pode ser rapidamente induzida em folhas tratadas com ácido salicílico, ácido jasmônico e ácido abscísico. Estes resultados indicam que o *OsZIP1* pode desempenhar um papel na via de transdução de sinal dependente do SA e JA para defesa do arroz contra patógenos e insetos, respectivamente (MENG et al., 2005), estes resultados corroboram com os resultados encontrados, na qual os danos causados por *D. speciosa* aumentou a

expressão do gene *PvbZIP1* nos genótipos de feijão.

O Whirly é uma família de FT com apenas três genes descritos para a cultura de feijão, distribuído nos cromossomos 2, 3 e 6, localizados no núcleo, extracelular e mitocôndria. No feijão comum é expresso nas folhas, trifólios jovens, vagens jovens e nódulos. O FT *PvWhirly3* está expresso em raiz 10, raiz 19, caule 19 e trifólios jovens (DADOS ASSUNTO 1).

A expressão do gene Whirly foi alterada com os danos causados por *D. speciosa*, demonstrando que este foi responsivo aos danos ou a alguma substância efetora emitida pelo inseto. As proteínas Whirly (WHY) são reconhecidas como FT no núcleo. Estão envolvidas em diversos processos celulares e aparentemente exercem diferentes funções, de acordo com a organela em que se encontra (FOYER; KARPINSKA; KRUPINSKA, 2014). As proteínas WHY são proteínas que se ligam ao DNA de fita simples e podem atuar como FT durante as respostas ao estresse biótico e abiótico. Estão envolvidos na manutenção de plastídios e na estabilidade do genoma dos cloroplastos (CAPPADOCIA et al., 2010), também influenciam na transcrição e manutenção de telômero, e se associam a nucleóides em cloroplastos e mitocôndrias. O *SIWHY2* foi estudado usando plantas de tabaco transgênicas e apresentou maior resistência à infecção por patógenos, evidenciado pelo menor conteúdo de espécies reativas de oxigênio e maior expressão de genes relacionados à defesa (ZHAO et al., 2018).

A ação do Whirly também foi observada pela atividade de ligação ao DNA de *AtWhy1*, o ortólogo de *Arabidopsis StWhy1*, induzida por SA necessário para resistência a doenças dependentes de SA e expressão induzida por SA de um gene de resposta à SAR, sugerindo que o *AtWhy1* trabalha em conjunto com o NPR1 para transduzir o sinal do SA. Assim, *AtWhy1* adiciona um componente crítico à resposta de resistência a doenças de plantas dependente de SA (DESVEAUX et al., 2004). Como SA e JA agem de forma antagônica, podemos supor que o incremento na expressão do *PvWhirly3* após danos causados por *D. speciosa* tenha sido em resposta da ativação das vias de sinalização e expressão de proteínas de defesa nos genótipos de feijão com maior tolerância. No entanto, diferentes genes desempenham papéis diferentes na regulação da resposta ao estresse; portanto, é necessária uma investigação mais aprofundada sobre seus padrões de expressão sob danos por insetos.

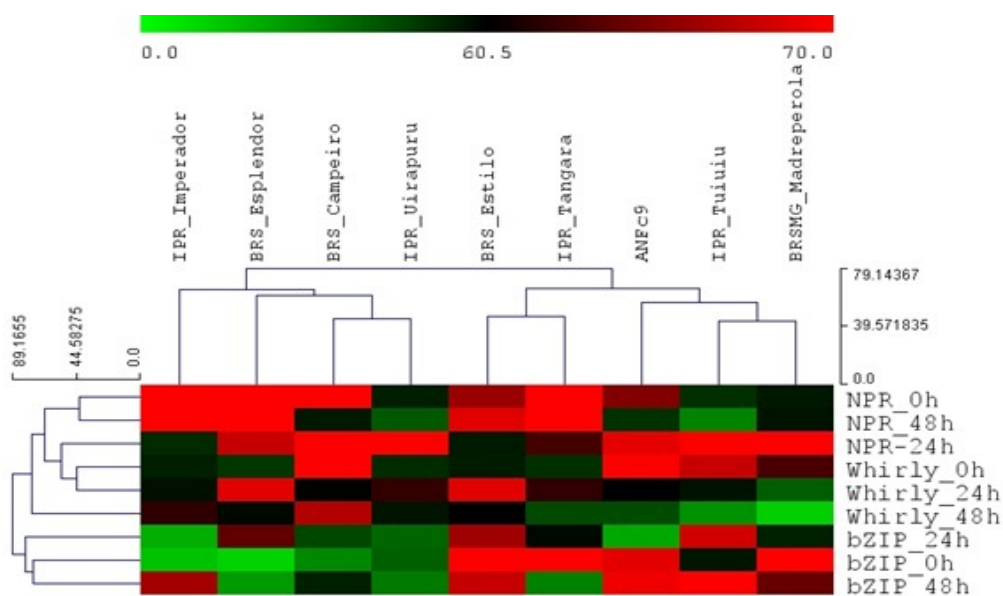
Tabela 6 – Média da Expressão relativa dos genes de *Phaseolus vulgaris* exposto ao ataque de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.

| GENÓTIPO | bZIP | | | WHIRLY | | | NPR | | |
|-------------------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|
| | 0 hora | 24 horas | 48 horas | 0 hora | 24 horas | 48 horas | 0 hora | 24 horas | 48 horas |
| BRS Estilo | 69.9 Aa | 66.4 Aa | 67.9 Aa | 54.9 Aa | 68.9 Aa | 60.5 Aa | 66.2 Ba | 55.2 Aa | 68.9 Aa |
| IAC Imperador | 15.1 Bb | 19.8 Bb | 66.5 Aa | 53.7 Aa | 57.4 Aa | 62.2 Aa | 89.2 Aa | 51.6 Ab | 75.1 Aa |
| IPR Tangará | 74.2 Aa | 58.8 Aa | 30.7 Bb | 50.2 Aa | 62.2 Aa | 44.3 Aa | 80.3 Aa | 62.9 Aa | 79.1 Aa |
| BRS Campeiro | 29.2 Ba | 44.9 Aa | 53.4 Aa | 74.7 Aa | 60.0 Aa | 67.1 Aa | 77.2 Aa | 83.6 Aa | 55.1 Ba |
| ANFc9 | 68.9 Aa | 21.7 Bb | 69.5 Ba | 73.4 Aa | 60.4 Aa | 43.9 Aa | 65.2 Ba | 69.1 Aa | 49.7 Ba |
| IPR Tuiuí | 55.8 Aa | 68.3 Aa | 72.1 Aa | 67.9 Aa | 56.5 Aa | 26.6 Bb | 50.1 Bb | 70.5 Aa | 30.6 Bb |
| BRS Esplendor | 11.4 Bb | 63.9 Aa | 24.7 Bb | 48.8 Ab | 68.9 Aa | 58.9 Aa | 90.7 Aa | 67.9 Aa | 73.1 Aa |
| IPR Uirapuru | 39.2 Ba | 37.3 Aa | 32.5 Ba | 51.2 Aa | 62.3 Aa | 56.3 Aa | 53.9 Bb | 88.4 Aa | 40.7 Bb |
| BRSMG Madreperola | 70.3 Aa | 53.4 Aa | 64.2 Aa | 63.1 Aa | 39.2 Aa | 12.0 Bb | 55.5 Ba | 84.3 Aa | 56.7 Ba |

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na COLUNA e minúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste Scott Knott a 5%. Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

A expressão dos genes foi representada por mapa de calor, que agrupa os genes e genótipos mais semelhantes e separa os mais dissimilares. Em relação aos genes estudados bZIP ficou em um grupo e Whirly e NPR1 ficaram em outro. Os genótipos IPR Imperador, BRS Esplendor, BRS Campeiro e IPR Uirapuru ficaram agrupados em um grupo e BRS Estilo, IPR Tangará, ANFc9, IPR Tuiui e BRSMG Madreperola em outro (Figura 17).

Figura 17 – Mapa de calor da expressão relativa dos genes de *Phaseolus vulgaris* exposto ao ataque de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.



Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

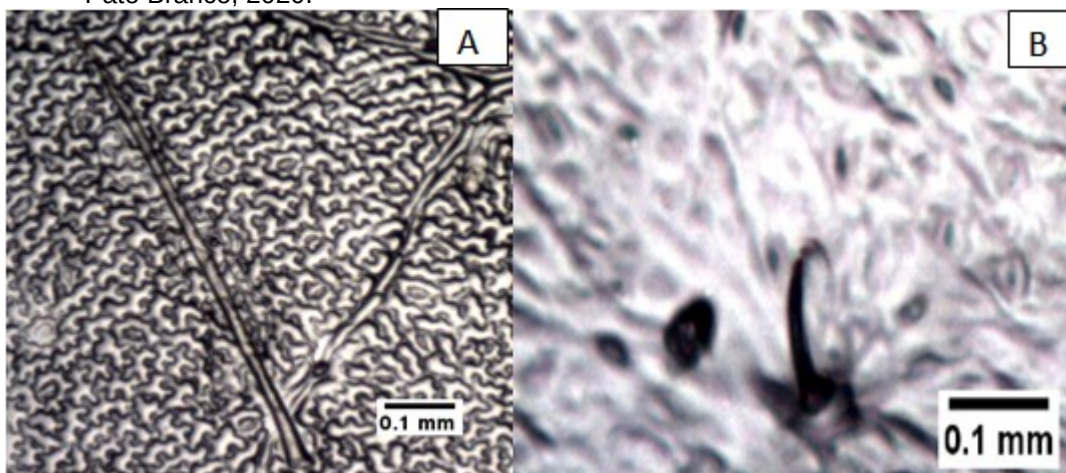
4.3.3 Quantificação de tricomas

O resultado da análise de variância para quantificação de tricomas foi significativo a 1% para os genótipos, superfície da folha e para interação genótipo x superfície da folha (Apêndice D).

A quantificação de tricomas foi realizada na superfície abaxial e adaxial da folha, sendo que o número de tricomas na superfície adaxial foi baixo e predominante do tipo acicular (Figura 18 A), não havendo diferença significativa entre os genótipos (Figura 19). Na superfície abaxial da folha predominou os tricomas unciforme, os genótipos ANFc9 e IPR Uirapuru foram os que apresentaram maior número de tricomas por mm², em seguida no grupo B ficou IPR Curió, IPR Tangará, IPR Tuiuiú, no grupo C aparecem BRS Esplendor, IAC Imperador, BRSMG Madreperola e por último com menor número de tricomas o BRS Campeiro e BRS Estilo no grupo D (Figura 19).

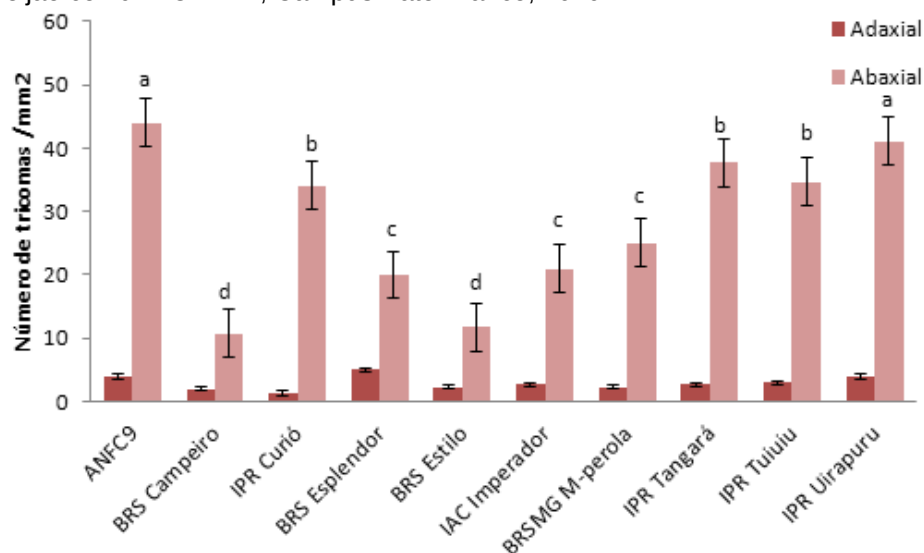
Os tricomas aciculares e unciforme desempenham um papel de barreira física, e sua eficácia depende da densidade ou do tamanho. ANFc9 e IPR Uirapuru apresentaram maior número de tricomas com predominância unciforme na superfície abaxial, no caso desta pesquisa o IPR Uirapuru também apresentou deterrência e baixo consumo, e ANFc9 apresentou tolerância moderada, por ser nulo em teste de preferência e consumo mediano. Entre os genótipos com menor número de tricomas estão, BRS Esplendor, BRS Campeiro e BRS Estilo. Sendo que BRS Esplendor e BRS Campeiro estão entre os genótipos mais susceptíveis por preferência e consumo. Estes resultados estão de acordo com encontrados por Paron e Lara (2005) que encontraram relação inversa entre índice de tricoma e a área consumida de feijão comum por *D. speciosa*. Shooroei et al. (2018), estudando a resposta de antixenose e antibiose de feijão comum a ácaro observaram menor preferência para oviposição em genótipos com maior densidade de tricomas.

Figura 18 – Imagem de tricomas em microscópio binocular. A) Tricoma acicular da superfície adaxial e B) Tricoma unciforme da superfície abaxial da folha de feijão comum. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.



Fonte: CARNEIRO, E., 2020

Figura 19 – Densidade de tricomas na superfície adaxial (AD) e abaxial (AB) da folha de genótipos de feijão comum. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.



Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste Scott Knott a 5%.
Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

4.3.4 Colorimetria

A caracterização da coloração das folhas dos genótipos de feijão foi significativa a 1% de significância (Apêndice E).

Na tabela 10 estão apresentadas as médias dos parâmetros indicativos de cor para os genótipos de feijão avaliados, o IPR Uirapuru e BRSMG Madreperola apresentam maior L*(luminosidade) e o IPR Tangará é o que apresenta menor L*, os

outros são intermediários nos grupos B e C. O IPR Uirapuru e o IAC Imperador também apresentam maior a^* (vermelho/verde), b^* (amarelo/azul) e C^* (Croma), enquanto IPR Tangará apresenta menor a^* (verde), b^* (amarelo) e C^* (Croma).

Os genótipos que apresentaram maior h° (ângulo da tonalidade) foram IPR Tangará, BRS Esplendor, IPR Tuiuiú e IPR Curió e menor h° (ângulo da tonalidade) foi IPR Uirapuru (Tabela 7).

O padrão de cores das folhas dos genótipos de feijão variaram de verde amarelada para verde intenso, IPR Uirapuru e BRSMG Madreperola estão entre os genótipos menos consumidos, sendo esses os genótipos que apresentaram maiores L^* luminosidade e entre os que apresentaram maior a^* verde e b^* amarelo, ou seja, apresentam cores mais intensa em verde e amarela. A cor é considerada um dos principais fatores para a seleção e escolha do hospedeiro por insetos (MERCADER; KRUITHOFF; RSCRIBER, 2007). Entretanto, cada espécie apresenta diferente resposta a esta característica, estudos realizados com *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) em feijão comum e soja apresentaram preferência por genótipos de cores verdes mais claras (MORANDO et al., 2015; SCHILICK-SOUZA et al., 2018).

Tabela 7 – Características de cor de genótipos de feijão comum. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.

| Genótipo | L^* (luminosidade) | a^* (verde) | b^* (amarelo) | C^* (Croma) | h° (ângulo da tonalidade) |
|----------------------|-------------------------|---------------|-----------------|---------------|----------------------------------|
| IPR Tangará | 37.1 d | -5.3ns | 20.7 d | 26.31 d | 128.06 a |
| BRS Esplendor | 40.0 c | -18.0 | 23.9 c | 29.95 c | 126.93 a |
| IPR Tuiuiú | 40.4 c | -17.5 | 23.2 c | 29.09 c | 126.93 a |
| IPR Curió | 40.4 c | -17.6 | 23.2 c | 29.16 c | 127.18 a |
| ANFc9 | 41.1 c | -16.5 | 22.7 c | 28.11 c | 125.97 b |
| BRS Campeiro | 41.5 c | -18.2 | 25.4 b | 31.20 b | 125.65 b |
| BRS Estilo | 42.6 b | -18.7 | 25.5 b | 31.67 b | 126.19 b |
| IAC Imperador | 43.5 b | -19.7 | 26.9 a | 33.40 a | 126.23 b |
| BRSMG Madreperola | 44.6 a | -18.7 | 26.3 b | 32.29 b | 125.41 b |
| IPR Uirapuru | 44.7 a | -19.3 | 28.2 a | 34.12 a | 124.37 c |

Médias seguidas pelas mesmas letras minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Scott Knott a 5%. Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

4.3.5 Índice de Clorofila

O índice de clorofila apresentou resultado significativo para os genótipos, a 1% para clorofila B e Total e a 5% para clorofila A (Apêndice F).

BRS Campeiro e IPR Tangará apresentaram maior índice de clorofila A, B e Total e IPR Tuiuiú de clorofila A e Total, enquanto os demais genótipos ficaram no grupo B para índices de clorofila A e Total. Para clorofila B os genótipos ANFc9, IPR Uirapuru, BRSMG Madreperola e IPR Curió tiveram os menores índices (Tabela 8).

Os genótipos que apresentaram maior índice de clorofila IPR Tuiuiú e BRS Campeiro estão entre os genótipos que apresentaram maior consumo por *D. speciosa*, enquanto IPR Uirapuru um dos genótipos com menor área consumida está entre os genótipos com menor índice de clorofila A, B e Total. O índice de clorofila mostra que os genótipos de feijão comum apresentam respostas diferentes a preferência e consumo por *D. speciosa*, possivelmente devido a características físicas e químicas específicas de cada genótipo. O conteúdo de clorofila pode ser utilizado como um indicador de nitrogênio e da capacidade fotossintética (MUÑOZ-HUERTA et al., 2013), devido a participação do nitrogênio, como elemento estrutural das moléculas de clorofila e proteína, na formação de cloroplastos e no acúmulo de clorofila, tornam a planta suculenta e atrativas a insetos (DAUGHTRY, 2000; AMALIOTIS et al., 2004).

No entanto, em alguns genótipos ou em diferentes espécies, as altas concentrações de nitrogênio podem alterar a produção de produtos secundários do metabolismo vegetal (como alcalóides, aminoácidos não proteicos, compostos cianogênicos, inibidores de proteinase, entre outros), esses compostos podem inibir diretamente o consumo por herbívoros, ou ainda atrair predadores e parasitoides (ANDRADE et al., 2019).

Tabela 8 – Índice de clorofila em folhas de feijão comum. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.

| Genótipo | Clorofila A | Clorofila B | Clorofila Total |
|-------------------|-------------|-------------|-----------------|
| ANFc9 | 27.4 b | 6.4 d | 33.9 b |
| IPR Uirapuru | 30.0 b | 6.2 d | 36.2 b |
| IAC Imperador | 30.5 b | 8.0 c | 38.5 b |
| BRSMG Madreperola | 31.5 b | 7.0 d | 38.4 b |
| IPR Curió | 31.7 b | 6.7 d | 38.4 b |
| BRS Estilo | 31.9 b | 8.4 b | 40.3 b |
| BRS Esplendor | 32.0 b | 7.9 c | 39.8 b |
| BRS Campeiro | 35.5 a | 9.9 a | 45.4 a |
| IPR Tangará | 36.2 a | 10.2 a | 46.4 a |
| IPR Tuiuiú | 37.4 a | 8.8 b | 45.9 a |

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Scott Knott a 5%. Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

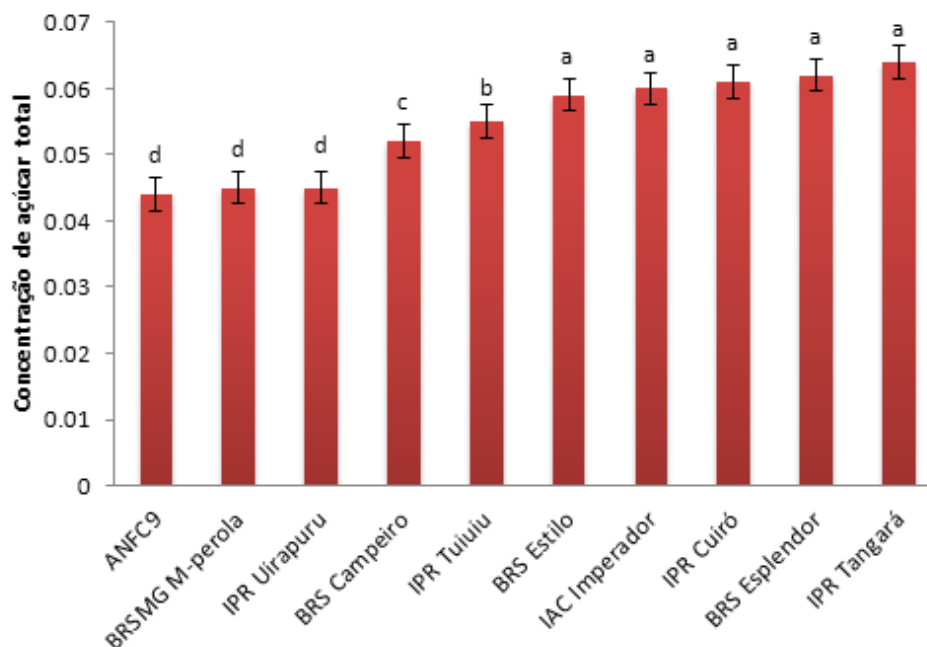
4.3.6 Análise de Açúcar Total

Os genótipos avaliados tiveram variação significativa para açúcar total (Apêndice G). IPR Tangará, BRS Esplendor, IPR Curió, IAC Imperador e BRS Estilo apresentaram maior quantidade de açúcar total, IPR Tuiuiú e BRS Campeiro ficaram nos grupos B e C, respectivamente, enquanto que IPR Uirapuru, BRSMG Madreperola e ANFc9 apresentaram menor quantidade de açúcar total (Figura 20).

Os genótipos com maior concentração de açúcar total, estão entre os mais consumidos por *D. speciosa*, exceto IPR Tangará que apresentou baixo consumo. Os insetos têm níveis variados de necessidades alimentares e sua aptidão depende da química da planta hospedeira. A taxa de açúcar está relacionada com a qualidade nutricional da planta, que é um fator importante para seu desenvolvimento, mas também pode afetar sua fisiologia e alterar o desempenho e qualidade da fonte alimentar aos insetos herbívoros (SHAHID et al., 2017).

Estudos realizados por Azeredo et al. (2004), mostraram que incremento na concentração de açúcar em genótipos de batata induziu a infestação da larva alfinete (*Diabrotica speciosa*). O açúcar embora em concentrações diferentes está presente em todos os tecidos vegetais, assim, as concentrações de açúcar influenciam a preferência e a taxa de consumo da planta pelos insetos.

Figura 20 – Quantificação de açúcar total de genótipos de feijão comum. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.



Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste Scott Knott a 5%.
Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

4.3.7 Contribuição relativa dos caracteres e divergência entre os genótipos

Considerando os caracteres avaliados (incluindo parâmetros químicos, genéticos e morfológicos) foi calculada a dissimilaridade genética entre os genótipos, baseada na distância generalizada de Mahalanobis. Os caracteres que mais contribuíram para a divergência entre os genótipos (Tabela 9) foram tricomas da superfície abaxial, catalase 48 horas, Whirly 48 horas, luminosidade, bZIP 24 horas e consumo sem chance de escolha que contribuem juntos para 71.41% da variabilidade encontrada.

Com base na matriz de distâncias, foi realizado agrupamento pelo método de otimização de Tocher (Tabela 10) visando encontrar os genótipos mais dissimilares para os caracteres morfogenéticos em resposta à *D. speciosa*. Foram formados 4 grupos, sendo o IPR Tangará e IPR Curió os mais dissimilares nos grupos III e IV, respectivamente. Agrupados no grupo I: BRS Campeiro, Estilo e Esplendor, IAC Imperador, IPR Tuiuiu, ANFC9. No grupo II ficaram BRSMG

Madreperola e IPR Uirapuru.

É possível observar que os genótipos BRS Campeiro, BRS Estilo e BRS Esplendor ficaram no mesmo grupo. No entanto, os genótipos IPRs ficaram todos em grupos separados provavelmente por apresentarem maior diversidade de respostas morfogênicas.

Além da importância de selecionar genótipos com características que permitem maior tolerância a *D. speciosa* essa diversidade genética é uma prática interessante que permite recomendar os genótipos com caracteres mais produtivos, tolerantes a doenças ou estresses fisiológicos, por isso, é importante que a base genética seja o mais amplo possível, reduzindo a probabilidade de perda de produtividade em larga escala (FOLLMANN et al., 2019).

Para o melhoramento da cultura é de fundamental importância o conhecimento da dissimilaridade entre os genitores para a obtenção de genótipos superiores, podendo agregar caracteres de importância fisiológica a um genótipo produtivo. Segundo Correa e Gonçalves (2012), o mais apropriado é recomendar cruzamentos entre genitores divergentes que exibam, contudo, desempenho superior em relação às principais características agrônômicas da cultura.

Tabela 9 – Contribuição relativa dos caracteres para a divergência entre os genótipos de feijão comum com 10 genótipos submetidos a análises química, molecular e morfológica. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.

| Variáveis | Frequência % |
|-------------------------------|--------------|
| Tricoma Abaxial | 17.78 |
| Catalase 48 h | 15.91 |
| Whirly 48 h | 11.31 |
| Luminosidade (L) | 9.65 |
| BZIP 24 h | 8.90 |
| Consumo sem chance de escolha | 7.86 |
| Peroxidase 24 h | 5.66 |
| Catalase 24 h | 5.52 |
| Açúcar total | 5.10 |
| Superóxido dismutase 24 h | 4.59 |
| Clorofila Total | 2.99 |
| NPR 24 h | 1.63 |
| NPR 48 h | 1.00 |
| BZIP 48 h | 0.84 |
| Tricoma Adaxial | 0.80 |
| Consumo com chance de escolha | 0.46 |

Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

Tabela 10 – Agrupamento incluindo os 10 genótipos de feijão comum submetidos a análises química, molecular e morfológica. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.

| GRUPOS | GENÓTIPOS |
|--------|---|
| I | BRS Campeiro, BRS Estilo, BRS Esplendor, IAC Imperador, IPR Tuiuiú, ANFc9 |
| II | BRSMG Madreperola, IPR Uirapuru |
| III | IPR Tangará |
| IV | IPR Curió |

Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

As respostas dos genótipos de feijão comum em relação de *D. speciosa* em função das características morfogenéticas estudadas sugerem que os genótipos IPR Uirapuru, IAC Imperador, IPR Tangará e BRSMG Madreperola foram os que apresentaram características que proporcionaram maior tolerância, enquanto, BRS Esplendor, BRS Campeiro, IPR Tuiuiú e ANFc9 apresentam tolerância

moderada e IPR Curió e BRS Estilo foram mais suscetíveis. Essas informações corroboram com os dados do agrupamento de Tocher onde IPR Curió (Grupo IV) foi um dos mais susceptíveis e BRSMG Madreperola, IPR Uirapuru (Grupo II) e IPR Tangará (Grupo III) demonstraram maior tolerância, BRS Campeiro, BRS Esplendor, IAC Imperador, IPR Tuiuiú, ANFc9 foram moderadamente tolerantes e estes ficaram no grupo I, com exceção do BRS Estilo que apresentou características que demonstraram maior suscetibilidade à *D. speciosa*.

4.4 Conclusões do assunto 2

A atividade da CAT, POX e SOD varia entre os genótipos de feijão comum após danos por *D. speciosa*.

Os genes *PvbZIP1*, *NPR1* *Phvul.008G195900* e *PvWhirly03* apresentam incremento da expressão nos genótipos de feijão comum desafiados por *D. speciosa*.

No bioensaio com e sem chance de escolha com exceção dos genótipos IAC Imperador que é atrativo e ANFc9 e o BRSMG Madreperola neutros os demais são repelentes em comparação ao Padrão (BRS Esplendor).

O consumo foliar no bioensaio com chance de escolha mostra que os genótipos IAC Imperador, BRSMG Madreperola, IPR Tangará e IPR Uirapuru apresentam resistência por antixenose a *D. speciosa*, enquanto consumo sem chance de escolha a não preferência é nos genótipos IPR Uirapuru, IPR Tangará e IPR Curió.

Para análise de colorimetria os genótipos IPR Uirapuru e IAC Imperador apresentam maior L, a*, b*, enquanto IPR Tangará apresentam menor L, a*, b*. O h° é maior em IPR Tangará, BRS Esplendor e IPR Curió e menor h° para IPR Uirapuru.

Os genótipos IPR Tangará, IPR Tuiuiú e BRS Campeiro apresentam maior índice Clorofila a, b e total, enquanto que ANFc9 e IPR Uirapuru menor índice de clorofila.

A quantificação de açúcar total é maior nos genótipos IPR Tangará, BRS Esplendor, IPR Curió, IAC Imperador e BRS Estilo e menor concentração

ANFc9 e BRSMG Madreperola.

Os caracteres tricoma da superfície abaxial, catalase 48 horas, Whirly 48 horas, luminosidade, bZIP 24 horas e consumo sem chance de escolha são os que mais contribuem para a divergência entre os genótipos, com 71.41% da variabilidade encontrada.

A dissimilaridade entre os genótipos apresenta quatro grupos, sendo o IPR Tangará e IPR Curió os mais dissimilares nos grupos III e IV, respectivamente. No grupo I os BRS Campeiro, Estilo e Esplendor, IAC Imperador, IPR Tuiuiú e ANFC9. No grupo II ficaram BRSMG Madreperola e IPR Uirapuru.

5 ASSUNTO 3 – Avaliação da eficiência de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* e Azadiractina no controle de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae)

5.1 Introdução ao assunto 3

Os danos causados por insetos são responsáveis por perdas consideráveis a cultura do feijão, entre as espécies pragas destaca-se *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae). São insetos polívoros, adultos alimentam-se da parte aérea das plantas, tais como: flores, folhas e frutas, enquanto as larvas perfuram as raízes e os tubérculos das plantas (TEODORO et al., 2014).

O controle de *D. speciosa* é realizado basicamente por manejo convencional com inseticidas químicos, o uso indiscriminado destes produtos causa além dos danos ao meio ambiente, resistência a pesticidas, ressurgimento de pragas e afetam a segurança alimentar. Assim produtos à base de inseticidas botânicos e fungos entomopatogênicos são amplamente utilizados em todo o mundo, como estratégias de controle efetivas e seguras, principalmente na agricultura orgânica (RIBEIRO et al., 2012).

O nim pertence a família Meliaceae, conhecida por conter uma variedade de compostos com atividade inseticida, fagoinibidora, e reguladora do crescimento (NAKATANI et al., 2004), devido à presença dos limonóides, como a azadiractina (NATHAN et al., 2005). O nim é um bioinseticida capaz de causar diversos efeitos sobre mais de 200 espécies de insetos, tais como repelência, inibição de oviposição e da alimentação, alterações no sistema hormonal, causando distúrbios no desenvolvimento, deformações, infertilidade e mortalidade nas diversas fases (VENZON et al., 2008; CHAUDHARY et al., 2017).

Outros agentes de controle biológico de vários insetos são os fungos entomopatogênicos, como *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. (Ascomycota: Hypocreales) (VEGA et al., 2012; GOLEBIOWSK et al., 2020). Esses entomopatógenos são promissores para ser utilizado no controle de insetos-praga, devido vasto espectro de infecciosidade para uma gama elevada de hospedeiros, principalmente artrópodes de diversas ordens (VEGA et al., 2012; AW;

HUE, 2017; WU et al., 2020). *M. anisopliae* e *B. bassiana* demonstraram se eficientes no controle de coleópteros, como por exemplo, *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte (Col., Chrysomelidae), inseto que pertence a família de *D. speciosa* (MULOCK; CHANDLER, 2001; PILZ; WEGENSTEINER; KELLER, 2007).

Embora estudos revelam a ocorrência natural de *B. bassiana* e *M. anisopliae* e sua eficiência no controle de insetos (BOTELHO; MONTEIRO, 2011; NGANGAMBE; MWATAWALA, 2020; PARYS; PORTILLA, 2020), informações com entomopatógenos e azadiractina no controle de *D. speciosa* são escassas. Assim, o objetivo deste trabalho foi testar a eficiência de *B. bassiana*, *M. anisopliae* e azadiractina no controle de *D. speciosa*.

5.2 Procedimentos metodológicos do assunto 3

No experimento foram utilizados formulações comerciais de Metarril® WP E9 (*Metarhizium anisopliae* 1.39×10^8 con.g⁻¹), Boveril® WP PL63 (*Beauveria bassiana* 1.0×10^8 con.g⁻¹) e Azact CE® (Azadiractina 2.4 g.ia.L⁻¹). Os tratamentos foram compostos de três bioinseticidas com cinco concentrações e cinco repetições com quatro insetos cada. Os insetos adultos de *D. speciosa* utilizados no bioensaio foram coletados no campo e selecionados os insetos saudáveis.

Para os tratamentos à base de fungos as concentrações utilizadas foram $1,0 \times 10^4$, $1,0 \times 10^6$, $1,0 \times 10^7$ e $1,0 \times 10^8$ conídios. mL⁻¹ (YASIN et al., 2019), e o controle apenas água destilada. Após o preparo das suspensões com suas respectivas concentrações com auxílio de uma pipeta 10 uL foram aplicados no metaesterno (região ventral) dos insetos (FISHER; HAJEK, 2015), em aplicação por contato. Os insetos inoculados foram acondicionados em pequenas gaiolas (Gerbox) de acrílico transparente com fundo forrado com papel filtro umedecido.

Para o produto a base de azadiractina soluções nas concentrações de 0 , 2.4×10^{-3} , 4.8×10^{-3} , 7.2×10^{-3} e 9.6×10^{-3} g.ia.L⁻¹ foram preparadas e nelas mergulhadas discos de folhas de feijão contendo área foliar de aproximadamente 5 cm², o excesso de umidade retirado com a exposição das folhas à ventilação em câmara de fluxo laminar vertical. Os discos foliares foram colocados em Gerbox com fundo forrado com papel filtro umedecido para preservar a turgidez, cada recipiente

recebeu quatro discos de folha de feijão e quatro insetos adultos de *D. speciosa*.

As gaiolas (Gerbox) foram mantidas em ambiente controlado ($25 \pm 2^\circ\text{C}$; 12:12 horas; $60 \pm 5\%$ UR). As avaliações foram realizadas diariamente por um período de 15 dias. Os insetos foram considerados mortos após tocados com uma pinça e não apresentavam movimentos. Os insetos mortos foram imersos por cinco segundos em álcool 70%, para desinfecção superficial, e em água destilada esterilizada. Na sequência transferidos para placa de Petri contendo algodão umedecido com água destilada, estabelecendo-se uma câmara úmida, a fim de proporcionar a extrusão dos fungos pelo tegumento do inseto. As placas foram mantidas em câmara climatizada B.O.D. com temperatura média de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, fotofase de 12 horas e umidade relativa de $70 \pm 2\%$. Este procedimento é realizado para confirmação da mortalidade causada pelos entomopatógenos (FREITAS et al., 2012), a confirmação dos fungos foi realizada com base nas características macroscópicas e microscópicas usando-se chave dicotômica (SAMSON et al., 1988; HUMBER, 2012).

Os dados de mortalidade foram submetidos a fórmulas de correção da mortalidade proposta por Abbott (1925), em seguida realizada análise de variância, com nível de significância de 5% de probabilidade de erro, médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância utilizando o programa SISVAR (FERREIRA, 2019). Os resultados de mortalidade obtidos foram submetidos à análise Probit (FINNEY, 1971), utilizando o procedimento PROC PROBIT do programa System of Statistical Analytical (SAS, 2002), criando a curva Concentração Letal (CL_{50}) e Tempo Letal ($TL_{50\%}$).

5.3 Resultados e discussão do assunto 3

Foram observadas diferenças para tratamento, concentração e dias, e interação para tratamento x concentração e tratamento x dias (Tabela 11).

Tabela 11 – Análise de variância da mortalidade de *Diabrotica speciosa* (Col.: Chrysomelidae) em resposta a Azadiractina, *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana*. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.

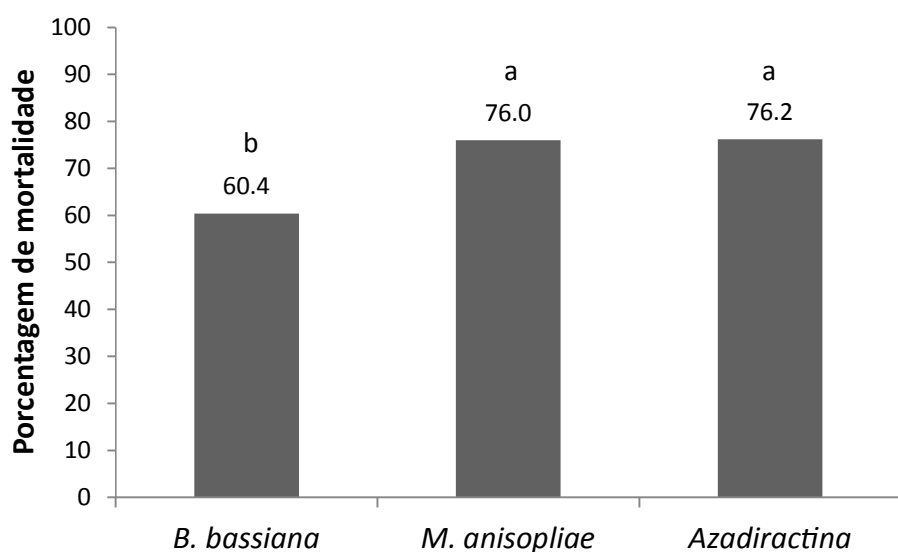
| Fator de Variação | Grau de Liberdade | Quadrado Médio |
|----------------------------------|-------------------|----------------------|
| Tratamento | 2 | 188176.07** |
| Concentração | 4 | 94236.05** |
| Dias | 14 | 31257.82** |
| Tratamento x Concentração | 8 | 13796.29** |
| Tratamento x Dias | 28 | 3870.85** |
| Tratamento x Concentração x Dias | 112 | 538.68 ^{ns} |
| Erro | 956 | 475.34 |
| Coeficiente de Variação (%) | | 51.46 |
| Média geral | | 42.37 |

**Significativo a 1%, *Significativo a 5% de probabilidade de erro e ^{ns} Não significativo. Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

A média da mortalidade de *D. speciosa* quando tratados com diferentes concentrações de Azadiractina, *M. anisopliae* e *B. bassiana* foi de 76.4, 76.0 e 60.3%, respectivamente (Figura 21).

Portanto, os tratamentos testados apresentaram eficiência no controle de *D. speciosa*. A atividade inseticida da azadiractina no controle de *D. speciosa* também foi encontrada por Seffrin et al. (2008) e Migliorini et al. (2010). Resultados semelhantes da eficiência dos entomopatógenos *M. anisopliae* e *B. bassiana* foram encontrados no controle de *Diabrotica virgifera virgifera* (PILZ; WEGENSTEINER; KELLER, 2007) e *Oothea mutabilis* (Sahlberg) (MUGONZA; OTIM; EGONYU, 2020), ambos insetos coleópteros da família Chrysomelidae.

Figura 21 – Porcentagem média da mortalidade de *Diabrotica speciosa* (Col.: Chrysomelidae) em resposta a Azadiractina, *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana*. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.



CARNEIRO, E., 2020.

As concentrações dos produtos necessárias para causar 50% de mortalidade de *D. speciosa* mostra que a CL_{50} do *B. bassiana* foi: $0.0001 \text{ g.ia.Kg}^{-1}$, valor equivalente a $1 \times 10^3 \text{ con.mL}^{-1}$ (Tabela 12). Para *M. anisopliae* CL_{50} : $0.013 \text{ g.ia.Kg}^{-1}$, valor que corresponde a $1.8 \times 10^6 \text{ con.mL}^{-1}$ (Tabela 12).

A CL_{50} dos entomopatógenos mostram que estes são eficientes no controle de *D. speciosa* em laboratório, pois apresentaram 50% de mortalidade em baixas concentrações. Resultados promissores da eficiência destes entomopatógenos foram observados por Teixeira e Franco (2007), em testes da suscetibilidade de *Cerotoma arcuata* Olivier (Col.: Chrysomelidae) a *B. bassiana* e *M. anisopliae* na concentração de $1 \times 10^{10} \text{ con.mL}^{-1}$, encontraram 100% de mortalidade.

Embora o modo de ação do *M. anisopliae* e de *B. bassiana* sejam semelhantes, houve resposta diferente a *D. speciosa*, sendo *B. bassiana* mais tóxico, ou seja, mais virulento, pois sua $CL_{50} 1 \times 10^3 \text{ con.mL}^{-1}$ foi inferior a $CL_{50} 1.8 \times 10^6 \text{ con.mL}^{-1}$ do *M. anisopliae*. O efeito da virulência de *M. anisopliae* e *B. bassiana* foi observado por (PILZ; WEGENSTEINER; KELLER, 2007), em *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte (Col.: Chrysomelidae) adultos, apresentaram mortalidade significativa, entretanto, quando os fungos foram isolados de *D. v. Virgifera*, estes foram mais virulentos que os isolados de outros hospedeiros.

Beauveria bassiana e *Metarhizium anisopliae* matam o inseto por adesão dos conídios à superfície do hospedeiro, seguido pela penetração no tegumento, a cutícula do inseto serve de barreira para ação do fungo, podendo liberar compostos antimicrobianos ou ativar respostas imunes atuantes na defesa do inseto contra invasores (SHAHID et al., 2012). Assim, a capacidade do fungo em quebrar esta barreira, determina sua capacidade de infecção e portanto, a virulência do fungo.

A concentração de Azadiractina para causar 50% de mortalidade de *D. speciosa* foi: 0.0007 g.ia.L⁻¹, ou equivalente a 7x10⁻⁴ g.ia.L⁻¹ (Tabela 12). Portanto, a azadiractina proporcionou alta mortalidade a *D. speciosa*. Estes efeitos encontrados sobre *D. speciosa* devem-se a variedade de compostos com atividade inseticida, encontrada em plantas da família Meliaceae, devido à presença dos limonóides, como a azadiractina (NATHAN et al., 2005; CHAUDHARY et al., 2017; MOSSA; MOHAFRASH; CHANDRASEKARAN, 2018), que além de causar mortalidade direta, apresentam atividades fago-inibidora e reguladora do crescimento (NAKATANI et al., 2004).

Tabela 12 – Concentração de mortalidade média (CL₅₀) de *Diabrotica speciosa* (Col.: Chrysomelidae) causada por *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* e Azadiractina. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.

| Tratamento | Unid. | CL ₅₀ (IC95) | Inclinação (±EP) | X ² | p-valor |
|-------------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------|---------------------|---------|
| <i>Beauveria bassiana</i> | g.ia.Kg ⁻¹ | 0.00001 (0.000-0.002) | 0.30±0.15 | 20.16** | 0.32 |
| <i>Metarhizium anisopliae</i> | g.ia.kg ⁻¹ | 0.013 (0.000-0.000) | 0.13±0.09 | 16.39 ^{ns} | 0.56 |
| Azadiractina | g.ia/L ⁻¹ | 0.0007 (0.000-0.000) | 0.00±+0.96 | 22.85 ^{ns} | 0.19 |

g.ia= grama de ingrediente ativo; IC: Intervalo de confiança; X²: Chi-quadrado; Unid: Unidade.

**significativo a 1 % de probabilidade; ^{ns} não significativo. Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

O tempo médio para provocar 50% de mortalidade de *D. speciosa* com *B. bassiana*, variou de 9.50 a 11.39 dias nas diferentes concentrações, sendo a maior concentração 1x10⁸con.mL⁻¹ que provocou 50% de mortalidade de *D. speciosa* em menor tempo (TL₅₀): 9.5 dias (Figura 13). A resposta de *M. anisopliae* na mortalidade de *D. speciosa* foi semelhante nas concentrações utilizadas, variando de 7.63 a 8.20 dias (Figura 13).

A mortalidade de *D. speciosa* com os fungos entomopatogênicos levou entre 7.63 a 13.7 dias para matar 50% dos insetos, isso deve-se ao modo de ação e

a virulência de fungos entomopatogênicos que envolve as etapas de adesão, germinação, diferenciação e penetração. No entanto, alguns insetos apresentam substâncias em sua cutícula, como enzimas, que dificultam ainda mais a adesão e germinação, fazendo com que mesmo entomopatógenos pertencentes a mesma família apresentem respostas diferentes para um inseto (DALZOTO; UHRY, 2009). Portanto, a capacidade de infecção do fungo depende da sua virulência que varia através da obtenção de isolados de diferentes hospedeiros ou ambientes (MONDAL et al., 2016), ou ainda pode-se aumentar a eficiência dos entomopatógenos com o aumento das concentrações (TEIXEIRA; FRANCO, 2007).

Tabela 13 – Tempo médio de mortalidade (TL₅₀) de *Diabrotica speciosa* (Col.: Chrysomelidae) causada por *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* e Azadiractina. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.

| Tratamento | Concentração | TL ₅₀ (IC95) dias | Inclinação (±EP) | X ² | p-valor |
|-------------------------------|--|---------------------------------|---------------------|---------------------|---------|
| <i>Beauveria bassiana</i> | 1x10 ⁴ con.mL ⁻¹ | 11.39 (10.53-12.52) | 5.46±0.73 | 59.20** | 0.88 |
| <i>Beauveria bassiana</i> | 1x10 ⁶ con.mL ⁻¹ | 12.20 (11.32-13.42) | 7.09±1.13 | 91.46** | 0.07 |
| <i>Beauveria bassiana</i> | 1x10 ⁷ con.mL ⁻¹ | 13.70 (11.98-16.85) | 3.52±0.56 | 44.95** | 0.99 |
| <i>Beauveria bassiana</i> | 1x10 ⁸ con.mL ⁻¹ | 9.50 (8.80-10.25) | 9.85±1.47 | 137.27** | 0.000 |
| <i>Metarhizium anisopliae</i> | 1x10 ⁴ con.mL ⁻¹ | 7.85 (7.21-8.48) | 5.52±0.57 | 62.04** | 0.81 |
| <i>Metarhizium anisopliae</i> | 1x10 ⁶ con.mL ⁻¹ | 7.63 (6.91+8.34) | 6.59±0.84 | 113.22** | 0.0018 |
| <i>Metarhizium anisopliae</i> | 1x10 ⁷ con.mL ⁻¹ | 8.20 (7.53+8.71) | 6.62±0.71 | 47.48** | 0.99 |
| <i>Metarhizium anisopliae</i> | 1x10 ⁸ con.mL ⁻¹ | 7.93 (7.25+8.63) | 4.95±0.53 | 63.80** | 0.77 |
| Azadiractina | 2.4 g.ia/L ⁻¹ | 0.81 (0.008-2.006) | 1.05±0.37 | 162.72** | 0.0001 |
| Azadiractina | 4.8 g.ia/L ⁻¹ | 1.12 (0.36-1.90) | 1.21±0.24 | 78.46** | 0.31 |
| Azadiractina | 7.2 g.ia/L ⁻¹ | 1.01 (0.000-0.000) | 0.00±0.37 | 63.15 ^{ns} | 0.78 |
| Azadiractina | 9.6 g.ia/L ⁻¹ | 2.68 (1.76-3.52) | 1.97±0.30 | 103.10** | 0.01 |

g.ia= grama de ingrediente ativo; IC: Intervalo de confiança; X²: Chi-quadrado; **significativo a 1 % de probabilidade; ^{ns} não significativo. Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

A azadiractina atingiu 50% de insetos mortos (TL₅₀) em: 0.81, 1.12, 1.01 e 2.8 dias nas concentrações 2.4, 4.8, 7.2 e 9.6 g.ia.L⁻¹, respectivamente (Tabela 13). Os resultados do bioensaio mostraram que este bioinseticida apresenta alta toxicidade contra *D. speciosa* pois houve alta mortalidade em poucas horas após a realização do bioensaio. A azadiractina apresenta ação direta sobre os insetos e efeito anti-alimentar, proporcionando alta mortalidade. Estes resultados também foram encontrados por Migliorini et al. (2010) que estudaram a eficiência de extratos de cinamomo (*Melia azedarach* Linnaeus) em *D. speciosa*, e obtiveram 100% de

mortalidade em 96 horas após a aplicação, os autores conferiram a eficiência do extrato a ação conjunta dos compostos, azadiractina, salanina, meliantriol e nimbim, esses compostos também são encontrados no nim.

Nas concentrações mais altas de azadiractina a mortalidade de *D. speciosa* foi menor e o tempo para atingir mortalidade de 50% foi maior, isso é possível pela ação deterrente provocada por este bioinseticida, onde *D. speciosa* evitou alimentar-se, não ingerindo as substâncias tóxicas, resultando em mortalidade mais lenta e menor em comparação com as outras concentrações. Estes efeitos deterrentes de azadiractina em *D. speciosa* também foram observados por Souza et al. (2013), onde os insetos reduziram o consumo foliar de folhas de feijão tratadas com azadiractina.

Os produtos testados foram eficientes e mostraram se como ferramenta promissora no controle de *D. speciosa* em nível de laboratório, podendo ser recomendado para ensaios no campo para confirmação dos resultados e posteriormente utilizado no Manejo Integrado de *D. speciosa*.

5.4 Conclusões do assunto 3

B. bassiana, *M. anisopliae* e azadiractina são eficientes no controle de *D. speciosa* em nível de laboratório.

A concentração letal CL_{50} do *B. bassiana* sobre *D. speciosa* foi de $0.0001 \text{ g.ia.Kg}^{-1}$, valor equivalente a $1 \times 10^3 \text{ con.mL}^{-1}$ e a TL_{50} variou de 9.5 a 11.49 dias.

A concentração letal CL_{50} do *M. anisopliae* sobre *D. speciosa* foi de $0.013 \text{ g.ia.Kg}^{-1}$, valor que corresponde a $1.8 \times 10^6 \text{ con.mL}^{-1}$ e a TL_{50} variou de 7.63 a 8.20 dias

A concentração letal CL_{50} da Azadiractina sobre *D. speciosa* foi de $0.0007 \text{ g.ia.L}^{-1}$, ou equivalente a $7 \times 10^{-4} \text{ g.ia.L}^{-1}$ e a TL_{50} variou de 0.81 a 2.68 dias.

6 CONCLUSÕES

Os genes das famílias de FTs bZIP, MYB, WRKY relacionados as respostas de defesa da planta estão distribuídos nos 11 cromossomos do feijão (*Chr1-11*), o FT Whirly apenas nos cromossomos 2, 3 e 6.

bZIP, MYB, WRKY apresentaram maior parte das proteínas distribuídas no núcleo, enquanto Whirly também estava presente na mitocôndria.

Os perfis de expressão dos genes FTs relacionados à resposta de defesa da planta a estresse biótico e abiótico para MYB, bZIP, WRKY e Whirly mostram que os perfis dos genes foram mais próximos entre folhas e folíolos, caule 10 cm e 19 cm, raiz 10 cm e 19 cm.

Os elementos *cis* mais frequentes identificados nos promotores dos genes de feijão para as famílias bZIP, MYB, WRKY e Whirly é o CAAT-box, TATA-box, AT~TATA-box, são os ERACs essenciais para o início da transcrição.

Os promotores com mais ERACs são o *PvbZIP33* e *PvWRKY62* com 17 ERACs, *PvMYB49* 15 e *PvWhirly3* com 11.

A atividade da CAT, POX e SOD varia entre os genótipos de feijão comum após danos por *D. speciosa*.

Os genes *PvbZIP1*, *NPR1 Phvul.008G195900* e *PvWhirly3* apresentam incremento da expressão nos genótipos de feijão comum desafiados por *D. speciosa*.

Nos bioensaios com chance e sem chance de escolha com exceção dos genótipos o IAC Imperador que é atrativo e ANFc9 e o BRSMG Madreperola neutro e os demais são repelentes em comparação ao Padrão (BRS Esplendor) para *D. speciosa*.

O consumo foliar no bioensaio com chance escolha mostra que os genótipos IAC Imperador, BRSMG Madreperola, IPR Tangará e IPR Uirapuru apresentam resistência por antixenose a *D. speciosa*, enquanto em consumo sem chance de escolha a não preferência é nos genótipos IPR Uirapuru, IPR Tangará e IPR Curió.

A densidade de tricomas apresenta correlação com área consumida em teste sem chance de escolha.

Para análise de colorimetria os genótipos IPR Uirapuru, IAC Imperador

apresentam maior L, a*, b*, enquanto IPR Tangará apresentam menor L, a*, b*. O h° é maior em IPR Tangará, BRS Esplendor e IPR Curió e menor ho para IPR Uirapuru.

Os genótipos IPR Tangará, IPR Tuiuiú e BRS Campeiro apresentam maior índice Clorofila a, b e total, ANFc9 e IPR Uirapuru menor índice de clorofila.

A quantificação de açúcar total é maior nos genótipos IPR Tangará, BRS Esplendor, IPR Curió, IAC Imperador e BRS Estilo e menor concentração de açúcar ANFc9 e BRSMG Madreperola.

Os caracteres tricoma da superfície abaxial, catalase 48 h, Whirly 48 h, luminosidade, bZIP 24 h e consumo sem chance de escolha são os que mais contribuem para a divergência entre os genótipos, com 71.41% da variabilidade encontrada.

A dissimilaridade entre os genótipos apresenta 4 grupos, sendo o IPR Tangará e IPR Curió os mais dissimilares nos grupos III e IV, respectivamente. No grupo I os BRS Campeiro, Estilo e Esplendor, IAC Imperador, IPR Tuiuiú, ANFC9. No grupo II ficaram BRSMG Madreperola e IPR Uirapuru.

Beauveria bassiana, *Metarhizium anisopliae* e *azadiractina* são eficiente no controle de *D. speciosa* a nível de laboratório.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O melhoramento genético de feijão comum tem visado maior foco na produtividade, sendo necessário aumentar a atenção oferecida a caracteres importantes para a resistência contra estresses bióticos, principalmente causados por insetos-praga. Portanto, os bioensaios com genótipos de feijão desafiados por *D. speciosa*, busca melhor compreensão de mecanismos da planta na defesa do inseto, assim como quais as características físicas, químicas e morfológicas presentes nos genótipos testados podem levar a resistência da planta.

A análise *in silico* é uma ferramenta importante que pode auxiliar no desenvolvimento de resistência de plantas. Nesta pesquisa ERACs envolvidos com a defesa da planta a estresse biótico e seus promotores frequentemente ativos foram identificados, mostrando o potencial desta ferramenta.

Conhecer os níveis de resistência dos genótipos de feijão é importante, pois podem ser cultivados com menor quantidade de inseticidas químicos sem afetar a produtividade. Os genótipos moderadamente resistentes tem em seu favor risco menor de pressão de seleção, portanto, menos chance dos insetos tornar-se resistentes a eles. Estes genótipos podem alcançar bons rendimentos realizando apenas manejo para controle de praga com produtos biológicos, como azadiractina, *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana*. Os inseticidas biológicos podem auxiliar na redução dos riscos ambientais, na resistência de praga, preservando o equilíbrio ambiental, favorecendo o cultivo de sistema orgânico.

As análises realizadas nesse trabalho apresentam resultados importantes para estudos posteriores que se referem ao estresse causado por *D. speciosa* e descobertas de mecanismos moleculares de resistência. A partir dos resultados encontrados é possível realizar experimentos com transformação genética utilizando genes alvo e *elementos cis* preditos como importantes e frequentes, a fim de conferir características de resistência às plantas de feijão em resposta a insetos-praga. Ainda, pode-se saber quais os genótipos são mais resistentes ou suscetíveis e qual a eficiência dos inseticidas biológicos no controle de *D. speciosa*.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v. 18, n. 15, p. 265-267, 1925.
- AMALIOTIS, D.; THERIOS, I.; KARATISSIOU, M. Effect of nitrogen fertilization on growth, leaf nutrient concentration and photosynthesis in three peach cultivars. **ISHS, Acta Horticulturae**, v. 449, p. 36–42, 2004.
- AMORIM, L. L. B.; DOS SANTOS, R. F.; BEZERRA NETO, J. P.; SANTOS, M. G.; CROVELLA, S.; BENKO-ISEPPON, A. M. Transcription Factors Involved in Plant Resistance to Pathogens. **Current Protein and Peptide Science**, 18, 335-351, 2017.
- ANDRADE, J.F.; BATISTA, J.C.; PEREIRA, H.S.; FERNANDES, G. W.; SANTOS, J. C.. Fire mediated herbivory and plant defense of a neotropical shrub. **Arthropod-Plant Interactions**, 13, 489-498, 2019.
- ARRUDA, I. C.; VENTURA, M. U.; SCARMINIO, I. S. Feeding and arrestment responses of *Diabrotica speciosa* to cucurbitacin-content formulations. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.40, n.7, p.639-643, 2005.
- ÁVILA, C. J.; BITENCOURT, D. R.; DA SILVA, I. F. Biology, Reproductive Capacity, and Foliar Consumption of *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) in Different Host Plants. **Journal of Agricultural Science**; Vol. 11, No. 5; 2019.
- ÁVILA, C. J.; MILANEZ, J. M. Larva-alfinete. In: SALVADORI, J. R.; ÁVILA, C. J.; SILVA, M. T. B. da (Ed.). **Pragas de solo no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz Alta: Fundacep Fecotriga, p. 345-378, 2004.
- ÁVILA, C.J., TABAI, A.C.P., PARRA, J.R.P. Comparação de técnicas para criação de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) em dietas natural e artificial. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.29, n.2, p.257-267, 2000.
- AW, K.; HUE, S. M. Mode of Infection of *Metarhizium* spp. Fungus and Their Potential as Biological Control Agents. **Journal of fungi**, v. 3, n. 30, p. 1-20, 2017.
- AYRA, L.; RAMÍREZ, M.; ÍÑIGUEZ, L. P.; RODÉS, R.; ORTEGA, E.; HERNÁNDEZ, G. The Common Bean (*Phaseolus vulgaris*) Basic Leucine Zipper (bZIP) Transcription Factor Family: Response to Salinity Stress in Fertilized and Symbiotic N₂-Fixing Plants. **Agriculture**, v. 8, n. 160, 2018.
- AZEREDO, E. H.; LIMA, E.; CASSINO, P. C. R. Impacto dos nutrientes N e K e de açúcares solúveis sobre populações de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera, Chrysomelidae) e *Agrotis ipsilon* (Hüfnagel) (Lepidoptera, Noctuidae) na cultura da batata, *Solanum tuberosum* L. (Solanaceae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 48, n. 1, p. 105-113, 2004.

BACKER, R.; NAIDOO, S.; VAN DEN BERG, N. The nonexpressor of pathogenesis-related genes 1 (NPR1) and related family: mechanistic insights in plant disease resistance. **Frontiers in plant science**, v. 10, n. 102, 2019.

BAILLO, E. H.; KIMOTHO, R. N.; ZHANG, Z.; XU, P. Transcription Factors Associated with Abiotic and Biotic Stress Tolerance and Their Potential for Crops Improvement. **Genes**, v. 10, n. 771, p. 1-23, 2019.

BAKSHI, M.; OELMÜLLER, R. WRKY transcription factors: Jack of many trades in plants. **Plant Signaling e Behavior**, v. 9, n. 2, e27700, 2014.

BALDIN, E. L. L.; LARA, F. M. Atratividade e consumo foliar por adultos de *Diabrotica speciosa* (Germ.) (Coleoptera: Chrysomelidae) em diferentes genótipos de abóbora. **Neotropical Entomology**, Piracicaba, v. 30, n. 4, p. 675-679, 2001.

BALDIN, E.L.L.; VENDRAMIM, J.D.; LOURENÇÃO, A.L. Resistência de genótipos de tomateiro à mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (HEMIPTERA: ALEYDIDAE). **Neotropical Entomology**, v. 34, p. 435-441, 2005.

BAMISILE, B. S.; DASH, C. K.; AKUTSE, K. S.; QASIM, M.; AGUILA, L. C. R.; WANG, F.; KEPPANAN, R.; WANG, L. Endophytic *Beauveria bassiana* in Foliar-Treated Citrus limon Plants Acting as a Growth Suppressor to Three Successive Generations of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae). **Insects**, v. 10, n. 176, p. 1-15, 2019.

BELETE, T. Defense Mechanisms of Plants to Insect Pests: From Morphological to Biochemical Approach. **Trends in Technical Science Research**, v.2, n.2, p.30-38, 2018.

BETTINI, M. O.; COSCOLIN, R. B. S.; BRESSAN, D. F.; GOMES, E. R.; BROETTO, F. **Enzimas antioxidativas em tecidos vegetais**. In: BROETTO, F. (Coordenador). Métodos de trabalho em bioquímica vegetal e tecnologia de enzimas. Botucatu: IBB/UNESP, Cultura Acadêmica, p. 23-28, 2014.

BIRKENBIHL, R. P.; KRACHER, B.; ROCCARO, M.; SOMSSICH, I. E. Induced Genome-Wide Binding of Three Arabidopsis WRKY Transcription Factors during Early MAMP-Triggered Immunity. **The Plant cell**, v. 29, n. 1, p. 20–38, 2017.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; COSTA, E. N.; DE SOUZA, B. H. S.; RIBEIRO, Z. A.; CARBONELL, S. A. M. Antixenosis and tolerance to *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) in common bean cultivars. **Florida Entomologist**, v. 98, n. 2. p. 464-472, 2015.

BOTELHO, A. A. A.; MONTEIRO, A. C. Sensibilidade de fungos entomopatogênicos a agroquímicos usados no manejo da cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p. 361-369, 2011.

BRADFORD, M. M. A rapid sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilising the principle of protein-Dye Binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, p. 248-254, 1976.

BUERSTMAYR, M.; STEINER, B.; WAGNER, C.; SCHWARZ, P.; BRUGGER, K.; BARABASCHI, D.; VOLANTE, A.; VALÈ, G.; CATTIVELLI, L.; BUERSTMAYR, H.

High-resolution mapping of the pericentromeric region on wheat chromosome arm 5AS harbouring the Fusarium head blight resistance QTL Qfhs.ifa-5A. **Plant biotechnology journal**, v. 16, n. 5, p. 1046–1056, 2018.

CAI, X.; ZHANG, Y.; ZHANG, C.; ZHANG, T.; HU, T.; YE, J.; ZHANG, J.; WANG, T.; LI, H.; YE, Z. Genome-wide analysis of plant-specific Dof transcription factor family in tomato. **Journal of Integrated Plant Biology**, v. 55, n. 6, p. 552-566, 2013.

CAPPADOCIA, L.; MARECHAL, A.; JEAN-SEBASTIEN, P. LEPAGE, É.; SYGUSCH, J.; BRISSON, N. Crystal Structures of DNA-Whirly Complexes and Their Role in Arabidopsis Organelle Genome Repair. **The Plant Cell**, v. 22, p. 1849–1867, 2010.

CARBAS, B.; MACHADO, N.; OPPOLZER, D.; FERREIRA, L.; BRITES, C.; ROSA, E. A. S.; BARROS, A. I. R. N.A. Comparison of near-infrared (NIR) and mid-infrared (MIR) spectroscopy for the determination of nutritional and antinutritional parameters in common beans. **Food Chemistry**, v. 306, e125509, 2020.

CHANG-SIDORCHUK, L.; GONZÁLEZ-ALVAREZ, H.; MARTÍNEZ-ZUBIAUR, Y. Begomoviruses infecting common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in production areas in Cuba. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 16, n. 2, e1006, 2018.

CHANG-SIDORCHUK, L.; GONZÁLEZ-ALVAREZ, H.; NAVAS-CASTILLO, J.; FIALLO-OLIVE´ E.; MARTÍNEZ-ZUBIAUR, Y. Complete genome sequences of two novel bipartite begomoviruses infecting common bean in Cuba. **Archives of Virology**, v. 162, p. 1431–1433, 2017.

CHAUDHARY, S.; KANWAR, R. K.; SEHGAL, A.; CAHILL, D. M.; BARROW, C. J.; SEHGAL, R.; KANWAR, J. R. Progress on Azadirachta indica Based Biopesticides in Replacing Synthetic Toxic Pesticides. **Front Plant Science**, v. 8, n. 610, 2017.

CHEN, X.; MARSZAŁKOWSKA, M.; REINHOLD-HUREK, B. Jasmonic Acid, Not Salicylic Acid Restricts Endophytic Root Colonization of Rice. **Front. Plant Sci.** 10:1758, 2020.

CHEZEM, W. R.; CLAY, N. K. Regulation of Plant Secondary Metabolism and Associated 35 Specialized Cell Development by MYBs and bHLHs. **Phytochemistry** v. 131, p. 26–43, 2016.

CHI, Y.; YANG, Y.; ZHOU, Y.; ZHOU, J.; FAN, B.; YU, JQ.; CHEN, Z. Protein–Protein Interactions in the Regulation of WRKY Transcription Factors. **Molecular Plant**, v. 6, n. 2, p. 287-300, 2013.

CHICO, J.M.; FERNÁNDEZ-BARBERO, G.; CHINI, A.; FERNÁNDEZ-CALVO, P.; DÍEZ-DÍAZ, M.; SOLANO, R. Repression of Jasmonate-dependent defenses by shade involves differential regulation of protein stability of MYC transcription factors and their JAZ repressors in Arabidopsis. **Plant Cell**, v. 26, p. 1967–1980, 2014.

CHOI, W. G.; MILLER, G.; WALLACE, I.; HARPER, J.; MITTLER, R.; GILROY, S. Orchestrating rapid long-distance signaling in plants with Ca²⁺, ROS and electrical signals. **The Plant Journal**, v. 90, n. 4, p. 698-707, 2017.

CHOW, C. N.; CHIANG-HSIEH, Y. F.; CHIEN, C. H.; ZHENG, H. Q.; LEE, T. Y.; WU,

N. Y., TSENG, K. C.; HOU, P. F.; CHANG, W. C. Delineation of condition specific Cis-and Trans-acting elements in plant promoters under various Endo-and exogenous stimuli. **BMC Genomics**. v. 19 (Suppl 2), n. 85, 2018.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, v. 7 Safra 2019/20** – Quarto levantamento, Brasília, p. 1-104 janeiro 2020. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 20 fev. 2020.

COOLS, H, J.; ISHII, H.; Pre-treatment of cucumber plants with acibenzolar-S-methyl systemically primes a phenylalanine ammonia lyase gene (PAL1) for enhanced expression upon attack with a pathogenic fungus. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 61, p. 273-280, 2002.

COPPOLA, M.; DIRETTO, G.; DIGILIO, M. C.; WOO, S. L.; GIULIANO, G.; MOLISSO, D.; PENNACCHIO, F.; LORITO, M.; RAO, R. Transcriptome and Metabolome Reprogramming in Tomato Plants by *Trichoderma harzianum* strain T22 Primes and Enhances Defense Responses Against Aphids. **Front Physiology**, v. 10, n. 745, 2019.

CORREA, A. G.; GONÇALVES, M. C. Divergência genética em genótipos de feijão comum cultivados em Mato Grosso do Sul. **Revista Ceres**, v. 59, n.2, p. 206-212, 2012.

CORREA, L. G.; RIANO-PACHON, D. M.; SCHRAGO, C. G.; DOS SANTOS, R. V.; MUELLER-ROEBER, B.; VINCENTZ, M. The role of bZIP transcription factors in green plant evolution: adaptive features emerging from four founder genes. **PLoS One**, v. 3, e2944, 2008.

COSTA, E. N., NOGUEIRA, L., DE SOUZA, B. H. S., RIBEIRO, Z. A., LOUVANDINI, H., ZUKOFF, S. N.; JÚNIOR, A. L. B. Characterization of Antibiosis to *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) in Brazilian Maize Landraces. **Journal of Economic Entomology**, v. 9, p. 454-462, 2018.

CRUZ, C. D. GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta scientiarum Agronomy**, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

CRUZ, P. L.; BALDIN, E. L. L.; CASTRO, M. J. P.; FANELA, T. L. M.; SILVA, P. H. S. Atratividade de genótipos de feijão-caupi para oviposição de *Bemisia tabaci* biótipo B. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 11, p. 563-1571, 2012.

CUNNINGHAM, J. P. Can mechanism help explain insect host choice? **Journal of Evolutionary Biology**, v. 25, p. 244-251, 2012.

CUNNINGHAM, J. P.; ZALUCKI, M. P. Understanding Heliothine (Lepidoptera: Heliothinae) Pests: What is a Host Plant? **Journal of Economic Entomology**, v. 107, n. 3, p. 881-896, 2014.

DALZOTO, P. R.; UHRY, K. F. Controle Biológico de Pragas no Brasil por meio de *Beauveria bassiana* (BALS.) VUILL. **Biológico**, São Paulo, v.71, n.1, p.37-41, 2009.

DAS, K.; ARYADEEP, R. Reactive oxygen species (ROS) and response of

antioxidants as ROS-scavengers during environmental stress in plants. **Frontiers in Environmental Science**, n.2, p. 3, 2014.

DAUGHTRY, C.S.T.; WALTHALL, C. I.; KIM, M. S.; BROWN, E.; COLSTOUN, D. E.; MCMURTREY, J. E. Estimating corn leaf chlorophyll concentration from leaf and canopy reflectance. **Remote Sensing of Environment**, v.74, p. 229–239, 2000.

DE VOS, M.; DENEKAMP, M.; DICKE, M.; VUYLSTEKE, M.; VAN LOON, L.; SMEEKENS, SC.; PIETERSE, C. M. The *Arabidopsis thaliana* transcription factor AtMYB102 functions in defense against the insect herbivore *Pieris rapae*. **Plant Signal Behavior**, v. 1, p. 305–311, 2006.

DEEBA, D.; SULTANA, T.; JAVAID, B.; MAHMOOD, T. NAQVI, S. M. S. Molecular Characterization of a MYB Protein from *Oryza sativa* for its Role in Abiotic Stress Tolerance. **Brazilian Archives Of Biology And Technology**. v. 60, e17160352, 2017.

DESVEAUX, D.; SUBRAMANIAM, R.; DESPRE´ S, C.; MESS, J. N.; LE´ VESQUE, C.; FOBERT, P. R.; DANGL, J. L.; BRISSON, N. A “Whirly” Transcription Factor Is Required for Salicylic Acid-Dependent Disease Resistance in Arabidopsis. **Developmental Cell**, v.6, p. 229–240, 2004.

DESVEAUX, D.; MARECHAL, A.; BRISSON, N. Whirly transcription factors: defense gene regulation and beyond. **Trends Plant Science**, v. 10, n. 2, p. 95-102, 2005.

DHANAPAL, A. P.; GOVINDARAJ, M. Unlimited Thirst for Genome Sequencing, Data Interpretation, and Database Usage in Genomic Era: The Road towards Fast-Track Crop Plant Improvement.. **Genetics research international**, ID 684321, p. 1-15, 2015.

DU, B.; CHEN, R.; GUO, J.; GUANGCUN, H. Current understanding of the genomic, genetic, and molecular control of insect resistance in rice. **Molecular Breeding**, v. 40, p. 24, 2020.

DUBOIS, M., GILLES, K., HAMILTON, J., REBERS, P., SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v. 28, n. 3, p. 350-356, 1956.

ERB, M.; MELDAU, S.; HOWE, G. A. Role of phytohormones in insect-specific plant reactions. **Trends in Plant Science**, v. 17, n. 5, 2012.

ERB, M.; REYMOND, F. Molecular Interactions Between Plants and Insect Herbivores. **Annual Review of Plant Biology**, v. 70, p. 527–557, 2019.

EULGEM, T. Regulation of the Arabidopsis defense transcriptome. **Trends in Plant Science**, v. 10, p. 71-78, 2005.

FALKER, Automação agrícola. Manual do medidor eletrônico de teor clorofila (ClorofiLOG/CFL 1030). Porto Alegre, 2008. 33p. Disponível em: <https://www.falker.com.br/download.php?file_id=28>. Acesso em: 11 de fev. 2020.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Statistical Database**. 2018. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 11 de fev. 2020.

FARHANGI-ABRIZ, S.; GHASSEMI-GOLEZANI, K. JASMONATES: Mechanisms and Functions in Abiotic Stress Tolerance of Plants. **Biocatalysis And Agricultural Biotechnology**, v. 20, 101210, 2019.

FERNANDEZ, F.; GEPTS. P.; LOPES, M. **Etapas de desarrollo de la planta de frijol comum**. Cali: Centro Nacional de Agricultura Tropical, 1982. 26 p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FICHMAN, Y.; GERDES, S.Y.; KOVÁCS, H.; SZABADOS, L.; ZILBERSTEIN, A.; CSONKA, L.N. Evolution of proline biosynthesis: enzymology, bioinformatics, genetics, and transcriptional regulation. **Biological Reviews**, v. 90, p. 1065–1099, 2015.

FINNEY, D. J. **Probit Analysis**, England, London, 1971.

FISHER, J. J.;HAJEK, A. E..Maternal Exposure of a Beetle to Pathogens Protects Offspring against Fungal Disease. **PLoS One**, v. 10, n. 5, e0125197, 2015. doi: 10.1371/journal.pone.0125197. eCollection 2015.

FLINN, M.; SMITH, C. M.; REESE, J. C.; GILL, B. Categories of resistance to greenbug (Homoptera: Aphididae) biotype I in *Aegilops tauschii* germplasm. **Journal of Economic Entomology**, v. 94, p. 558–563, 2001.

FLURKEY, W. H.; JEN, J. J. Peroxidase and polyphenol oxidase activities in developing peaches. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 43, n. 6, p. 1826-1828, 1978.

FOLLMANN, D. N.; SOUZA, V. Q.; FILHO, A. C.; DEMARI, G. H.; NARDINO, M.; OLIVOTO, T.; CARVALHO, I. R.; SILVA, A. D. B.; MEIRA, D.; MEIE, C. Agronomic performance and genetic dissimilarity of second-harvest soybean cultivars using REML/BLUP and Gower's algorithm. **Bragantia**, Campinas, v. 78, n. 2, p. 197-207, 2019.

FOYER, C. H.; KARPINSKA, B.; KRUPINSKA, K. The functions of WHIRLY1 and REDOX-RESPONSIVE TRANSCRIPTION FACTOR 1 in cross tolerance responses in plants: a hypothesis. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 369, n. 1640, p. 1-8, 2014.

FREITAS, E. S.; LOUREIRO, E. S.; ALMEIDA, M. E. B.; PESSOA, L. G. A. Seleção de isolados de *Metarhizium anisopliae* (metsch.) sorok. (deuteromycotina: hyphomycetes) para o controle de *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.79, n.2, p.247-254, 2012.

GIANNOPOLITIS, C. N.; RIES, S. K. Superoxide dismutases I. Occurrence in higher plants. **Plant physiology**, v. 59, n. 2, p. 309–314, 1977.

GOLEBIEWSKI, M.; SANDRABOJKE, A.; YTKACZUK, C.; MAJCHROWSKA – SAFARYAN, A.; STEPNOWSKI, P. Comparison of the organic compounds composition of *Hylobius abietis* males and females before and after exposure to *Beauveria bassiana* infection. **Physiological Entomology**, v. 45, p. 81-88, 2020.

GOODSTEIN, D. M.; SHU, S.; HOWSON, R.; NEUPANE, R.; HAYES, R. D.; FAZO, J.; MITROS, T.; DIRKS, W.; HELLSTEN, U.; PUTNAM, N.; ROKHSAR, D. S. Phytozome: a comparative platform for green plant genomics. **Nucleic acids research**, 40 (Database issue), D1178–D1186, 2012.

HASANUZZAMAN, A. T. M.; ISLAM, M. N.; ZHANG, Y.; ZHANG, C. Y.; LIU, T. X. Leaf Morphological Characters Can Be a Factor for Intra-Varietal Preference of Whitefly *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) among Eggplant Varieties. **PLOS ONE**, v. 11, n. 4, e0153880, 2016.

HAVIR, E. A.; McHALE, N. A. Biochemical and developmental characterization of multiple forms of catalase in tobacco leaves. **Plant Physiology**, v. 84, p. 450-455, 1987.

HO, C.; GEISLER, M. Genome-Wide Computational Identification of Biologically Significant Cis-Regulatory Elements and Associated Transcription Factors from Rice. **Plants**, v. 8, n. 441, p. 1-26, 2019.

HOWE, E. et al. MeV: MultiExperiment Viewer. in Biomedical Informatics for Cancer Research (eds. Ochs, M. F.; Casagrande, J. T.; Davuluri, R. V.). **Springer US**, p. 267–277, 2010.

HUANG, Y.; WU, Q.; WANG, S.; SHI, J.; DONG, Q.; YAO, P.; SHI, G.; XU, S.; DENG, R.; LI, C.; CHEN, H.; ZHAO, H. FtMYB8 from Tartary buckwheat inhibits both anthocyanin/Proanthocyanidin accumulation and marginal Trichome initiation. **BMC Plant Biology**, v. 19, n. 1, p. 263, 2019.

HUMBER, R. A. Identification of entomopathogenic fungi, In: Lacey, L. A. (Ed.), Manual of techniques in insect pathology, second ed. **Academic Press**, Inc., California, USA, p. 151-187, 2012.

JAKOBY, M.; WEISSHAAR, B.; DRÖGE-LASER, W.; VICENTE-CARBAJOSA, J.; TIEDEMANN, J.; KROJ, T.; PARCY, F. bZIP transcription factors in Arabidopsis. **Trends Plant Science**. v. 7, n. 3, p. 106-11, 2002.

JANKŮ, M.; LUHOVÁ, L.; PETŘIVALSKÝ, M. On the Origin and Fate of Reactive Oxygen Species in Plant Cell Compartments. **Antioxidants** (Basel, Switzerland), v. 8, n. 4, p. 105, 2019.

JIN J. P.; HE, K.; TANG, X.; LI, Z.; LV, L.; ZHAO, Y.; LUO, J. C.; GAO, G. An Arabidopsis transcriptional regulatory map reveals distinct functional and evolutionary features of novel transcription factors. **Molecular Biology and Evolution**, v. 32, n. 7, p. 1767-1773, 2015.

JIN, J. P.; TIAN, F.; YANG, D. C.; MENG, Y. Q.; KONG, L.; LUO, J. C.; GAO, G. PlantTFDB 4.0: toward a central hub for transcription factors and regulatory interactions in plants. **Nucleic Acids Research**, v. 45, D1040-D1045, 2017.

KANT, M. R.; JONCKHEERE, W.; KNEGT, R.; LEMOS, F.; LIU, J.; SCHIMMEL, B. C. J.; VILLARROEL, C. A.; ATAIDE, L. M. S.; DERMAUW, W.; GLAS, J. J.; EGAS, M.; JANSSEN, A.; VAN LEEUWEN, T.; SCHUURINK, R. C.; SABELIS, M. W.; ALBA, J. M. Mechanisms and ecological consequences of plant defence induction and suppression in herbivore communities. **Annals of Botany**, v. 115, p. 1015–1051,

2015.

KHAN, S. A.; LI, M. Z.; WANG, S. M.; YIN, H. J. Revisiting the Role of Plant Transcription Factors in the Battle against Abiotic Stress. **International Journal of Molecular Science**, v. 19, n. 1634, 2018.

KONG, W.; DING, L.; CHENG, J.; WANG, B. Identification and expression analysis of genes with pathogen-inducible cisregulatory elements in the promoter regions in *Oryza sativa*. **Rice**, v. 11, n. 52, p. 1-12, 2018.

KRAUSE, K.; KILBIENSKI, I.; MULISCH, M.; RÖDIGER, A.; SCHÄFER, A.; KRUPINSKA, K. DNA-binding proteins of the Whirly family in *Arabidopsis thaliana* are targeted to the organelles. **FEBS Letters**, v. 579, p. 3707–3712, 2005.

LAUMANN, A. R.; RIBEIRO, P. H.; PIRES, C. S. S.; SCHMID, F. G. V.; BORGES, M. M. C.; MORAES, B.; SUJII, E. R. **Diversidade de crisomelídeos-praga (Coleoptera: Chrysomelidae) no Distrito Federal**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, n. 76, 2004, 22p.

LESCOT, M.; DÉHAIS, P.; THIJS, G.; MARCHAL, K.; MOREAU, Y.; VAN DE PEER, Y.; ROUZÉ, P.; ROMBAUTS, S. PlantCARE, a database of plant cis-acting regulatory elements and a portal to tools for in silico analysis of promoter sequences. **Nucleic Acids Research**, v. 30, p. 325–327, 2002.

LI, C.; WEI, M.; GE, Y.; ZHAO, J.; CHEN, Y.; HOU, J.; CHENG, Y.; CHEN, J.; LI, J. The role of glucose-6-phosphate dehydrogenase in reactive oxygen species metabolism in apple exocarp induced by acibenzolar-S-methyl. **Food Chemistry**, v. 5, n. 308, e125663, 2020.

LI, J.; BRADER, G.; PALVA, E. T. The WRKY70 Transcription Factor: A Node of Convergence for Jasmonate-Mediated and Salicylate-Mediated Signals in Plant Defense. **The Plant Cell**, v. 16, p. 319–331, 2004.

LI, N.; HAN, X.; FENG, D.; YUAN, D.; HUANG, L. J. Signaling Crosstalk between Salicylic Acid and Ethylene/Jasmonate in Plant Defense: Do We Understand What They Are Whispering? **International Journal of Molecular Science**, v. 20, n. 671, 2019.

LI, R.; LLORCA, L. C.; SCHUMAN, M. C.; WANG, Y.; WANG, L.; JOO, Y.; WANG, M.; VASSÃO, D. G.; BALDWIN, I. T. ZEITLUPE in the roots of wild tobacco regulates jasmonate-mediated nicotine biosynthesis and resistance to a generalist herbivore. **Plant Physiology**, v. 177, p. 833–846, 2018.

LI, Z.; LIU, C.; ZHANG, Y.; WANG, B.; RAN, Q.; ZHANG, J. The bHLH family member ZmPTF1 regulates drought tolerance in maize by promoting root development and abscisic acid synthesis. **Journal of Experimental Botany**, v. 70, n. 19, p. 5471–5486, 2019.

LIMA, P. F.; COLOMBO, C. A.; CHIORATO, A. F.; YAMAGUCHI, L. F.; KATO, M. J.; CARBONELL, S. A. M. Occurrence of Isoflavonoids in Brazilian Common Bean Germplasm (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, n. 40, p. 9699-9704, 2014.doi.org/10.1021/jf5033312

LIN, H.; M. KOGAN.; D. FISCHER. Induced resistance in soybean to the mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae): comparisons of inducing factors. **Environmental Entomology**, v. 19, p. 1852-1857, 1990.

LIN, W.; HUANG, D.; SHI, X. DENG, B.; REN, Y.; LIN, W.; MIAO, Y. H₂O₂ as a Feedback Signal on Dual-Located WHIRLY1 Associates with Leaf Senescence in Arabidopsis. **Cells**, v. 8, n. 1585, 2019.

LIU, J.; ZHANG, Z.; BEGGS, J. R.; PADERES, E.; ZOU, X.; WEI, X. Lethal and sublethal effects of entomopathogenic fungi on tomato/potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae) in capsicum. **Crop Protection**, v. 129, n. 105023, 2020.

LIU, R.; LÜ, B.; WANG, X.; ZHANG, C.; ZHANG, S.; QIAN, J.; CHEN, L.; SHI, H.; DONG, H. Thirty-seven transcription factor genes differentially respond to a hairpin protein and affect resistance to the green peach aphid in Arabidopsis. **Journal Bioscience**, v. 35, p. 435–450, 2010.

LIU, S.; KRACHER, B.; ZIEGLER, J.; BIRKENBIHL, R. P.; SOMSSICH, I. E. Negative regulation of ABA signaling by WRKY33 is critical for Arabidopsis immunity towards *Botrytis cinerea* 2100. **Elife**, v. 4, e07295, 2015.

LLORCA, C.M., POTSCHIN, M., AND ZENTGRAF, U. bZIPs and WRKYs: two large transcription factor families executing two different functional strategies. **Frontier of Plant Science**, v. 5, n. 169, 2014.

LOBO, I. Basic Local Alignment Search Tool (BLAST). **Nature Education**, v. 1, n. 1, p. 215, 2008.

MADAKBAS, S. Y.; SARIKAMIS, G.; BASAK, H.; KARADAVUT, U.; OZMEN, C. Y.; DASCI, M. G. ÇAYAN. S. Genetic Characterization of Green Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Accessions from Turkey with SCAR and SSR Markers. **Biochemical Genetics**, v. 54, p. 495–505, 2016.

MAIA, M. C. C.; VELLO, N. A.; ROCHA, M. M.; FONSECA JÚNIOR, N. S.; LAVORANTE, O. J.; PINHEIRO, J. B.; DIAS, C. T. S.; ASSIS, G. M. L. Seleção de linhagens experimentais de soja para características agronômicas e tolerância a insetos. **Bragantia**, v.68, n.1, p.85-97, 2009.

MARÉCHAL, A.; PARENT, J. S.; SABAR, M.; VÉRONNEAU-LAFORTUNE, F.; ABOU-RACHED, C.; BRISSON, N. Overexpression of mtDNA-associated AtWhy2 compromises mitochondrial function. **BMC Plant Biology**, v. 8, n. 42, 2008.

MASON, C. J.; RAY, S.; SHIKANO, I.; PEIFFER, M.; JONES, A. G.; LUTHEB, D. S.; HOOVERA, K.; FELTONA, G. W. Plant defenses interact with insect enteric bacteria by initiating a leaky gut syndrome. **PNAS**, v. 116, n. 32, p. 15991–15996, 2019.

MASSA, N.; CESARO, P.; TODESCHINI, V.; CAPRARO, J.; SCARAFONI, A.; CANTAMESSA, S.; COPETTA, A.; ANASTASIA, F.; GAMALERO, E.; LINGUA, G.; BERTA, G.; BONA, E. Selected autochthonous rhizobia, applied in combination with AM fungi, improve seed quality of common bean cultivated in reduced fertilization condition, **Applied Soil Ecology**, v. 148, e103507, 2020.

MCCLEAN, P. E.; LAVIN, M.; GEPTS, P.; JACKSON, S. A. ***Phaseolus vulgaris: A Diploid Model for Soybean***. Ed. Springer, Cap. 4, 2008, 22p.

McGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, v. 27, p. 1254-1255, 1992.

MENG, X. B.; ZHAO, W. S.; LIN, R. M.; WANG, M.; PENG, Y.L. Identification of a novel rice bZIP-type transcription factor gene, OsbZIP1, involved in response to infection of *Magnaporthe grisea*. **Plant Molecular Biology Reports**, v. 23, p. 301-302, 2005.

MERCADER, R. J.; KRUITHOFF, R.; SCRIBER, J. M. Do generalist tiger swallowtail butterfly females select dark green leaves over yellowish or reddish-green leaves for opposition? **Great Lakes Entomologist**, v. 40, p. 29-42, 2007.

MHAMDI, A.; BREUSEGEM, F. V. Reactive oxygen species in plant development. **Development**, v. 145, n. 15, dev164376, 2018.

MIGLIORINI, P.; LUTINSKI, J. A.; GARCIA, F. R. M. Eficiência de extratos vegetais no controle de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae), em laboratório. **Revista Biotemas**, v. 23, n.1, p. 83-89, 2010.

MILANEZ, J. M. Ciclo biológico da vaquinha, praga do milho na região Sul do país. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.10, n.1, p.9-11, 1997.

MITCHELL, C.; BRENNAN, R. M.; GRAHAM, J.; KARLEY, A. J. Plant Defense against Herbivorous Pests: Exploiting Resistance and Tolerance Traits for Sustainable Crop Protection. **Frontiers in plant science**, v. 7, n. 1132, 2016.

MOHANTA, T. K.; PARK, Y. H.; BAE, H. Novel Genomic and Evolutionary Insight of WRKY Transcription Factors in Plant Lineage. **Scientific Reports**, v. 6, n. 37309, 2016.

MONDAL, S.; BAKSI, S.; KORIS, A.; VATAI, G. Journey of enzymes in entomopathogenic fungi. **Pacific Science Review A: Natural Science and Engineering**, v. 18, n. 2, p. 85-99, 2016. doi.org/10.1016/j.pusra.2016.10.001

MORA, M. A. E.; CASTILHO, A. M. C.; FRAGA, M. E. Fungos Entomopatogênicos: Enzimas, Toxinas e Fatores que Afetam a Diversidade. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 18, n. 3, p. 335-349, 2016.

MORANDO, R.; BALDIN, E. L. L.; CRUZ, P. L.; LOURENÇÃO, A. L.; CHIORATO, A. F. Antixenosis of bean genotypes to *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 6, p. 450-458, 2015.

MOSSA, A. H.; MOHAFRASH, S. M. M.; CHANDRASEKARAN, N. Safety of Natural Insecticides: Toxic Effects on Experimental Animals. **BioMed Research International**, v. 10, p. 1-17, 2018.

MUGONZA, J.; OTIM, M. H.; EGONYU, J. P. The comparative virulence of an atoxigenic strain of *Aspergillus flavus* (Eurotiales: Trichocomaceae) and the commercial ICIPE 69 *Metarhizium anisopliae* (Hypocreales: Clavicipitaceae) to the bean leaf beetle *Ootheca mutabilis* (Coleoptera: Chrysomelidae). **International**

Journal of Tropical Insect Science, v. 40, p. 403-411, 2020.

MUKANKUSI, C.; RAATZ, B.; NKALUBO, S.; et al. Genomics, genetics and breeding of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Africa: A review of tropical legume project. **Plant Breed.ing**, v. 138, p. 401–414, 2019.

MÜLLER, N. A.; KERSTEN, B.; FLADUNG, M.; SCHROEDER, H. RNA-seq of eight different poplar clones reveals conserved up-regulation of gene expression in response to insect herbivory. **BMC Genomics**, v. 20, n. 673, 2019.

MULOCK, B. S.; CHANDLER, L. D. Effect of *Beauveria bassiana* on the fecundity of western corn rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae). **Biological Control**, v. 22, p. 16–21, 2001.

MUÑOZ-HUERTA, R. F.; GUEVARA-GONZALEZ, R. G.; CONTRERAS-MEDINA, L. M.; TORRES-PACHECO, I.; PRADO-OLIVAREZ, J.; OCAMPO-VELAZQUEZ, R. V. A review of methods for sensing the nitrogen status in plants: advantages, disadvantages and recent vances. **Sensors** (Basel), v. 13, p. 10823–10843, 2013.

NAKATANI, M.; ABDELGALEIL, S. A. M.; SAAD, M. M. G.; HUANG, R. C.; DOE, N.; IWAGAWA, T. Phragmalin limonoids from *Chukrasia tabularis*. **Phytochemistry**, v. 65, p. 2833– 2841, 2004.

NATHAN, S. S.; KALAIVANI, K.; MURUGAN, K. Effects of neem limonoids on the malaria vector *Anopheles stephensi* Liston (Diptera: Culicidae). **Acta Tropica**, v.96, p. 47-55, 2005.

NGANGAMBE, M. H.; MWATAWALA, M. W. Effects of entomopathogenic fungi (EPFs) and cropping systems on parasitoids of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) on maize in eastern central, Tanzania. **Biocontrol Science and Technology**.

NGUYEN, C. T.; MARTINOIA, E.; FARMER, E. E. Emerging jasmonate transporters. **Molecular Plant**, v. 10, p. 659–661, 2017.

ONKOKESUNG, N.; REICHEL, M.; VAN DOORN, A.; SCHUURINK, R. C.; VAN LOON, J. J.; DICKE, M. Modulation of flavonoid metabolites in *Arabidopsis thaliana* through overexpression of the MYB75 transcription factor: role of kaempferol-3,7-dirhamnoside in resistance to the specialist insect herbivore *Pieris brassicae*. **Journal of experimental botany**, v. 65, n. 8, p. 2203–2217, 2014.

OZYIGIT, I. I.; FILIZ, E.; VATANSEVER, R.; KURTOGLU, K. Y.; KOC, I.; ÖZTÜRK, M.; XAN, D.; ANJUM, N. A. Identification and Comparative Analysis of H₂O₂-Scavenging Enzymes (Ascorbate Peroxidase and Glutathione Peroxidase) in Selected Plants Employing Bioinformatics Approaches. **Frontiers in Plant Sciences**, v. 7, n. 301, 2016.

PAIVA, L. A.; RESENDE, W. C.; SILVA, C. L. T.; ALMEIDA, A. C. S.; CUNHA, P. C. R.; JESUS, F. G. Resistance of common bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars to *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Colombiana de Entomología**, n. 44, v. 1, p. 12-18, 2018.

PANDEY, S. P.; SRIVASTAVA, S.; GOEL, R.; LAKHWANI, D.; SINGH, P.; ASIF, M.

H.; SANE, A. P. Simulated herbivory in chickpea causes rapid changes in defense pathways and hormonal transcription networks of JA/ ethylene/GA/auxin within minutes of wounding. **Scientific Reports**, v. 7, e44729.

PANDEY, V. P.; AWASTHI, M.; SINGH, S.; TIWARI, S.; DWIVEDI, U. N. A Comprehensive Review on Function and Application of Plant Peroxidases. **Biochemistry and Analytical Biochemistry**, v. 6, n. 1, 2017.

PARON, M. J. F. O.; LARA, F. M. Preferência alimentar de adultos de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) por genótipos de feijoeiro. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 4, p. 669-674, 2001.

PARON, M. J. F. O.; LARA, F. M. Relação entre tricomas foliares de genótipos de feijoeiro comum, *Phaseolus vulgaris* L. e resistência a *Diabrotica speciosa* Germar, 1824 (Coleoptera: Chrysomelidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 4, p. 894-898, 2005.

PARYS, K. A.; PORTILLA, M. Effectiveness of *Beauveria bassiana* against *Piezodorus guildinii* (Hemiptera: Pentatomidae), a key pest of soybeans in the neotropics. **Biocontrol Science and Technology**, v. 30, n.5, p. 451-461.

PELEG, Z.; BLUMWALD, E. Hormone balance and abiotic stress tolerance in crop plants. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 14, p. 290–295, 2011.

PILZ, C.; WEGENSTEINER, R.; KELLER, S. Selection of entomopathogenic fungi for the control of the western corn rootworm *Diabrotica virgifera virgifera*. **Journal of Applied Entomology**, v. 131, n. 6, p. 426–431, 2007.

PINHEIRO, J. B.; VENDRAMIM, J. D.; LOURENÇÃO, A. L. Programas geram cultivares de soja resistente a insetos. **Visão Agrícola**, v. 5, p. 56-59, 2006.

PINTO, M. S. T.; RIBEIRO, J. M.; OLIVEIRA, E. A. G. O estudo de genes e proteínas de defesa em plantas. **Brazilian Journal of Biosciences**, v. 9, n. 2, p. 241-248, 2011.

PRETTY, J.; BHARUCHA, Z. P. Integrated pest management for sustainable intensification of agriculture in Asia and Africa. **Insects**, v. 6, n. 1, p. 152-182, 2015.

QI, J.; MALOOK, S.; SHEN, G.; GAO, L.; ZHANG, C.; LI, J.; ZHANG, J.; WANG, L.; WU, J. Current understanding of maize and rice defense against insect herbivores. **Plant Diversity**, v. 40, p. 189-195, 2018.

QIU, Y.; GUO, J.; JING, S.; TANG, M.; ZHU, L.; HE G. Identification of antibiosis and tolerance in rice varieties carrying brown planthopper resistance genes. **Entomology Experimentallis et Applicatta**, v. 141, p. 224–231, 2011.

RAI, K. K.; RAI, N.; RAI, S. P. Prediction and validation of DREB transcription factors for salt tolerance in *Solanum lycopersicum* L.: An integrated experimental and computational approach. **Environmental and Experimental Botany**, v. 165, p. 1–18, 2019.

RASBAND, W. S. **ImageJ**. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA. 1997-2015.

RENDÓN-ANAYA, M.; MONTERO-VARGAS, J. M.; SABURIDO-ÁLVAREZ, S. et al. Genomic history of the origin and domestication of common bean unveils its closest sister species. **Genome Biology**, v. 18, n. 60, p. 1-17, 2017.

RIBEIRO, L. P.; BLUME, E.; BOGORNÍ, P. C.; DEQUECH, S. T. B.; BRAND, S. C.; JUNGES, E. Compatibility of *Beauveria bassiana* commercial isolate with botanical insecticides utilized in organic crops in southern Brazil. **Biological Agriculture & Horticulture**, v. 28, n. 4, p. 223-240, 2012.

RICHETTI, A.; ITO, M. A. **Viabilidade Econômica da Cultura do Feijão-Comum**, Safra da Seca de 2016, em Mato Grosso do Sul. Embrapa, comunicado técnico 208, ISSN 1679-0472, Dourados, MS, 2015.

ROMEIS, T.; HERDE, M. From local to global: CDPKs in systemic defense signaling upon microbial and herbivore attack. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 20, p. 1–10, 2014.

ROSA, A. P. S. A.; TRECHA, C. O.; MEDINA, L. B. Bioecologia de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) visando fornecer subsídios para estudos de criação em dieta artificial. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2013.

RUSHTON, P. J.; SOMSSICH, I. E.; RINGLER, P.; SHEN, Q. J. WRKY transcription factors. **Trends Plant Science**. v. 15, n. 5, p. 247-58, 2010.

SÁENZ-APONTEA, A.; CORREA-CUADROSA, J. P.; RODRÍGUEZ-BOCANEGRA, M. X. Foliar application of entomopathogenic nematodes and fungi for the. **Biological Control**, v. 142, n. 104163. 2020.

SAMSON, R. A.; EVANS, H. C.; LATGÉ, J. P. Atlas of entomopathogenic fungi. **Springer**, Berlin Heidelberg New York, 1988.

SAS INSTITUTE. **User's manual, version 9.1**. In: (Ed). SAS Institute. Cary: NC, 2002.

SAXENA, R.; KUMAR, M.; JYOTI, A.; TOMAR, R. S. Untapped Potential of Salicylic Acid, Jasmonic Acid and PGPRs to Develop Abiotic Stress Resilience in Crop Plants. **Current Trends in Biotechnology and Pharmacy**, v. 13, n. 4, p. 376-390, 2019.

SCHLICK-SOUZA, E. C.; BALDIN, E. L. L.; LOURENÇÃO, A. L. Variation in the host preferences and responses of *Ascia monuste orseis* Godart (Lepidoptera: Pieridae) to cultivars of collard greens *Brassica oleracea* (L.) var. acephala. **Journal of Pest Science**, v. 84, p. 429–436, 2011.

SCHLICK-SOUZA, E. C.; BALDIN, E. L. L.; MORANDO, R.; LOURENÇÃO, A. L. Antixenosis to *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) among soybean genotypes. **Bragantia**, v. 77, n. 1, p. 124-133, 2017.

SCHMUTZ, J.; MCCLEAN, P.E.; MAMIDI, S.; WU, G.A.; CANNON, S.B.; GRIMWOOD, J.; JENKINS, J.; SHU, S.; SONG, Q.; CHAVARRO, C.; et al. A reference genome for common bean and genome-wide analysis of dual domestications. **Nature Genetics**, v. 46, p. 707-713, 2014.

SCHUMAN, M. C.; BALDWIN, I. T. The Layers of Plant Responses to Insect Herbivores. **Annual Review Entomology**, v. 61, p. 373-394, 2016.

SEAB – Feijão – **Análise da Conjuntura Agropecuária**. v.1, p.1-13, 2016.

SEFFRIN, R. C. A. S.; COSTA, E. C.; DOMINGUES, L. S.; DEQUECH, S. T. B.; SAUSEN, C. D. Atividade inseticida de meliáceas sobre *Diabrotica speciosa* (Col., Chrysomelidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n.7, p.1805-1809, 2008.

SEIFI, A.; VISSER, R. G. F.; BAI, Y. How to effectively deploy plant resistances to pests and pathogens in crop breeding. **Euphytica**, n. 190, v. 3, p. 321-334, 2013.

SHAHID, A. A.; RAO, A. Q.; BAKHSH, A.; HUSNAIN, T. Entomopathogenic fungi as biological controllers: new insights into their virulence and pathogenicity. **Arch. Biol. Sci.**, Belgrade, v. 64, n. 1, p. 21-42, 2012.

SHAHID, M. R.; ARIF, M. J.; GOGI, M. D.; JAVED, N. Host-plant-preference and Mortality Analysis of *Phenacoccus solenopsis* in Association with Biochemical Traits of Different Plant Species. **International Journal Of Agriculture & Biology**, v. 19, p. 211–218, 2017.

SHARMA, R.; PESHIN, R. Impact of integrated pest management of vegetables on pesticide use in subtropical Jammu, India. **Crop Protection**, v. 84, p. 105-112, 2016.

SHEARD, L. B.; TAN, X.; MAO, H. et al. Jasmonate perception by inositolphosphate-potentiated COI1–JAZ co-receptor. **Nature**, v. 468, p. 400–405, 2010.

SHOOROEI, M.; HOSEINZADEH, A. H.; MAALI-AMIRI, R.; ALLAHYARI, H.; TORKZADEH-MAHANI, M. Antixenosis and antibiosis response of common bean (*Phaseolus vulgaris*) to two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*). **Experimental and Applied Acarology**, v. 74, p. 365-381, 2018.

SIDHU, D.; GILL, K.S. Distribution of genes and recombination in wheat and other eukaryotes. **Plant Cell Tiss Organ Cult.** v. 79, n. 257, 2005.

SILVA, A. L.; VELOSO, V. R. S.; CRISPIM, C. M. P.; BRAZ, V. C.; SANTOS, L. P.; CARVALHO, M. P. Effect of leaf surface reduction in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 33, p. 83-87, 2003.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**, v. 41, p. 237-245, 1981.

SMITH, C. M.; CLEMENT, S. L. Plant Resistance to Arthropods: Molecular and Conventional Approaches. **Annual Review Entomology**, v. 57, p. 309-28, 309-328, 2012.

SOSA-GÓMEZ, D.R. et al. Soja: manejo integrado de pragas. Curitiba: SENAR-PR/EMBRAPA-Soja, 2010. 83p.

SOUZA, D. J.; PACHOUTE, J. Occurrence and feeding preference of *Diabrotica speciosa* Germar and *Cerotoma arcuata* (Olivier) for different cultivars of cowpea *Vigna unguiculata* (Linnaeus) Walpers. **EntomoBrasilis**, v. 12, n. 3, p. 103-107, 2019.

SOUZA, E. S.; BALDIN, E. L. L.; SILVA, J. O. G. F.; LOURENÇÃO, L. Feeding preference of *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae) and attractiveness of soybean genotypes. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 73, n. 4, 2013.

SOUZA, T. P.; DIAS, R. O.; SILVA-FILHO, M. C. Defense-related proteins involved in sugarcane responses to biotic stress. **Genetics and Molecular Biology**, v. 40, n. 1(suppl), p. 360-372, 2017.

SPOEL, S. H.; JOHNSON, J. S.; DONG, X. Regulation of tradeoffs between plant defenses against pathogens with different lifestyles. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. USA, v. 104, p. 18842–18847, 2007.

SPYROPOULOU, E. A.; HARING, M. A.; SCHUURINK, R. C. RNA sequencing on *Solanum lycopersicum* trichomes identifies transcription factors that activate terpene synthase promoters. **BMC genomics**, v. 15, n. 1, p. 402, 2014.

STAHL, E.; HILFIKER, O.; REYMOND, P. Plant–arthropod interactions: who is the winner? **The Plant Journal**, v. 93, p. 703–728, 2018.

STRACKE, R.; WERBER, M.; WEISSHAAR, B. The R2R3-MYB gene family in *Arabidopsis thaliana*. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 4, n. 5, p. 447-56.

SULISTYO, A.; INAYATI, A. Mechanisms of antixenosis, Antibiosis, and tolerance of fourteen soybean genotypes in response to whiteflies (*Bemisia tabaci*). **Biodiversitas**. v. 17, p. 447-453, 2016.

TANG, J.; WANG, S. Q.; HU, K. D.; HUANG, Z. Q.; LI, Y. H.; HAN, Z.; CHEN, X. Y.; HU, L. Y.; YAO, G. F.; ZHANG, H. Antioxidative capacity is highly associated with the storage property of tuberous roots in different sweet potato cultivars. **Scientific Reports**, v. 9, n. 11141, 2019.

TEIXEIRA, M. L. F.; FRANCO, A. A. Susceptibilidade de larvas de *Cerotoma arcuata* Olivier (Coleoptera: Chrysomelidae) a *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin, *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin e *Bacillus thuringiensis* Berliner. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 1, p. 19-25, 2007.

TEODORO, J. S., TRECHA, C. O.; MEDINA, L. B.; HELLWIG, L.; DE LIMA, C. V.; SCHNEID, A. P.; DA ROSA, A. Biologia e tabela de vida de fertilidade de *Diabrotica speciosa* (Col.: Chrysomelidae) em dieta natural. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.81, n.3, p. 238-243, 2014.

TIAN, F.; YANG, D. C.; MENG, Y. Q.; JIN, J. P.; GAO, G. PlantRegMap: charting functional regulatory maps in plants. **Nucleic Acids Research**, v. 1020, 2019.

TOYOTA, D. S.; SPENCER, D.; TOYOTA, S. S.; JIAQI, W.; ZHANG, T.; KOO, A. J.; HOWE, G. A.; GILROY, S. Glutamate triggers long-distance, calcium-based plant defense signaling. **Science**, v. 361, n. 6407, p. 1112-1115, 2018.

UDVARDI, M. K.; KAKAR, K.; WANDREY, M.; MONTANARI, O.; MURRAY, J.; ANDRIANKAJA, A.; ZHANG, J.; BENEDITO, V.; HOFER, J. M. I.; CHUENG, F.; TOWN, C. D. Legume transcription factors: global regulators of plant development and response to the environment. **Plant Physiology**, v. 144, p. 538-549, 2007.

UNTERGASSER, A. H.; NIJVEEN, H.; RAO, X.; BISSELING, T.; GEURTS, R.;

- LEUNISSEN, J. A. M. Primer3Plus, an enhanced web interface to Primer3. **Nucleic Acids Research**, v. 35, n. 2, p. 71-74, 2007.
- VEGA, F. E., MEYLING, N. V., LUANGSA-ARD, J. J.; BLACKWELL, M. Fungal entomopathogens. *Insect Pathology*, 2nd edn (ed. by F.E. Vega and H.K. Kaya). **Academic Press, Elsevier**, The Netherlands, p. 171–220, 2012.
- VENZON, M.; ROSADO, M. C.; MOLINA-RUGAMA, A. J.; DUARTE, V. S.; DIAS, R.; PALLINI, A. Acaricidal efficacy of neem against *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). **Crop Protection**, v. 27, p. 869–872, 2008.
- VERDUGO, J. A.; FRANCIS, F.; RAMÍREZ, C. C. A review on the complexity of insect-plant interactions under varying levels of resources and host resistance: the case of *Myzus persicae-Prunus persica*. **Biotechnology Agronomy Society and Environment**, v. 20, n.4, p. 533-541, 2016.
- VIANA, P. A. **Manejo de *Diabrotica speciosa* na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, n. 141, 2010, 6 p.
- VOLENÍKOVÁ, M.; TICHÁ, I.; Insertion Profiles in Stomatal Density and Sizes in *Nicotiana tabacum* L. Plantlets. **Biologia Plantarum**, v. 44, p. 161–165, 2001.
- WANG, J.; WU, D.; WANG, Y.; XIE, D. Jasmonate action in plant defense against insects. **Journal of Experimental Botany**, v. 70, n. 13, p. 3391–3400, 2019.
- WAR, A. R.; PAULRAJ, M. G.; AHMAD, T.; BUHROO, A. A. HUSSAIN, B.; IGNACIMUTHU, S.; SHARMA, H. G. Mechanisms of Plant Defense against Insect Herbivores. **Plant Signaling & Behavior**, v. 7, n. 10, p. 1306-1320, 2012.
- WAR, A. R.; TAGGAR, G. K.; HUSSAIN, B.; TAGGAR, M. S.; NAIR, R. M.; SHARMA, H. C. Plant defence against herbivory and insect adaptations. **AoB PLANTS**, v. 10, n. 037, 2018.
- WASTERNAK C, SONG S. Jasmonates: biosynthesis, metabolism, and signaling by proteins activating and repressing transcription. **Journal of Experimental Botany**, v. 68, p. 1303–1321, 2017.
- WEI, K.; CHEN, J.; WANG, Y.; CHEN, Y.; CHEN, S.; LIN, Y.; PAN, S.; ZHONG, X.; XIE, D. Genome-wide analysis of bZIP-encoding genes in maize. **DNA Res.**, v. 19, p. 463-476, 2012.
- WINTER, D. J.; GANLEY, A. R. D.; YOUNG, C. A.; LIACHKO, I.; SCHARDL, C. L.; DUPONT, P. Y., et al. Repeat elements organise 3D genome structure and mediate transcription in the filamentous fungus *Epichloë festucae*. **PLoS Genet**, v. 14, n. 10, e1007467, 2018.
- WU, J.; CHEN, J.; WANG, L.; WANG, S. Genome-Wide Investigation of WRKY Transcription Factors Involved in Terminal Drought Stress. Response in Common Bean. **Front Plant Science**, v. 8, n. 380, 2017.
- WU, S. Y.; SARKAR, S. C.; LV, J. L.; XU, X.N.; LEI, Z. R. Poor infectivity of *Beauveria bassiana* to eggs and immatures causes the failure of suppression on *Tetranychus urticae* population. **Biological Control**, v. 65, p. 81–90, 2020.

YAN, Y., LIU, W., WEI, Y. AND SHI, H. MeCIPK23 interacts with Whirly transcription factors to activate abscisic acid biosynthesis and regulate drought resistance in cassava. **Plant Biotechnol. J.**, 2020.

YASIN, M.; WAKIL, W.; GHAZANFAR, M. U.; QAYYUM, M. A.; TAHIR, M.; BEDFORD, G. O. Virulence of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* against red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier). **Entomological Research**, v. 49, p. 3–12, 2019.

ZACHÉ, R. R. C.; BALDIN, E L. L.; ZACHÉ, B. Adult attractiveness and non-preference for oviposition of *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae) in genotypes of Cucurbita spp. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, suplemento 1, p. 3353-3366, 2013.

ZHANG, L.; ZHANG, F.; MELOTTO, M.; YAO, J.; HE, S. Y. Jasmonate signaling and manipulation by pathogens and insects. **Journal of Experimental Botany**, v. 68, n. 6 p. 1371–1385, 2017.

ZHAO, S. Y.; WANG, G. D.; ZHAO, W. Y.; ZHANG, S.; KONG, F. Y.; DONG, X. C.; MENG, Q. W. Overexpression of tomato WHIRLY protein enhances tolerance to drought stress and resistance to *Pseudomonas solanacearum* in transgenic tobacco. **Biologia Plantarum**, v. 62, p. 55–68, 2018.

ZHUANG, K.; GAO, Y.; LIU, Z.; DIAO, P.; SUI, N.; MENG, Q.; MENG, C.; KONG, F. WHIRLY1 regulates HSP21.5A expression to promote thermotolerance in tomato. **Plant & Cell Physiology**, v.61, p.169-177, 2020.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Resumo da análise de variância para área foliar consumida de genótipos de feijão comum por *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) em bioensaio com e sem chance de escolha. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.

| Fator de variação | GL | QM | |
|-------------------|-----|-------------|--------|
| Genótipo (G) | 9 | 319122.02** | |
| Condição (C) | 1 | 747375.38** | |
| G x C | 9 | 326561.81** | |
| Resíduo | 180 | 3629.40 | |
| CV (%) | | | 17.47 |
| Média Geral | | | 344.78 |

**significativo a 1% de probabilidade de erro GL: Graus de Liberdade; QM: quadrado médio; CV(%): Coeficiente de Variação. Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

APÊNDICE B – Resumo da análise de variância para as enzimas Catalase (CAT), Peroxidase (POX) e Superóxido Dismutase (SOD) de folha de feijão comum exposto a *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.

| Fator de variação | GL | QM | | |
|-------------------|----|----------|-----------|-----------|
| | | CAT | POX | SOD |
| Genótipo (G) | 9 | 146261** | 9092719** | 0.00342** |
| Tempo (T) | 2 | 98059** | 9379962** | 0.00316** |
| Repetição | 2 | 5583 | 105043 | 0.00005 |
| G x T | 18 | 59110** | 2451010* | 0.00133** |
| Resíduo | 58 | 11084 | 1294544 | 0.00018 |
| Media | | 450.64 | 2477 | 5.74 |
| CV (%) | | 23.36 | 46 | 23.75 |

**significativo a 1% e *5% de probabilidade de erro; GL: Graus de Liberdade; QM: quadrado médio; CV(%): Coeficiente de Variação. Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

APÊNDICE C – Resumo da análise de variância para expressão dos genes *PvbZIP1*, *NPR1 Phvul.008G195900.1*, *PvWhirly3* de folha de feijão comum exposto a *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.

| Fator de variação | GL | QM | | |
|-------------------|----|-----------|-------------------|----------|
| | | bZIP | NPR | WHIRLY |
| Genótipo (G) | 8 | 1826** | 633 ^{ns} | 620.43** |
| Tempo (T) | 2 | 155.6 ns | 1132.14* | 1164** |
| G x T | 16 | 1280.6 ** | 707.89* | 484.38** |
| Resíduo | 52 | 291 | 316.02 | 148.89 |
| Média Geral | | 48.47 | 66 | 55.86 |
| CV (%) | | 35.19 | 26 | 21.84 |

**significativo a 1% e *5% de probabilidade de erro GL: Graus de Liberdade; QM: quadrado médio; CV(%): Coeficiente de Variação. Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

APÊNDICE D – Resumo da análise de variância para densidade de tricomas da superfícies abaxial e adaxial da folha de genótipos de feijão comum. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.

| Fator de variação | GL | QM | |
|--------------------------|----|-----------|-------|
| Genótipo (G) | 9 | 227.26** | |
| Superfície da folha (SF) | 1 | 9400.02** | |
| G x SF | 9 | 205.72** | |
| Resíduo | 40 | 8.95 | |
| CV (%) | | | 19.36 |
| Média Geral | | | 15.45 |

**significativo a 1% de probabilidade de erro; GL: Graus de Liberdade; QM: quadrado médio; CV(%): Coeficiente de Variação. Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

APÊNDICE E – Resumo da análise de variância para caracterização da coloração das folhas dos genótipos de feijão comum. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.

| Fator de variação | GL | QM | | | | |
|-------------------|----|--------|--------------------|--------|---------|--------|
| | | L | a | b | C | h° |
| Genótipo | 9 | 16.1** | 52.8 ^{ns} | 15.0** | 17.97** | 3.24** |
| Resíduo | 20 | 0.7 | 35.6 | 1.2 | 1.35 | 0.52 |
| CV (%) | | 1.99 | -35.2 | 4.37 | 3.80 | 0.57 |
| Média | | 41.6 | -16.9 | 24.6 | 30.53 | 126.29 |

L*= Luminosidade, a*= verde/vermelho, b*=amarelo, C8=croma, h°=ângulo da tonalidade,**significativo a 1% de probabilidade de erro GL: Graus de Liberdade; QM: quadrado médio; CV(%): Coeficiente de Variação. Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

APÊNDICE F – Resumo da análise de variância para índice de clorofila de folhas dos genótipos de feijão comum. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.

| Fator de variação | GL | QM | | |
|-------------------|----|-------------|-------------|-----------------|
| | | Clorofila A | Clorofila B | Clorofila Total |
| Genótipo | 9 | 28.3* | 5.8** | 54.1** |
| Resíduo | 20 | 5.5 | 0.65 | 8.5 |
| CV (%) | | 7.3 | 10.1 | 7.2 |
| Média | | 32.4 | 7.9 | 40.3 |

**significativo a 1% e * a 5% de probabilidade de erro GL: Graus de Liberdade; QM: quadrado médio; CV(%): Coeficiente de Variação. Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

APÊNDICE G – Resumo da análise de variância para açúcar total de folhas dos genótipos de feijão comum. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.

| Fator de Variação | GL | QM | |
|-------------------|----|------------|------|
| Genótipo | 9 | 0.000186** | |
| Resíduo | 20 | 0.000007 | |
| CV (%) | | | 4.84 |
| Média Geral | | | 55 |

**significativo a 1% de probabilidade de erro GL: Graus de Liberdade; QM: quadrado médio; CV(%): Coeficiente de Variação. Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

ANEXOS

TABELA S1– Genes das famílias bZIP, MYB, WRKY e Whirly detectados no genoma de *Phaseolus vulgaris*.

| Nome Gene | Locus ID | Chr | Propriedades Proteica | | | |
|------------|--------------------|-----|-----------------------|----------|-------|----------|
| | | | Comp aa | MW (KDa) | PI | Nº ERACs |
| PvbZIP1 | Phvul.001G009000.1 | 1 | 561 | 61.646 | 7055 | 11 |
| PvbZIP2 | Phvul.001G011800.1 | 1 | 157 | 18.141 | 10477 | 13 |
| PvbZIP3 | Phvul.001G029500.1 | 1 | 141 | 16.595 | 11040 | 12 |
| PvbZIP4 | Phvul.001G101000.1 | 1 | 314 | 34.660 | 6728 | 8 |
| PvbZIP5 | Phvul.001G119300.1 | 1 | 784 | 85.057 | 5204 | 10 |
| PvbZIP6 | Phvul.001G123300.1 | 1 | 461 | 50.822 | 8923 | 11 |
| PvbZIP7 | Phvul.001G140100.1 | 1 | 484 | 54.325 | 8694 | 8 |
| PvbZIP8 | Phvul.001G188300.1 | 1 | 504 | 56.158 | 6329 | 14 |
| PvbZIP9 | Phvul.001G189400.1 | 1 | 394 | 43.563 | 8367 | 9 |
| PvbZIP10 | Phvul.001G212800.1 | 1 | 145 | 16.259 | 8517 | 9 |
| PvbZIP11 | Phvul.001G249300.1 | 1 | 363 | 40.913 | 8616 | 9 |
| PvbZIP12 | Phvul.002G009200.1 | 2 | 176 | 20.454 | 11189 | 13 |
| PvbZIP13 | Phvul.002G105700.1 | 2 | 181 | 20.049 | 9822 | 12 |
| PvbZIP14 | Phvul.002G110600.1 | 2 | 194 | 22.178 | 5790 | 10 |
| PvbZIP15 | Phvul.002G136000.1 | 2 | 398 | 42.247 | 6119 | 7 |
| PvbZIP16 | Phvul.002G203300.1 | 2 | 248 | 27.129 | 8875 | 11 |
| PvbZIP17 | Phvul.002G237600.1 | 2 | 160 | 17.964 | 5290 | 13 |
| PvbZIP18 | Phvul.002G248500.1 | 2 | 376 | 42.214 | 8394 | 7 |
| PvbZIP19 | Phvul.002G263400.1 | 2 | 369 | 42.219 | 6656 | 10 |
| PvbZIP20 | Phvul.003G028800.1 | 3 | 463 | 51.489 | 7091 | 14 |
| PvbZIP20.1 | Phvul.003G028800.2 | 3 | 437 | 48.380 | 7090 | 13 |
| PvbZIP21 | Phvul.003G181500.1 | 3 | 211 | 23.966 | 7079 | 14 |
| PvbZIP22 | Phvul.003G233200.1 | 3 | 172 | 20.016 | 10115 | 11 |
| PvbZIP23 | Phvul.003G252000.1 | 3 | 340 | 35.883 | 5760 | 10 |
| PvbZIP24 | Phvul.003G266100.1 | 3 | 156 | 17.758 | 10760 | 12 |
| PvbZIP25 | Phvul.003G273900.1 | 3 | 418 | 44.756 | 6519 | 9 |
| PvbZIP26 | Phvul.003G291800.1 | 3 | 409 | 45.388 | 10285 | 14 |
| PvbZIP26.1 | Phvul.003G291800.2 | 3 | 408 | 45.260 | 10285 | 13 |
| PvbZIP27 | Phvul.004G045800.1 | 4 | 197 | 22.732 | 6147 | 8 |
| PvbZIP28 | Phvul.004G053300.1 | 4 | 304 | 33.587 | 7829 | 6 |
| PvbZIP29 | Phvul.004G097200.1 | 4 | 333 | 36.163 | 6811 | 9 |
| PvbZIP30 | Phvul.005G011600.1 | 5 | 290 | 32.428 | 9847 | 8 |
| PvbZIP31 | Phvul.005G034400.1 | 5 | 261 | 28.378 | 6499 | 9 |
| PvbZIP32 | Phvul.005G068500.1 | 5 | 333 | 36.897 | 7328 | 16 |
| PvbZIP33 | Phvul.005G097800.1 | 5 | 330 | 37.614 | 6443 | 17 |

| | | | | | | |
|------------|--------------------|----|-----|--------|-------|----|
| PvbZIP34 | Phvul.005G124100.1 | 5 | 487 | 53.732 | 7214 | 12 |
| PvbZIP35 | Phvul.005G124200.1 | 5 | 292 | 32.567 | 5813 | 11 |
| PvbZIP36 | Phvul.005G153900.1 | 5 | 435 | 47.546 | 6513 | 8 |
| PvbZIP37 | Phvul.006G021900.1 | 6 | 272 | 30.190 | 7828 | 11 |
| PvbZIP38 | Phvul.006G029200.1 | 6 | 316 | 34.139 | 5306 | 10 |
| PvbZIP39 | Phvul.006G071300.1 | 6 | 202 | 23.163 | 5760 | 9 |
| PvbZIP40 | Phvul.006G078500.1 | 6 | 417 | 45.060 | 6026 | 10 |
| PvbZIP41 | Phvul.006G101700.1 | 6 | 346 | 37.908 | 7119 | 9 |
| PvbZIP42 | Phvul.006G109700.1 | 6 | 425 | 45.754 | 7092 | 11 |
| PvbZIP43 | Phvul.007G003600.1 | 7 | 445 | 49.113 | 6610 | 8 |
| PvbZIP44 | Phvul.007G025500.1 | 7 | 463 | 51.462 | 6449 | 9 |
| PvbZIP45 | Phvul.007G081000.1 | 7 | 241 | 26.921 | 6139 | 14 |
| PvbZIP46 | Phvul.007G187400.1 | 7 | 454 | 48.586 | 6022 | 10 |
| PvbZIP47 | Phvul.007G214300.1 | 7 | 150 | 16.662 | 6813 | 10 |
| PvbZIP48 | Phvul.007G229600.1 | 7 | 422 | 45.992 | 8852 | 10 |
| PvbZIP49 | Phvul.007G247600.1 | 7 | 293 | 33.222 | 5162 | 10 |
| PvbZIP50 | Phvul.007G257700.1 | 7 | 531 | 59.562 | 7674 | 9 |
| PvbZIP51 | Phvul.008G023800.1 | 8 | 196 | 22.393 | 6340 | 10 |
| PvbZIP52 | Phvul.008G169000.1 | 8 | 370 | 41.754 | 6853 | 9 |
| PvbZIP53 | Phvul.008G169100.1 | 8 | 300 | 34.031 | 9320 | 10 |
| PvbZIP54 | Phvul.008G247800.1 | 8 | 364 | 39.169 | 6807 | 7 |
| PvbZIP55 | Phvul.008G258900.1 | 8 | 180 | 20.894 | 9979 | 10 |
| PvbZIP56 | Phvul.009G005800.1 | 9 | 161 | 17.822 | 6797 | 8 |
| PvbZIP57 | Phvul.009G018700.1 | 9 | 173 | 18.920 | 9516 | 10 |
| PvbZIP58 | Phvul.009G026900.1 | 9 | 352 | 39.725 | 6729 | 9 |
| PvbZIP59 | Phvul.009G060900.1 | 9 | 146 | 16.980 | 6525 | 8 |
| PvbZIP60 | Phvul.009G065500.1 | 9 | 416 | 45.028 | 10258 | 9 |
| PvbZIP61 | Phvul.009G073800.1 | 9 | 138 | 15.864 | 10579 | 11 |
| PvbZIP62 | Phvul.009G104100.1 | 9 | 294 | 31.993 | 5737 | 14 |
| PvbZIP63 | Phvul.009G142900.1 | 9 | 289 | 32.231 | 6231 | 9 |
| PvbZIP64 | Phvul.009G204300.1 | 9 | 189 | 21.496 | 8054 | 12 |
| PvbZIP65 | Phvul.010G018200.1 | 10 | 225 | 25.525 | 10605 | 9 |
| PvbZIP66 | Phvul.010G108800.1 | 10 | 427 | 45.739 | 6526 | 11 |
| PvbZIP67 | Phvul.011G035700.1 | 11 | 266 | 28.753 | 6415 | 9 |
| PvbZIP67.1 | Phvul.011G035700.2 | 11 | 266 | 28.753 | 6415 | 8 |
| PvbZIP68 | Phvul.011G038200.1 | 11 | 562 | 61.361 | 6946 | 13 |
| PvbZIP69 | Phvul.011G042600.1 | 11 | 154 | 17.193 | 8509 | 5 |
| PvbZIP70 | Phvul.011G047100.1 | 11 | 189 | 21.117 | 6066 | 7 |
| PvbZIP71 | Phvul.011G053500.1 | 11 | 338 | 37.850 | 6712 | 9 |
| PvbZIP72 | Phvul.011G093700.1 | 11 | 461 | 50.105 | 7345 | 8 |

| | | | | | | |
|------------|--------------------|----|------|---------|-------|----|
| PvbZIP73 | Phvul.011G101200.1 | 11 | 145 | 16.746 | 10448 | 11 |
| PvbZIP75 | Phvul.011G116800.1 | 11 | 330 | 37.479 | 5484 | 15 |
| PvbZIP75.1 | Phvul.011G116800.2 | 11 | 330 | 37.479 | 5484 | 14 |
| PvbZIP76 | Phvul.011G186800.1 | 11 | 324 | 36.018 | 9623 | 9 |
| PvbZIP77 | Phvul.011G203400.1 | 11 | 468 | 51.714 | 6529 | 10 |
| PvMYB1 | Phvul.005G115500.1 | 5 | 479 | 52.778 | 5915 | 4 |
| PvMYB2 | Phvul.005G131300.1 | 5 | 338 | 38.069 | 7387 | 13 |
| PvMYB3 | Phvul.005G157600.1 | 5 | 324 | 36.519 | 6785 | 9 |
| PvMYB3.1 | Phvul.005G157600.2 | 5 | 262 | 29.753 | 7396 | 9 |
| PvMYB4 | Phvul.006G020200.1 | 6 | 526 | 58.404 | 4792 | 8 |
| PvMYB5 | Phvul.006G045300.1 | 6 | 513 | 56.908 | 6021 | 8 |
| PvMYB6 | Phvul.006G061600.1 | 6 | 326 | 36.354 | 6781 | 10 |
| PvMYB7 | Phvul.006G064600.1 | 6 | 437 | 49.115 | 9863 | 6 |
| PvMYB8 | Phvul.006G065700.1 | 6 | 315 | 35.619 | 9710 | 3 |
| PvMYB9 | Phvul.006G105200.1 | 6 | 216 | 24.104 | 8966 | 11 |
| PvMYB10 | Phvul.006G114800.1 | 6 | 282 | 31.797 | 9101 | 13 |
| PvMYB11 | Phvul.006G120800.1 | 6 | 330 | 37.237 | 6522 | 12 |
| PvMYB12 | Phvul.006G192900.1 | 6 | 364 | 41.142 | 6180 | 6 |
| PvMYB13 | Phvul.006G217200.1 | 6 | 647 | 74.177 | 9150 | 8 |
| PvMYB14 | Phvul.007G028700.1 | 7 | 306 | 34.936 | 6632 | 10 |
| PvMYB15 | Phvul.007G069200.1 | 7 | 271 | 30.595 | 8570 | 8 |
| PvMYB16 | Phvul.007G069400.1 | 7 | 322 | 36.114 | 7581 | 8 |
| PvMYB16.1 | Phvul.007G069400.2 | 7 | 322 | 36.114 | 7581 | 8 |
| PvMYB17 | Phvul.007G093100.1 | 7 | 1626 | 176.963 | 5898 | 7 |
| PvMYB17.1 | Phvul.007G093100.2 | 7 | 1625 | 176.892 | 5898 | 7 |
| PvMYB18 | Phvul.007G206200.1 | 7 | 402 | 45.119 | 7096 | 10 |
| PvMYB19 | Phvul.007G208400.1 | 7 | 446 | 49.952 | 7497 | 10 |
| PvMYB20 | Phvul.007G211800.1 | 7 | 259 | 29.354 | 8018 | 8 |
| PvMYB21 | Phvul.007G211900.1 | 7 | 282 | 31.914 | 5661 | 9 |
| PvMYB22 | Phvul.007G215800.1 | 7 | 345 | 38.752 | 4898 | 9 |
| PvMYB23 | Phvul.007G231800.1 | 7 | 288 | 33.435 | 9298 | 8 |
| PvMYB24 | Phvul.007G273400.1 | 7 | 255 | 29.100 | 5866 | 9 |
| PvMYB25 | Phvul.008G028000.1 | 8 | 262 | 30.132 | 7758 | 14 |
| PvMYB26 | Phvul.008G038000.1 | 8 | 382 | 42.077 | 7043 | 9 |
| PvMYB27 | Phvul.008G038200.1 | 8 | 231 | 26.374 | 6054 | 13 |
| PvMYB28 | Phvul.008G038400.1 | 8 | 210 | 24.104 | 7826 | 9 |
| PvMYB29 | Phvul.008G038600.1 | 8 | 251 | 28.426 | 8217 | 12 |
| PvMYB30 | Phvul.008G041500.1 | 8 | 325 | 35.966 | 7749 | 7 |
| PvMYB31 | Phvul.008G067300.1 | 8 | 309 | 34.421 | 8073 | 7 |
| PvMYB32 | Phvul.008G102000.1 | 8 | 561 | 62.063 | 8435 | 10 |

| | | | | | | |
|---------|--------------------|----|-----|---------|-------|----|
| PvMYB33 | Phvul.008G102300.1 | 8 | 357 | 40.589 | 9952 | 6 |
| PvMYB34 | Phvul.008G107000.1 | 8 | 287 | 32.723 | 8730 | 8 |
| PvMYB35 | Phvul.008G113300.1 | 8 | 224 | 25.506 | 5710 | 4 |
| PvMYB36 | Phvul.008G146900.1 | 8 | 269 | 30.828 | 5704 | 10 |
| PvMYB37 | Phvul.008G155700.1 | 8 | 201 | 23.158 | 6910 | 7 |
| PvMYB38 | Phvul.008G155900.1 | 8 | 200 | 23.114 | 7537 | 7 |
| PvMYB39 | Phvul.008G156100.1 | 8 | 397 | 45.398 | 9 | 13 |
| PvMYB40 | Phvul.008G205000.1 | 8 | 330 | 37.573 | 6852 | 6 |
| PvMYB41 | Phvul.008G222600.1 | 8 | 240 | 27.490 | 6679 | 7 |
| PvMYB42 | Phvul.008G226600.1 | 8 | 306 | 34.858 | 7235 | 8 |
| PvMYB43 | Phvul.008G233800.1 | 8 | 204 | 23.024 | 8948 | 8 |
| PvMYB44 | Phvul.008G236500.1 | 8 | 333 | 37.706 | 4549 | 9 |
| PvMYB45 | Phvul.008G262700.1 | 8 | 370 | 42.783 | 7588 | 8 |
| PvMYB46 | Phvul.008G262900.1 | 8 | 305 | 34.394 | 9607 | 6 |
| PvMYB47 | Phvul.009G031200.1 | 9 | 336 | 37.307 | 6548 | 9 |
| PvMYB48 | Phvul.009G062700.1 | 9 | 225 | 24.868 | 8725 | 12 |
| PvMYB49 | Phvul.009G068000.1 | 9 | 263 | 28.322 | 8944 | 15 |
| PvMYB50 | Phvul.009G075000.1 | 9 | 345 | 38.152 | 7602 | 11 |
| PvMYB51 | Phvul.009G106700.1 | 9 | 989 | 109.276 | 4843 | 9 |
| PvMYB52 | Phvul.009G119900.1 | 9 | 260 | 29.007 | 7902 | 6 |
| PvMYB53 | Phvul.009G133700.1 | 9 | 332 | 37.809 | 8790 | 8 |
| PvMYB54 | Phvul.009G151000.1 | 9 | 308 | 34.526 | 10431 | 6 |
| PvMYB55 | Phvul.009G158200.1 | 9 | 319 | 34.918 | 8616 | 10 |
| PvMYB56 | Phvul.009G174900.1 | 9 | 356 | 39.966 | 5877 | 4 |
| PvMYB57 | Phvul.009G177100.1 | 9 | 446 | 51.417 | 7056 | 10 |
| PvMYB58 | Phvul.009G187700.1 | 9 | 316 | 35.835 | 7027 | 8 |
| PvMYB59 | Phvul.009G228200.1 | 9 | 192 | 21.880 | 8919 | 7 |
| PvMYB60 | Phvul.010G009800.1 | 10 | 353 | 40.238 | 9884 | 8 |
| PvMYB61 | Phvul.010G009900.1 | 10 | 349 | 39.557 | 9331 | 4 |
| PvMYB62 | Phvul.010G053200.1 | 10 | 316 | 36.043 | 5781 | 6 |
| PvMYB63 | Phvul.010G096400.1 | 10 | 279 | 30.990 | 7443 | 9 |
| PvMYB64 | Phvul.010G115500.1 | 10 | 293 | 33.026 | 8128 | 7 |
| PvMYB65 | Phvul.010G130500.1 | 10 | 293 | 33.045 | 6778 | 6 |
| PvMYB66 | Phvul.010G130600.1 | 10 | 262 | 29.523 | 8485 | 10 |
| PvMYB67 | Phvul.010G137500.1 | 10 | 347 | 39.089 | 6454 | 11 |
| PvMYB68 | Phvul.011G019200.1 | 11 | 323 | 36.075 | 5793 | 12 |
| PvMYB69 | Phvul.011G034900.1 | 11 | 254 | 28.048 | 8905 | 9 |
| PvMYB70 | Phvul.011G059800.1 | 11 | 328 | 36.686 | 5219 | 12 |
| PvMYB71 | Phvul.011G084500.1 | 11 | 312 | 34.933 | 6898 | 5 |
| PvMYB72 | Phvul.011G109400.1 | 11 | 258 | 29.552 | 6285 | 10 |

| | | | | | | |
|------------|--------------------|----|-----|--------|-------|----|
| PvMYB73 | Phvul.011G109500.1 | 11 | 230 | 26.577 | 5155 | 9 |
| PvMYB74 | Phvul.011G109600.1 | 11 | 324 | 36.429 | 4997 | 8 |
| PvMYB75 | Phvul.011G109700.1 | 11 | 325 | 36.493 | 5471 | 12 |
| PvMYB76 | Phvul.011G109800.1 | 11 | 225 | 25.866 | 6405 | 6 |
| PvMYB77 | Phvul.011G110500.1 | 11 | 319 | 35.434 | 6505 | 9 |
| PvMYB78 | Phvul.011G191300.1 | 11 | 555 | 61.029 | 5228 | 8 |
| PvWRKY1 | Phvul.001G039900.1 | 1 | 153 | 17.364 | 5289 | 11 |
| PvWRKY2 | Phvul.001G042100.1 | 1 | 270 | 30.484 | 7661 | 10 |
| PvWRKY2.1 | Phvul.001G042100.2 | 1 | 235 | 26.473 | 8456 | 10 |
| PvWRKY3 | Phvul.001G042200.1 | 1 | 281 | 31.274 | 8382 | 13 |
| PvWRKY4 | Phvul.001G060200.1 | 1 | 320 | 34.665 | 10320 | 11 |
| PvWRKY5 | Phvul.001G173700.1 | 1 | 471 | 52.199 | 8454 | 6 |
| PvWRKY5.1 | Phvul.001G173700.2 | 1 | 470 | 52.071 | 8333 | 6 |
| PvWRKY6 | Phvul.001G213600.1 | 1 | 262 | 29.747 | 4539 | 10 |
| PvWRKY7 | Phvul.001G214400.1 | 1 | 294 | 33.508 | 7379 | 12 |
| PvWRKY8 | Phvul.001G218500.1 | 1 | 520 | 56.014 | 7965 | 15 |
| PvWRKY9 | Phvul.002G016100.1 | 2 | 326 | 35.545 | 10170 | 14 |
| PvWRKY10 | Phvul.002G081600.1 | 2 | 293 | 32.037 | 6257 | 12 |
| PvWRKY11 | Phvul.002G089700.1 | 2 | 439 | 48.142 | 7767 | 9 |
| PvWRKY12 | Phvul.002G091100.1 | 2 | 455 | 49.702 | 8860 | 9 |
| PvWRKY12.1 | Phvul.002G091100.2 | 2 | 363 | 40.405 | 9188 | 9 |
| PvWRKY13 | Phvul.002G103400.1 | 2 | 438 | 47.795 | 7979 | 13 |
| PvWRKY14 | Phvul.002G160100.1 | 2 | 240 | 27.044 | 8467 | 15 |
| PvWRKY15 | Phvul.002G163400.1 | 2 | 347 | 39.204 | 4861 | 13 |
| PvWRKY16 | Phvul.002G196800.1 | 2 | 359 | 39.121 | 7058 | 16 |
| PvWRKY17 | Phvul.002G202000.1 | 2 | 436 | 47.389 | 5636 | 11 |
| PvWRKY18 | Phvul.002G202500.1 | 2 | 487 | 53.645 | 5869 | 12 |
| PvWRKY19 | Phvul.002G240900.1 | 2 | 258 | 28.753 | 4790 | 9 |
| PvWRKY20 | Phvul.002G265400.1 | 2 | 188 | 21.265 | 7413 | 9 |
| PvWRKY21 | Phvul.002G266400.1 | 2 | 230 | 26.058 | 9229 | 13 |
| PvWRKY22 | Phvul.002G285800.1 | 2 | 150 | 17.446 | 10155 | 12 |
| PvWRKY23 | Phvul.002G293200.1 | 2 | 293 | 32.846 | 6180 | 15 |
| PvWRKY24 | Phvul.002G297100.1 | 2 | 362 | 41.263 | 5264 | 10 |
| PvWRKY25 | Phvul.003G068700.1 | 3 | 464 | 50.990 | 8836 | 12 |
| PvWRKY26 | Phvul.003G116300.1 | 3 | 399 | 43.379 | 6235 | 13 |
| PvWRKY27 | Phvul.003G139500.1 | 3 | 321 | 34.838 | 10532 | 8 |
| PvWRKY28 | Phvul.003G156300.1 | 3 | 505 | 54.728 | 9374 | 8 |
| PvWRKY29 | Phvul.003G192000.1 | 3 | 645 | 69.891 | 7136 | 13 |
| PvWRKY30 | Phvul.003G240900.1 | 3 | 320 | 34.277 | 10098 | 14 |
| PvWRKY31 | Phvul.004G105800.1 | 4 | 402 | 44.079 | 7004 | 10 |

| | | | | | | |
|------------|--------------------|---|-----|--------|-------|----|
| PvWRKY32 | Phvul.005G005800.1 | 5 | 741 | 80.204 | 6294 | 10 |
| PvWRKY32.1 | Phvul.005G005800.2 | 5 | 741 | 80.204 | 6294 | 10 |
| PvWRKY33 | Phvul.005G080200.1 | 5 | 302 | 34.667 | 6419 | 10 |
| PvWRKY34 | Phvul.005G080300.1 | 5 | 305 | 34.715 | 6286 | 9 |
| PvWRKY35 | Phvul.005G080400.1 | 5 | 281 | 32.263 | 7076 | 10 |
| PvWRKY36 | Phvul.005G093800.1 | 5 | 254 | 28.038 | 6713 | 10 |
| PvWRKY37 | Phvul.005G116000.1 | 5 | 618 | 66.711 | 6412 | 15 |
| PvWRKY38 | Phvul.005G181800.1 | 5 | 304 | 33.655 | 9272 | 7 |
| PvWRKY39 | Phvul.006G047300.1 | 6 | 445 | 48.542 | 7933 | 10 |
| PvWRKY40 | Phvul.006G053300.1 | 6 | 582 | 63.006 | 6728 | 9 |
| PvWRKY41 | Phvul.006G074600.1 | 6 | 538 | 59.232 | 7319 | 7 |
| PvWRKY42 | Phvul.006G111700.1 | 6 | 374 | 41.963 | 5062 | 7 |
| PvWRKY43 | Phvul.006G119100.1 | 6 | 352 | 38.564 | 6151 | 10 |
| PvWRKY44 | Phvul.006G123000.1 | 6 | 496 | 53.555 | 6323 | 8 |
| PvWRKY45 | Phvul.006G147800.1 | 6 | 612 | 65.633 | 7863 | 10 |
| PvWRKY46 | Phvul.007G075400.1 | 7 | 316 | 35.515 | 7252 | 12 |
| PvWRKY47 | Phvul.007G118100.1 | 7 | 358 | 40.233 | 6339 | 3 |
| PvWRKY48 | Phvul.007G118200.1 | 7 | 366 | 41.421 | 5905 | 8 |
| PvWRKY49 | Phvul.007G177900.1 | 7 | 359 | 40.334 | 10131 | 10 |
| PvWRKY50 | Phvul.007G209000.1 | 7 | 463 | 50.886 | 7182 | 10 |
| PvWRKY51 | Phvul.007G212900.1 | 7 | 320 | 35.882 | 6290 | 10 |
| PvWRKY52 | Phvul.008G039900.1 | 8 | 519 | 56.688 | 7497 | 9 |
| PvWRKY53 | Phvul.008G043000.1 | 8 | 540 | 58.837 | 7854 | 11 |
| PvWRKY54 | Phvul.008G048100.1 | 8 | 224 | 25.475 | 7190 | 5 |
| PvWRKY55 | Phvul.008G054100.1 | 8 | 715 | 78.009 | 6281 | 12 |
| PvWRKY56 | Phvul.008G058000.1 | 8 | 180 | 20.466 | 8719 | 8 |
| PvWRKY57 | Phvul.008G058300.1 | 8 | 347 | 37.751 | 5934 | 15 |
| PvWRKY58 | Phvul.008G081800.1 | 8 | 305 | 34.339 | 5933 | 11 |
| PvWRKY59 | Phvul.008G090300.1 | 8 | 540 | 60.105 | 7125 | 8 |
| PvWRKY60 | Phvul.008G119400.1 | 8 | 312 | 34.501 | 6509 | 11 |
| PvWRKY61 | Phvul.008G185700.1 | 8 | 311 | 35.099 | 7213 | 6 |
| PvWRKY62 | Phvul.008G185800.1 | 8 | 257 | 28.711 | 8393 | 17 |
| PvWRKY63 | Phvul.008G192800.1 | 8 | 334 | 37.897 | 8178 | 10 |
| PvWRKY64 | Phvul.008G251300.1 | 8 | 573 | 62.520 | 7202 | 13 |
| PvWRKY65 | Phvul.008G251700.1 | 8 | 330 | 37.427 | 6968 | 9 |
| PvWRKY66 | Phvul.008G251800.1 | 8 | 320 | 36.249 | 8250 | 13 |
| PvWRKY67 | Phvul.008G270500.1 | 8 | 457 | 50.171 | 6670 | 12 |
| PvWRKY67.1 | Phvul.008G270500.2 | 8 | 453 | 49.660 | 6504 | 11 |
| PvWRKY68 | Phvul.008G275300.1 | 8 | 585 | 63.099 | 7831 | 9 |
| PvWRKY69 | Phvul.008G286100.1 | 8 | 506 | 55.215 | 7184 | 8 |

| | | | | | | |
|-------------|--------------------|----|-----|--------|-------|----|
| PvWRKY70 | Phvul.009G043100.1 | 9 | 283 | 32.157 | 4819 | 11 |
| PvWRKY71 | Phvul.009G080000.1 | 9 | 159 | 18.055 | 4935 | 11 |
| PvWRKY72 | Phvul.009G087400.1 | 9 | 291 | 32.096 | 7531 | 12 |
| PvWRKY73 | Phvul.009G101900.1 | 9 | 297 | 32.470 | 10434 | 15 |
| PvWRKY74 | Phvul.009G137500.1 | 9 | 353 | 39.557 | 5876 | 11 |
| PvWRKY75 | Phvul.009G138600.1 | 9 | 236 | 26.766 | 9234 | 10 |
| PvWRKY76 | Phvul.009G138900.1 | 9 | 194 | 22.100 | 6714 | 11 |
| PvWRKY77 | Phvul.009G189700.1 | 9 | 596 | 64.915 | 6515 | 12 |
| PvWRKY78 | Phvul.009G195200.1 | 9 | 475 | 52.008 | 8138 | 6 |
| PvWRKY78.1 | Phvul.009G195200.2 | 9 | 474 | 51.933 | 8256 | 6 |
| PvWRKY79 | Phvul.009G220700.1 | 9 | 417 | 45.988 | 8029 | 11 |
| PvWRKY80 | Phvul.009G233900.1 | 9 | 301 | 32.778 | 10072 | 7 |
| PvWRKY81 | Phvul.010G057900.1 | 10 | 286 | 32.735 | 6123 | 10 |
| PvWRKY82 | Phvul.010G062500.1 | 10 | 497 | 55.115 | 6843 | 8 |
| PvWRKY83 | Phvul.010G104700.1 | 10 | 203 | 22.762 | 9158 | 14 |
| PvWRKY84 | Phvul.010G111900.1 | 10 | 370 | 41.278 | 4911 | 14 |
| PvWRKY85 | Phvul.010G161100.1 | 10 | 315 | 34.937 | 8614 | 13 |
| PvWRKY85.1 | Phvul.010G161100.2 | 10 | 315 | 34.937 | 8614 | 13 |
| PvWRKY86 | Phvul.011G101900.1 | 11 | 600 | 64.893 | 6467 | 12 |
| PvWhirly1 | Phvul.002G089800.1 | 2 | 259 | 29.044 | 10086 | 9 |
| PvWhirly2 | Phvul.003G068800.1 | 3 | 265 | 29.408 | 9834 | 10 |
| PvWhirly2.1 | Phvul.003G068800.2 | 3 | 263 | 29.238 | 9834 | 10 |
| PvWhirly3 | Phvul.006G106800.1 | 6 | 244 | 27.089 | 9838 | 11 |

Chr Cromossomos; Comp aa Comprimento aminoácidos; MW peso molecular; PI Ponto isoeletrico; PvbZIP, PvMYB, WRKY, PvWhirly fatores de transcriçao bZIP, MYB, WRKY e Whirly em *Phaseolus vulgaris*. Fonte: CARNEIRO, E., 2020.

TABELA S2 – Genes Não Expressos (NE) ou Sem Informação (SI) nos FTs bZIP, MYB e WRKY nos tecidos de feijão comum a partir de dados obtidos no *Phytozome*. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.

| FT | Locus | Local de Expressão | Informação |
|------|------------------|--------------------|----------------|
| bZIP | Phvul.005G011600 | Botões florais | Não Expresso |
| bZIP | Phvul.006G071300 | Botões florais | Não Expresso |
| bZIP | Phvul.008G258900 | Botões florais | Não Expresso |
| bZIP | Phvul.011G047100 | Botões florais | Não Expresso |
| bZIP | Phvul.011G101200 | Botões florais | Não Expresso |
| bZIP | Phvul.005G011600 | Flores | Não Expresso |
| bZIP | Phvul.005G124200 | Flores | Não Expresso |
| bZIP | Phvul.006G071300 | Flores | Não Expresso |
| bZIP | Phvul.008G258900 | Flores | Não Expresso |
| bZIP | Phvul.009G018700 | Flores | Não Expresso |
| bZIP | Phvul.011G101200 | Flores | Não Expresso |
| bZIP | Phvul.003G266100 | Vagens maduras | Não Expresso |
| bZIP | Phvul.005G011600 | Vagens maduras | Não Expresso |
| bZIP | Phvul.006G071300 | Vagens maduras | Não Expresso |
| bZIP | Phvul.007G229600 | Vagens maduras | Não Expresso |
| bZIP | Phvul.008G169100 | Vagens maduras | Não Expresso |
| bZIP | Phvul.008G258900 | Vagens maduras | Não Expresso |
| bZIP | Phvul.009G018700 | Vagens maduras | Não Expresso |
| bZIP | Phvul.009G073800 | Vagens maduras | Não Expresso |
| bZIP | Phvul.011G101200 | Vagens maduras | Não Expresso |
| bZIP | Phvul.008G169100 | Vagens jovens | Não Expresso |
| bZIP | Phvul.011G101200 | Vagens jovens | Não Expresso |
| bZIP | Phvul.001G011800 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.001G101000 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.001G119300 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.001G140100 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.001G188300 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.001G189400 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.001G212800 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.002G009200 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.002G105700 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.002G110600 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.002G136000 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.002G248500 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.003G028800 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.003G233200 | Botões florais | Sem Informação |

| | | | |
|------|--------------------|----------------|----------------|
| bZIP | Phvul.003G252000 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.003G266100 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.003G291800 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.004G053300 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.005G068500 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.005G097800 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.005G124200 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.006G021900 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.006G078500 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.006G101700 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.007G003600 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.007G025500 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.007G081000 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.007G187400 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.007G229600 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.007G247600 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.007G257700 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.008G023800 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.008G169000.2 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.008G169100 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.009G026900.2 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.009G060900 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.009G065500.2 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.009G104100 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.010G108800 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.011G038200 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.011G042600 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.011G093700 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.011G116800.2 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.011G186800 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.011G203400 | Botões florais | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.001G009000 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.001G011800 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.001G029500 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.001G101000 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.001G119300 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.001G123300 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.001G140100 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.001G188300 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.001G189400 | Flores | Sem Informação |

| | | | |
|------|--------------------|----------------|----------------|
| bZIP | Phvul.001G249300 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.002G105700 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.002G136000 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.002G203300 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.002G237600 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.002G248500 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.002G263400 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.003G028800 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.003G233200 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.003G252000 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.003G266100 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.004G097200 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.005G034400 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.005G068500 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.005G097800 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.006G029200 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.007G025500 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.007G187400 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.007G214300 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.007G229600 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.007G247600 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.007G257700 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.008G023800 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.008G169000.2 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.008G169100 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.009G005800 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.009G026900.2 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.009G073800 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.009G104100 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.010G018200 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.010G108800 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.011G035700.2 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.011G042600 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.011G047100 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.011G093700 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.011G116800.2 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.011G186800 | Flores | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.001G009000 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.001G029500 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.001G140100 | Vagens maduras | Sem Informação |

| | | | |
|------|--------------------|----------------|----------------|
| bZIP | Phvul.001G189400 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.001G212800 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.001G249300 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.002G105700 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.002G263400 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.003G028800 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.003G181500 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.003G252000 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.003G273900 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.003G291800 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.004G053300 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.004G097200 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.005G124100 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.005G124200 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.006G029200 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.006G101700 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.007G003600 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.007G214300 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.007G247600 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.007G257700 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.008G023800 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.008G169000.2 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.009G026900.2 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.009G060900 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.009G065500.2 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.010G018200 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.011G035700.2 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.011G038200 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.011G047100 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.011G053500 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.011G093700 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.011G186800 | Vagens maduras | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.001G011800 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.001G029500 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.001G101000 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.001G119300 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.001G123300 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.001G140100 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.001G188300 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.001G212800 | Vagens jovens | Sem Informação |

| | | | |
|------|--------------------|---------------|----------------|
| bZIP | Phvul.001G249300 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.002G009200 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.002G110600 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.002G136000 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.002G203300 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.002G237600 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.002G248500 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.002G263400 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.003G028800 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.003G181500 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.003G233200 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.003G252000 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.003G273900 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.003G291800 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.004G045800 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.004G053300 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.004G097200 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.005G011600 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.005G034400 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.005G068500 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.005G097800 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.005G153900 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.006G021900 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.006G029200 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.006G071300 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.006G078500 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.006G101700 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.006G109700 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.007G003600 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.007G025500 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.007G081000 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.007G187400 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.007G214300 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.007G229600 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.007G247600 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.007G257700 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.008G023800 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.008G169000.2 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.008G247800 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.008G258900 | Vagens jovens | Sem Informação |

| | | | |
|------|--------------------|----------------|----------------|
| bZIP | Phvul.009G005800 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.009G026900.2 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.009G060900 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.009G065500.2 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.009G073800 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.009G104100 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.009G142900 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.010G018200 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.010G108800 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.011G035700 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.011G038200 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.011G042600 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.011G053500 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.011G116800 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.011G186800 | Vagens jovens | Sem Informação |
| bZIP | Phvul.011G203400 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G032600 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.001G064600 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.001G215200 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G008800 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G040900 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G056900 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G132100 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G148200 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G201300 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G232300 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G284000 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.004G011400 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.004G173500 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G047400 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G109800 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.006G061600 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.006G064600 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.007G099900 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G028000 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G038200 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G038400 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G146900 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G156100 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G205000 | Botões florais | Não Expresso |

| | | | |
|-----|------------------|----------------|--------------|
| MYB | Phvul.008G222600 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G262700 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.009G031200 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.009G075000 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.009G151000 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.009G177100 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.010G053200 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.010G115500 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.010G137500 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G109400 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G109700 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G109800 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G110500 | Botões florais | Não Expresso |
| MYB | Phvul.001G064600 | Flores | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G056900 | Flores | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G279000 | Flores | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G046200 | Flores | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G046300 | Flores | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G148200 | Flores | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G201300 | Flores | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G284000 | Flores | Não Expresso |
| MYB | Phvul.004G011400 | Flores | Não Expresso |
| MYB | Phvul.004G173500 | Flores | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G131300 | Flores | Não Expresso |
| MYB | Phvul.006G105200 | Flores | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G205000 | Flores | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G262700 | Flores | Não Expresso |
| MYB | Phvul.010G053200 | Flores | Não Expresso |
| MYB | Phvul.010G137500 | Flores | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G109400 | Flores | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G109800 | Flores | Não Expresso |
| MYB | Phvul.001G064600 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.001G161000 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G008800 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G056900 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G083800 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G170000 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G279000 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G036400 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G046200 | Vagens maduras | Não Expresso |

| | | | |
|-----|------------------|----------------|--------------|
| MYB | Phvul.003G046300 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G046400 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G148200 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G201300 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G284000 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.004G011400 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.004G024200 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.004G173500 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G109800 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G115500 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.006G045300 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.006G064600 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.006G105200 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.007G069200 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.007G100100 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G038600 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G113300 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G146900 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G156100 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G205000 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G222600 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G262700 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.009G031200 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.009G151000 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.009G177100 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.010G053200 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.010G115500 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.010G130500 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G109400 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G109800 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G110500 | Vagens maduras | Não Expresso |
| MYB | Phvul.001G019200 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.001G064600 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.001G071000 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.001G106800 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.001G215100 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.001G215200 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G008800 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G040900 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G056900 | Folhas | Não Expresso |

| | | | |
|-----|------------------|--------|--------------|
| MYB | Phvul.002G092100 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G139500 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G159700 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G170000 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G306000 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G036400 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G046200 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G046300 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G046400 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G132100 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G148200 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G200100 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G201300 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G232300 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G284000 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.004G012000 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.004G116500 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.004G173500 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G047400 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G087400 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G109100 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G109700 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G109800 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G109900 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G115500 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G131300 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.006G045300 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.006G064600 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.006G105200 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.006G114800 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.007G028700 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.007G069200 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.007G099900 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.007G100100 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.007G211900 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.007G231800 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G028000 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G038400 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G038600 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G113300 | Folhas | Não Expresso |

| | | | |
|-----|------------------|---------|--------------|
| MYB | Phvul.008G155700 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G155900 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G156100 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G205000 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G222600 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G262700 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.009G031200 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.009G075000 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.009G133700 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.009G151000 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.009G177100 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.010G053200 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.010G115500 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.010G130500 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.010G130600 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G109400 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G109500 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G109600 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G109700 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G109800 | Folhas | Não Expresso |
| MYB | Phvul.001G064600 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.001G071000 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.001G211700 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G056900 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G083800 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G092100 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G046200 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G046300 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G046400 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G132100 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G190400 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G200100 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G201300 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.004G012000 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.004G024200 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.004G173500 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G109700 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G109800 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G109900 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G115500 | Nódulos | Não Expresso |

| | | | |
|-----|------------------|---------|--------------|
| MYB | Phvul.006G045300 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.006G064600 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.007G100100 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.007G215800 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G038000 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G038200 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G038400 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G041500 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G067300 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G113300 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G155700 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G155900 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G156100 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G205000 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G222600 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G233800 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G262700 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.009G151000 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.009G177100 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.009G228200 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.010G053200 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.010G130500 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.010G130600 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.010G137500 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G109500 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G109800 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G110500 | Nódulos | Não Expresso |
| MYB | Phvul.001G064600 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.001G211700 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.001G215200 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G056900 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G083800 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G092100 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G046200 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G046300 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G132100 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G190400 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G200100 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G201300 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.004G011400 | Raiz 10 | Não Expresso |

| | | | |
|-----|------------------|---------|--------------|
| MYB | Phvul.004G012000 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.004G029800 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.004G173500 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G109100 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G109700 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G109800 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G109900 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G115500 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.006G045300 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.006G064600 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.007G099900 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.007G100100 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.007G211900 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G038200 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G038400 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G038600 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G067300 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G113300 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G155700 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G155900 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G156100 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G205000 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G222600 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G233800 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G262700 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.009G151000 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.009G228200 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.010G053200 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.010G130500 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.010G130600 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G109400 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G109500 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G110500 | Raiz 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.001G064600 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.001G071000 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.001G211700 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G056900 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G083800 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G092100 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G046200 | Raiz 19 | Não Expresso |

| | | | |
|-----|------------------|----------|--------------|
| MYB | Phvul.003G046300 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G046400 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G190400 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G200100 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G201300 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.004G011400 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.004G012000 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.004G029800 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.004G173500 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G109800 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G109900 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G115500 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.006G045300 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.006G064600 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.007G100100 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G038000 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G038200 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G038400 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G038600 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G041500 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G067300 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G113300 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G155700 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G155900 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G156100 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G205000 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G222600 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G233800 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G262700 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.009G151000 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.009G177100 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.010G053200 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.010G130500 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.010G130600 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G109400 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G109800 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G110500 | Raiz 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.001G064600 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G056900 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G092100 | Caule 10 | Não Expresso |

| | | | |
|-----|------------------|----------|--------------|
| MYB | Phvul.002G279000 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G036400 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G200100 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G201300 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G284000 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.004G011400 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.004G012000 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.004G173500 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G109700 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G109800 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G109900 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G115500 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.006G045300 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.006G064600 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.007G211900 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.007G231800 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G028000 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G038400 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G038600 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G113300 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G146900 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G155700 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G155900 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G156100 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G205000 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G233800 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G262700 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.009G151000 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.010G053200 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.010G130500 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.010G130600 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G109400 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G109600 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G109700 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G109800 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G110500 | Caule 10 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.001G032600 | Caule 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.001G064600 | Caule 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G056900 | Caule 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G036400 | Caule 19 | Não Expresso |

| | | | |
|-----|------------------|---------------|--------------|
| MYB | Phvul.003G148200 | Caule 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G201300 | Caule 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G284000 | Caule 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.004G011400 | Caule 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.004G173500 | Caule 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G109100 | Caule 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G115500 | Caule 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.006G064600 | Caule 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.007G231800 | Caule 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G028000 | Caule 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G038200 | Caule 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G038400 | Caule 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G038600 | Caule 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G155700 | Caule 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G156100 | Caule 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G205000 | Caule 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G262700 | Caule 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.009G151000 | Caule 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.009G177100 | Caule 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.010G053200 | Caule 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.010G115500 | Caule 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.010G130600 | Caule 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G109400 | Caule 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G109800 | Caule 19 | Não Expresso |
| MYB | Phvul.001G064600 | Vagens jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.001G161000 | Vagens jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G056900 | Vagens jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G046200 | Vagens jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G046300 | Vagens jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G148200 | Vagens jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G190400 | Vagens jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G201300 | Vagens jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G284000 | Vagens jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.004G024200 | Vagens jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G047400 | Vagens jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G109800 | Vagens jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G131300 | Vagens jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.006G045300 | Vagens jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.006G064600 | Vagens jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.007G211900 | Vagens jovens | Não Expresso |

| | | | |
|-----|------------------|------------------|--------------|
| MYB | Phvul.008G038400 | Vagens jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G038600 | Vagens jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G146900 | Vagens jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G205000 | Vagens jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G222600 | Vagens jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G262700 | Vagens jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.009G151000 | Vagens jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.009G177100 | Vagens jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.010G053200 | Vagens jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.010G130500 | Vagens jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G109400 | Vagens jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G109600 | Vagens jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G109700 | Vagens jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G109800 | Vagens jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.001G019200 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.001G064600 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.001G215100 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.001G215200 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G040900 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G056900 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G060500 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G092100 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.002G159700 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G036400 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G132100 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G148200 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G201300 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G232300 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.003G284000 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.004G011400 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.004G012000 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.004G116500 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.004G173500 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G047400 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G109100 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G109900 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G115500 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.005G131300 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.006G045300 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.006G064600 | Trifólios jovens | Não Expresso |

| | | | |
|-----|------------------|------------------|----------------|
| MYB | Phvul.006G105200 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.007G100100 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.007G211900 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.007G231800 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G028000 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G038600 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G113300 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G155700 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G155900 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G156100 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G205000 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G222600 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.008G262700 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.009G031200 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.009G151000 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.009G177100 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.010G130500 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.010G130600 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G109400 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G109800 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.011G110500 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| MYB | Phvul.001G019200 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G032100 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G071000 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G106800 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G107600 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G179400 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G211700 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G215100 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G219000 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G221500 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G229900 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G240300 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G015100 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G083800 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G088900 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G139500 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G159700 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G170000 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G170500 | Botões florais | Sem Informação |

| | | | |
|-----|------------------|----------------|----------------|
| MYB | Phvul.002G279000 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G317000 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G317000 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G013600 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G046400 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G176800 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G200100 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G203900 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G214300 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G024200 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G029800 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G046000 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G053600 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G057800 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G116500 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G144900 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G060000 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G087400 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G109100 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G109700 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G109900 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G115500 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G131300 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G020200 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G045300 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G065700 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G105200 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G114800 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G192900 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G108500 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G147600 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G192900 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G206200 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G208400 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G211800 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G211900 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G215800 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G231800 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G038000 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G038600 | Botões florais | Sem Informação |

| | | | |
|-----|------------------|----------------|----------------|
| MYB | Phvul.008G041500 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G102300 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G107000 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G226600 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G233800 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G236500 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G262900 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G062700 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G068000 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G133700 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G158200 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G187700 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G228200 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G009800 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G009900 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G130500 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G130600 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G019200 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G059800 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G084500 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G109600 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G191300 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G212000 | Botões florais | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G025200 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G032100 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G032600 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G106800 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G107600 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G211700 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G215100 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G219000 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G221500 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G229900 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G240300 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G040900 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G060500 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G092100 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G139500 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G170000 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G170500 | Flores | Sem Informação |

| | | | |
|-----|------------------|--------|----------------|
| MYB | Phvul.002G221000 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G292600 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G013600 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G046400 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G054100 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G132100 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G176800 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G190400 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G200100 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G203900 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G222400 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G012000 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G028500 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G029800 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G116500 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G144900 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G012900 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G047400 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G060000 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G109900 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G115500 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G061600 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G064600 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G065700 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G114800 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G120800 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G192900 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G217200 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G069200 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G069400 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G100100 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G108500 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G147600 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G206200 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G208400 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G211900 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G215800 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G231800 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G038000 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G038200 | Flores | Sem Informação |

| | | | |
|-----|------------------|----------------|----------------|
| MYB | Phvul.008G038600 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G041500 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G067300 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G102000 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G102300 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G107000 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G113300 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G155700 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G155900 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G156100 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G226600 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G236500 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G262900 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G062700 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G075000 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G119900 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G151000 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G158200 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G174900 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G187700 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G228200 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G009800 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G009900 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G096400 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G115500 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G130600 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G019200 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G034900 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G109600 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G109700 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G110500 | Flores | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G019200 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G061200 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G071000 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G107600 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G215100 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G215200 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G219000 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G221500 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G229900 | Vagens maduras | Sem Informação |

| | | | |
|-----|------------------|----------------|----------------|
| MYB | Phvul.002G040900 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G092100 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G159700 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G317000 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G317000 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G013600 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G054100 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G067800 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G132100 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G176800 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G190400 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G214300 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G232300 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G012000 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G028500 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G029800 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G053500 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G053600 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G144900 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G012900 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G060000 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G109100 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G109700 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G157600 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G020200 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G061600 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G065700 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G192900 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G028700 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G099900 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G108500 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G208400 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G215800 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G273400 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G028000 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G038400 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G041500 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G102300 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G155700 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G226600 | Vagens maduras | Sem Informação |

| | | | |
|-----|------------------|----------------|----------------|
| MYB | Phvul.008G233800 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G236500 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G262900 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G062700 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G068000 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G174900 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G228200 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G009800 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G096400 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G130600 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G019200 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G059800 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G109500 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G109600 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G109700 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G191300 | Vagens maduras | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G032100 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G032600 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G061200 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G107600 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G211700 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G219000 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G229900 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G240300 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G015100 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G060500 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G083800 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G088900 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G170500 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G221000 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G279000 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G292600 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G067800 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G214300 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G222400 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G011400 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G024200 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G028500 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G029800 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G046000 | Folhas | Sem Informação |

| | | | |
|-----|------------------|---------|----------------|
| MYB | Phvul.004G053500 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G057800 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G090900 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G151600 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G157600 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G061600 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G065700 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G120800 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G217200 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G069400 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G093100 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G147600 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G192900 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G206200 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G215800 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G041500 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G102000 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G102300 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G146900 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G226600 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G068000 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G106700 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G119900 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G174900 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G187700 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G228200 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G009900 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G137500 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G019200 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G034900 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G059800 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G084500 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G110500 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G212000 | Folhas | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G019200 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G025200 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G032100 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G032600 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G061200 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G106800 | Nódulos | Sem Informação |

| | | | |
|-----|------------------|---------|----------------|
| MYB | Phvul.001G107600 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G179400 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G215200 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G221500 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G229900 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G240300 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G008800 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G015100 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G040900 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G060500 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G139500 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G159700 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G170000 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G221000 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G292600 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G317000 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G317000 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G036400 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G054100 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G067800 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G148200 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G176800 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G214300 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G222400 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G232300 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G240200 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G011400 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G046000 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G053600 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G057800 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G090900 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G116500 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G144900 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G151600 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G060000 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G087400 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G157600 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G020200 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G061600 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G114800 | Nódulos | Sem Informação |

| | | | |
|-----|------------------|---------|----------------|
| MYB | Phvul.006G120800 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G217200 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G028700 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G069200 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G093100 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G108500 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G192900 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G206200 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G211900 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G231800 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G273400 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G028000 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G102000 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G107000 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G146900 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G226600 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G236500 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G031200 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G075000 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G106700 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G119900 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G133700 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G158200 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G174900 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G187700 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G115500 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G059800 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G109400 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G109600 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G109700 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G191300 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G212000 | Nódulos | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G019200 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G025200 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G032100 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G061200 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G106800 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G161000 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G179400 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G215100 | Raiz 10 | Sem Informação |

| | | | |
|-----|------------------|---------|----------------|
| MYB | Phvul.001G229900 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G240300 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G015100 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G040900 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G060500 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G088900 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G159700 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G317000 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G306000 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G317000 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G036400 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G054100 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G067800 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G148200 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G203900 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G214300 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G222400 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G240200 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G284000 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G024200 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G046000 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G090900 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G144900 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G151600 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G012900 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G047400 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G060000 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G087400 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G131300 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G157600 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G020200 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G061600 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G065700 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G105200 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G120800 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G192900 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G217200 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G028700 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G069400 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G093100 | Raiz 10 | Sem Informação |

| | | | |
|-----|------------------|---------|----------------|
| MYB | Phvul.007G108500 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G192900 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G208400 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G211800 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G231800 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G273400 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G028000 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G102000 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G107000 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G226600 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G262900 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G062700 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G068000 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G106700 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G119900 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G133700 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G174900 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G177100 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G009900 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G096400 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G137500 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G019200 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G034900 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G059800 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G084500 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G109600 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G109800 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G191300 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G212000 | Raiz 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G019200 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G025200 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G032100 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G032600 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G061200 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G106800 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G179400 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G215200 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G221500 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G229900 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G008800 | Raiz 19 | Sem Informação |

| | | | |
|-----|------------------|---------|----------------|
| MYB | Phvul.002G015100 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G060500 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G088900 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G159700 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G279000 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G292600 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G317000 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G306000 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G317000 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G054100 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G067800 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G132100 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G148200 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G203900 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G222400 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G240200 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G284000 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G024200 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G028500 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G046000 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G053500 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G053600 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G057800 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G090900 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G151600 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G012900 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G060000 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G087400 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G109100 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G109700 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G157600 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G020200 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G061600 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G065700 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G114800 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G192900 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G217200 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G028700 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G069400 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G093100 | Raiz 19 | Sem Informação |

| | | | |
|-----|------------------|----------|----------------|
| MYB | Phvul.007G099900 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G192900 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G206200 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G208400 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G211800 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G028000 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G102000 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G107000 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G146900 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G226600 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G236500 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G106700 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G119900 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G133700 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G174900 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G187700 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G009900 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G137500 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G034900 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G059800 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G191300 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G212000 | Raiz 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G025200 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G032100 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G032600 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G061200 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G071000 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G106800 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G107600 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G161000 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G179400 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G211700 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G215200 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G219000 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G221500 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G229900 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G240300 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G008800 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G040900 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G060500 | Caule 10 | Sem Informação |

| | | | |
|-----|------------------|----------|----------------|
| MYB | Phvul.002G083800 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G088900 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G139500 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G170000 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G170500 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G221000 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G317000 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G306000 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G317000 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G013600 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G046200 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G046300 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G046400 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G054100 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G067800 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G132100 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G176800 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G190400 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G203900 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G214300 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G222400 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G232300 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G240200 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G028500 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G029800 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G053500 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G053600 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G057800 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G090900 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G116500 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G151600 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G047400 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G060000 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G087400 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G109100 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G131300 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G020200 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G061600 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G065700 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G114800 | Caule 10 | Sem Informação |

| | | | |
|-----|------------------|----------|----------------|
| MYB | Phvul.006G192900 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G217200 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G028700 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G069200 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G069400 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G093100 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G099900 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G100100 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G108500 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G147600 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G192900 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G211800 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G215800 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G273400 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G038000 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G041500 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G067300 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G102000 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G102300 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G107000 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G222600 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G236500 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G262900 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G031200 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G062700 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G068000 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G075000 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G106700 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G119900 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G133700 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G158200 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G177100 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G187700 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G228200 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G009800 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G009900 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G096400 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G115500 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G137500 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G019200 | Caule 10 | Sem Informação |

| | | | |
|-----|------------------|----------|----------------|
| MYB | Phvul.011G034900 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G084500 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G109500 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G191300 | Caule 10 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G019200 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G025200 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G032100 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G061200 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G071000 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G107600 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G161000 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G179400 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G211700 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G215100 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G215200 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G219000 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G221500 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G240300 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G008800 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G083800 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G088900 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G139500 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G221000 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G279000 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G317000 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G306000 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G317000 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G013600 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G067800 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G132100 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G176800 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G200100 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G232300 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G240200 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G012000 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G028500 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G029800 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G053500 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G053600 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G057800 | Caule 19 | Sem Informação |

| | | | |
|-----|------------------|----------|----------------|
| MYB | Phvul.004G090900 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G116500 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G151600 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G012900 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G047400 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G087400 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G109700 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G109800 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G109900 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G131300 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G020200 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G045300 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G061600 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G105200 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G114800 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G120800 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G192900 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G217200 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G028700 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G069200 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G069400 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G093100 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G108500 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G147600 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G206200 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G211800 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G211900 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G215800 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G273400 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G038000 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G041500 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G067300 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G102300 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G113300 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G155900 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G222600 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G226600 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G233800 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G236500 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G262900 | Caule 19 | Sem Informação |

| | | | |
|-----|------------------|---------------|----------------|
| MYB | Phvul.009G031200 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G062700 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G068000 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G075000 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G106700 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G119900 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G158200 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G187700 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G228200 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G009800 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G009900 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G096400 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G130500 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G137500 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G019200 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G034900 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G084500 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G109500 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G109600 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G109700 | Caule 19 | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G019200 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G025200 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G032100 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G061200 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G071000 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G106800 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G107600 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G179400 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G211700 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G219000 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G221500 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G015100 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G040900 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G083800 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G088900 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G092100 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G139500 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G170000 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G221000 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G292600 | Vagens jovens | Sem Informação |

| | | | |
|-----|------------------|---------------|----------------|
| MYB | Phvul.002G317000 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G317000 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G013600 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G036400 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G176800 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G203900 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G232300 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G240200 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G012000 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G028500 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G029800 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G046000 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G053500 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G057800 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G090900 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G116500 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G151600 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G173500 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G012900 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G087400 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G109700 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G109900 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G065700 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G105200 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G120800 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G217200 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G028700 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G069200 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G069400 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G093100 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G099900 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G100100 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G108500 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G147600 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G206200 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G208400 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G215800 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G231800 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G273400 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G028000 | Vagens jovens | Sem Informação |

| | | | |
|-----|------------------|------------------|----------------|
| MYB | Phvul.008G038000 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G038200 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G041500 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G067300 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G102000 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G102300 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G107000 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G113300 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G155700 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G155900 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G156100 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G233800 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G236500 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G262900 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G031200 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G062700 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G068000 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G075000 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G106700 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G119900 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G133700 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G158200 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G174900 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G187700 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G228200 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G009800 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G096400 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G115500 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G019200 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G034900 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G059800 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G084500 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G109500 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G110500 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G212000 | Vagens jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G025200 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G032600 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G106800 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G107600 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G161000 | Trifólios jovens | Sem Informação |

| | | | |
|-----|------------------|------------------|----------------|
| MYB | Phvul.001G219000 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G229900 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.001G240300 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G008800 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G139500 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G170000 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G170500 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G221000 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G292600 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G317000 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G306000 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.002G317000 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G046200 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G046300 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G046400 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G054100 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G176800 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G190400 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G200100 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G214300 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G222400 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.003G240200 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G024200 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G028500 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G029800 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G046000 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G053500 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G053600 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G057800 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G090900 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G144900 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.004G151600 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G012900 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G060000 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G087400 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G109700 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.005G109800 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G020200 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G061600 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G120800 | Trifólios jovens | Sem Informação |

| | | | |
|------|--------------------|------------------|----------------|
| MYB | Phvul.006G192900 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.006G217200 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G028700 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G069200 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G069400 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G192900 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G206200 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G208400 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G211800 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.007G273400 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G038400 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G041500 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G067300 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G102000 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G146900 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G233800 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.008G262900 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G068000 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G075000 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G119900 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G158200 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G174900 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.009G187700 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G009800 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G053200 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.010G096400 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G034900 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G059800 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G109500 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G109600 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G109700 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G191300 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| MYB | Phvul.011G212000 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G039900 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G160100 | Botões florais | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.002G163400 | Botões florais | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.002G285800 | Botões florais | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.003G068700.2 | Botões florais | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.005G080200 | Botões florais | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.005G080300 | Botões florais | Não Expresso |

| | | | |
|------|--------------------|----------------|--------------|
| WRKY | Phvul.007G118100 | Botões florais | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.007G118200 | Botões florais | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.008G043000 | Botões florais | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.008G048100 | Botões florais | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.008G058000 | Botões florais | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.009G080000 | Botões florais | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.010G104700 | Botões florais | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.002G089700 | Flores | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.002G163400 | Flores | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.005G080200 | Flores | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.005G080300 | Flores | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.007G118100 | Flores | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.007G118200 | Flores | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.009G189700 | Flores | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.002G160100 | Vagens maduras | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.003G068700.2 | Vagens maduras | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.004G105800 | Vagens maduras | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.005G080200 | Vagens maduras | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.005G080300 | Vagens maduras | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.006G047300 | Vagens maduras | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.007G118100 | Vagens maduras | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.007G118200 | Vagens maduras | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.008G043000 | Vagens maduras | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.008G058000 | Vagens maduras | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.009G080000 | Vagens maduras | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.009G189700 | Vagens maduras | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.009G220700 | Vagens maduras | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.010G057900 | Vagens maduras | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.002G089700 | Folhas | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.002G160100 | Folhas | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.002G163400 | Folhas | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.002G202000 | Folhas | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.002G285800 | Folhas | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.003G068700.2 | Folhas | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.003G192000 | Folhas | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.005G080200 | Folhas | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.006G123000 | Folhas | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.007G118100 | Folhas | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.007G118200 | Folhas | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.007G209000 | Folhas | Não Expresso |

| | | | |
|------|--------------------|----------|--------------|
| WRKY | Phvul.008G043000 | Folhas | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.008G270500 | Folhas | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.009G080000 | Folhas | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.009G189700 | Folhas | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.010G057900 | Folhas | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.010G104700 | Folhas | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.002G160100 | Nódulos | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.002G163400 | Nódulos | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.007G118100 | Nódulos | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.007G118200 | Nódulos | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.008G185700 | Nódulos | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.008G185800 | Nódulos | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.002G160100 | Raiz 10 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.002G163400 | Raiz 10 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.002G285800 | Raiz 10 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.007G118100 | Raiz 10 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.007G118200 | Raiz 10 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.008G185700 | Raiz 10 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.008G185800 | Raiz 10 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.009G101900 | Raiz 10 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.009G137500 | Raiz 10 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.002G160100 | Raiz 19 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.002G163400 | Raiz 19 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.007G118100 | Raiz 19 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.007G118200 | Raiz 19 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.008G185700 | Raiz 19 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.008G185800 | Raiz 19 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.002G089700 | Caule 10 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.002G160100 | Caule 10 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.002G163400 | Caule 10 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.002G285800 | Caule 10 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.003G068700.2 | Caule 10 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.005G080200 | Caule 10 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.005G080300 | Caule 10 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.005G080400 | Caule 10 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.007G118100 | Caule 10 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.007G118200 | Caule 10 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.008G043000 | Caule 10 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.008G058000 | Caule 10 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.008G270500 | Caule 10 | Não Expresso |

| | | | |
|------|--------------------|------------------|----------------|
| WRKY | Phvul.009G080000 | Caule 10 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.002G160100 | Caule 19 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.002G163400 | Caule 19 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.002G285800 | Caule 19 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.003G068700.2 | Caule 19 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.005G080200 | Caule 19 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.005G080300 | Caule 19 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.007G118100 | Caule 19 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.007G118200 | Caule 19 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.007G209000 | Caule 19 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.008G043000 | Caule 19 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.009G080000 | Caule 19 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.009G189700 | Caule 19 | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.002G163400 | Vagens jovens | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.005G080200 | Vagens jovens | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.005G080300 | Vagens jovens | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.007G118200 | Vagens jovens | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.008G043000 | Vagens jovens | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.009G080000 | Vagens jovens | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.009G189700 | Vagens jovens | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.002G089700 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.002G160100 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.002G163400 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.002G202000 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.002G285800 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.003G068700.2 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.004G105800 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.005G080200 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.005G080400 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.007G118100 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.007G118200 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.007G209000 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.008G043000 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.009G080000 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.009G189700 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.010G104700 | Trifólios jovens | Não Expresso |
| WRKY | Phvul.001G039900 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G042100 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G042200 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G060200 | Botões florais | Sem Informação |

| | | | |
|------|--------------------|----------------|----------------|
| WRKY | Phvul.001G218500 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G016100 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G089700 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G091100 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G202000 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G240900 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G265400 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G266400 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G297100 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G116300 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G139500 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G192000 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G080400 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G093800 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G181800 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G047300 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G074600 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G111700 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G119100 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G123000 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.007G075400 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G058300 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G081800 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G185700 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G185800 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G251700 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G251800 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G270500 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G043100 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G087400 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G138600 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G138900 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G195200 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G057900 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G062500 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G161100 | Botões florais | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G039900 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G060200 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G081600 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G091100.3 | Flores | Sem Informação |

| | | | |
|------|--------------------|--------|----------------|
| WRKY | Phvul.002G103400 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G160100 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G196800 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G202500 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G240900 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G266400 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G293200 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G297100 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G068700.2 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G139500 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G156300 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G192000 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G240900 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G005800.3 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G080400 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G093800 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G116000 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G047300 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G119100 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G123000 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.007G177900 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.007G209000 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G048100 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G058300 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G090300 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G119400 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G185700 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G185800 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G192800 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G286100 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G043100 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G101900 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G101900 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G137500 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G138600 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G138900 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G195200 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G233900 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G057900 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G062500 | Flores | Sem Informação |

| | | | |
|------|--------------------|----------------|----------------|
| WRKY | Phvul.010G104700 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G111900 | Flores | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G039900 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G042100 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G042200 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G060200 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G173700 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G214400 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G218500 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G016100 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G089700 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G091100.3 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G103400 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G163400 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G196800 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G202000 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G202500 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G240900 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G265400 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G266400 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G285800 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G116300 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G139500 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G192000 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G240900 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G005800.3 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G093800 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G116000 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G181800 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G053300 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G074600 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G123000 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G147800 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.007G209000 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G048100 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G054100 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G058300 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G081800 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G090300 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G185700 | Vagens maduras | Sem Informação |

| | | | |
|------|--------------------|----------------|----------------|
| WRKY | Phvul.008G185800 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G192800 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G251300 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G251700 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G251800 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G270500 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G275300 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G286100 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G043100 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G101900 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G137500 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G195200 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G062500 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G111900 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G161100 | Vagens maduras | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G039900 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G173700 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G213600 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G081600 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G091100.3 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G202500 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G240900 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G293200 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.004G105800 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G080400 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G093800 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G116000 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G047300 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G053300 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G111700 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G147800 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.007G075400 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.007G177900 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.007G212900 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G039900 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G048100 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G054100 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G058000 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G081800 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G192800 | Folhas | Sem Informação |

| | | | |
|------|--------------------|---------|----------------|
| WRKY | Phvul.008G251300 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G251700 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G251800 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G275300 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G286100 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G043100 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G101900 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G101900 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G137500 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G138600 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G138900 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G220700 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.011G101900 | Folhas | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G039900 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G042100 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G042200 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G060200 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G213600 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G218500 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G016100 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G081600 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G089700 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G091100.3 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G103400 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G196800 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G202000 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G202500 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G285800 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G139500 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G156300 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G240900 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.004G105800 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G005800.3 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G080200 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G080300 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G093800 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G116000 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G181800 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G047300 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G053300 | Nódulos | Sem Informação |

| | | | |
|------|--------------------|---------|----------------|
| WRKY | Phvul.006G111700 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G119100 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G123000 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G147800 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.007G075400 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.007G212900 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G039900 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G043000 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G048100 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G054100 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G058300 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G090300 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G119400 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G192800 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G251300 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G251700 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G270500 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G275300 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G043100 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G080000 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G087400.2 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G101900 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G137500 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G138600 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G189700 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G233900 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G057900 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G111900 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G161100 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.011G101900 | Nódulos | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G214400 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G016100 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G081600 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G089700 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G265400 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G266400 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G068700.2 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G116300 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G156300 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G005800.3 | Raiz 10 | Sem Informação |

| | | | |
|------|--------------------|---------|----------------|
| WRKY | Phvul.005G080300 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G181800 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G053300 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G074600 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.007G177900 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.007G209000 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.007G212900 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G039900 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G043000 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G048100 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G054100 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G058000 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G058300 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G090300 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G192800 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G251300 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G251700 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G251800 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G275300 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G286100 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G087400.2 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G138600 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G138900 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G189700 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G195200 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G233900 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G057900 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G062500 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G104700 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G111900 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G161100 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.011G101900 | Raiz 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G039900 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G042100 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G042200 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G060200 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G213600 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G214400 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G016100 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G081600 | Raiz 19 | Sem Informação |

| | | | |
|------|--------------------|---------|----------------|
| WRKY | Phvul.002G103400 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G196800 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G202000 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G266400 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G285800 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G068700.2 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G116300 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G156300 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G240900 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.004G105800 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G005800.3 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G080200 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G080300 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G053300 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G111700 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G119100 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G123000 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.007G075400 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.007G177900 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.007G212900 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G039900 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G043000 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G048100 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G054100 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G081800 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G119400 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G192800 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G251300 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G251700 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G270500 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G043100 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G080000 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G087400.2 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G138600 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G138900 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G189700 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G195200 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G233900 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G057900 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G161100 | Raiz 19 | Sem Informação |

| | | | |
|------|--------------------|----------|----------------|
| WRKY | Phvul.011G101900 | Raiz 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G039900 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G060200 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G173700 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G213600 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G214400 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G103400 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G196800 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G202000 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G240900 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G297100 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G116300 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G139500 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G156300 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G192000 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G240900 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.004G105800 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G005800.3 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G093800 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G116000 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G181800 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G047300 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G074600 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G111700 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G119100 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G123000 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G147800 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.007G177900 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.007G212900 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G039900 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G058300 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G081800 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G090300 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G119400 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G185700 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G192800 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G251300 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G251800 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G275300 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G043100 | Caule 10 | Sem Informação |

| | | | |
|------|--------------------|----------|----------------|
| WRKY | Phvul.009G087400.2 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G101900 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G101900 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G137500 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G138900 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G189700 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G195200 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G220700 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G057900 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G161100 | Caule 10 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G042200 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G060200 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G173700 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G213600 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G214400 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G218500 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G081600 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G089700 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G091100.3 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G202000 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G202500 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G240900 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G265400 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G293200 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G297100 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G116300 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G139500 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G192000 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G240900 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.004G105800 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G005800.3 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G080400 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G116000 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G181800 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G047300 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G074600 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G111700 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G119100 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G123000 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G147800 | Caule 19 | Sem Informação |

| | | | |
|------|--------------------|---------------|----------------|
| WRKY | Phvul.007G075400 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.007G212900 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G039900 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G058000 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G081800 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G090300 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G119400 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G185700 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G185800 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G192800 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G251300 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G251700 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G251800 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G270500 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G275300 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G286100 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G043100 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G087400.2 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G101900 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G101900 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G137500 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G138900 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G220700 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G233900 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G062500 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G104700 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G111900 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G161100 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.011G101900 | Caule 19 | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G042100 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G042200 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G060200 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G218500 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G016100 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G081600 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G089700 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G091100.3 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G160100 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G196800 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G202500 | Vagens jovens | Sem Informação |

| | | | |
|------|--------------------|---------------|----------------|
| WRKY | Phvul.002G240900 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G265400 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G266400 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G285800 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G293200 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G297100 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G116300 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G156300 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G192000 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G240900 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.004G105800 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G005800.3 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G080400 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G116000 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G181800 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G053300 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G074600 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G111700 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G119100 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G123000 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G147800 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.007G075400 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.007G118100 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.007G177900 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.007G209000 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.007G212900 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G039900 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G048100 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G054100 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G058000 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G058300 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G081800 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G090300 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G119400 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G185800 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G192800 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G251300 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G251700 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G251800 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G270500 | Vagens jovens | Sem Informação |

| | | | |
|------|--------------------|------------------|----------------|
| WRKY | Phvul.008G275300 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G286100 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G043100 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G087400.2 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G101900 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G101900 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G137500 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G138600 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G138900 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G220700 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G233900 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G057900 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G062500 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G104700 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G111900 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G161100 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.011G101900 | Vagens jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G039900 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G042100 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G042200 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G060200 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G173700 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G213600 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G214400 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.001G218500 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G016100 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G081600 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G091100.3 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G103400 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G202500 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G240900 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G265400 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G266400 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G293200 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.002G297100 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G116300 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G156300 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.003G240900 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G005800.3 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G080300 | Trifólios jovens | Sem Informação |

| | | | |
|------|--------------------|------------------|----------------|
| WRKY | Phvul.005G116000 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.005G181800 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G053300 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G111700 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G119100 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.006G147800 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.007G177900 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G039900 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G048100 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G054100 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G081800 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G090300 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G119400 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G185700 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G185800 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G251300 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G251800 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G270500 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G275300 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.008G286100 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G087400.2 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G101900 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G101900 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G137500 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G138600 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G138900 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G195200 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.009G220700 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G057900 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G062500 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G111900 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.010G161100 | Trifólios jovens | Sem Informação |
| WRKY | Phvul.011G101900 | Trifólios jovens | Sem Informação |

Fonte: Carneiro, E., 2020.

TABELA S3 – Expressão dos genes dos FTs bZIP, MYB, WRKY e Whirly nos tecidos de feijão comum a partir de dados obtidos no *Phytozome*. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.

| Alta expressão dos genes dos FTs | | | Baixa expressão dos genes dos FTs | | |
|----------------------------------|------------------|--------------------|-----------------------------------|------------------|--------------------|
| FT | locus | Local de expressão | FT | locus | Local de expressão |
| bZIP | Phvul.001G029500 | Botões florais | bZIP | Phvul.001G123300 | Botões florais |
| bZIP | Phvul.006G029200 | Botões florais | bZIP | Phvul.001G249300 | Botões florais |
| bZIP | Phvul.007G214300 | Botões florais | bZIP | Phvul.002G263400 | Botões florais |
| bZIP | Phvul.008G247800 | Botões florais | bZIP | Phvul.004G097200 | Botões florais |
| bZIP | Phvul.009G073800 | Botões florais | bZIP | Phvul.005G034400 | Botões florais |
| bZIP | Phvul.009G142900 | Botões florais | bZIP | Phvul.011G053500 | Botões florais |
| bZIP | Phvul.010G018200 | Botões florais | bZIP | Phvul.003G291800 | Flores |
| bZIP | Phvul.011G035700 | Botões florais | bZIP | Phvul.004G053300 | Flores |
| bZIP | Phvul.001G212800 | Flores | bZIP | Phvul.007G003600 | Flores |
| bZIP | Phvul.002G110600 | Flores | bZIP | Phvul.011G038200 | Flores |
| bZIP | Phvul.006G101700 | Flores | bZIP | Phvul.002G105700 | Vagens jovens |
| bZIP | Phvul.009G060900 | Flores | bZIP | Phvul.003G266100 | Vagens jovens |
| bZIP | Phvul.009G065500 | Flores | bZIP | Phvul.011G093700 | Vagens jovens |
| bZIP | Phvul.011G053500 | Flores | bZIP | Phvul.001G011800 | Vagens Maduras |
| bZIP | Phvul.001G189400 | Vagens Jovens | bZIP | Phvul.001G188300 | Vagens Maduras |
| bZIP | Phvul.005G124200 | Vagens Jovens | bZIP | Phvul.002G110600 | Vagens Maduras |
| bZIP | Phvul.011G047100 | Vagens Jovens | bZIP | Phvul.002G248500 | Vagens Maduras |
| bZIP | Phvul.001G101000 | Vagens maduras | bZIP | Phvul.003G233200 | Vagens Maduras |
| bZIP | Phvul.001G119300 | Vagens maduras | bZIP | Phvul.004G045800 | Vagens Maduras |
| bZIP | Phvul.001G123300 | Vagens maduras | bZIP | Phvul.005G068500 | Vagens Maduras |
| bZIP | Phvul.002G136000 | Vagens maduras | bZIP | Phvul.005G097800 | Vagens Maduras |
| bZIP | Phvul.005G034400 | Vagens maduras | bZIP | Phvul.007G025500 | Vagens Maduras |
| bZIP | Phvul.005G153900 | Vagens maduras | bZIP | Phvul.009G104100 | Vagens Maduras |
| bZIP | Phvul.006G109700 | Vagens maduras | bZIP | Phvul.011G116800 | Vagens Maduras |
| bZIP | Phvul.007G187400 | Vagens maduras | bZIP | Phvul.001G140100 | Trifólis jovens |
| bZIP | Phvul.010G108800 | Vagens maduras | bZIP | Phvul.001G249300 | Trifólis jovens |
| bZIP | Phvul.011G042600 | Vagens maduras | bZIP | Phvul.002G263400 | Trifólis jovens |
| bZIP | Phvul.006G029200 | Trifólis jovens | bZIP | Phvul.003G252000 | Trifólis jovens |
| bZIP | Phvul.010G018200 | Trifólis jovens | bZIP | Phvul.004G045800 | Trifólis jovens |
| bZIP | Phvul.003G252000 | Folha | bZIP | Phvul.007G081000 | Trifólis jovens |
| bZIP | Phvul.005G034400 | Folha | bZIP | Phvul.011G035700 | Trifólis jovens |
| bZIP | Phvul.005G097800 | Folha | bZIP | Phvul.011G203400 | Trifólis jovens |
| bZIP | Phvul.006G101700 | Folha | bZIP | Phvul.006G101700 | Caule 19 |
| bZIP | Phvul.011G038200 | Folha | bZIP | Phvul.001G101000 | Nodulos |
| bZIP | Phvul.011G116800 | Folha | bZIP | Phvul.001G189400 | Nodulos |

| | | | | | | |
|------|------------------|----------------|-----------|------|------------------|---------------------------------|
| bZIP | Phvul.001G029500 | Caule | 10 | bZIP | Phvul.001G212800 | Nodulos |
| bZIP | Phvul.008G023800 | Caule | 10 | bZIP | Phvul.004G097200 | Nodulos |
| bZIP | Phvul.001G009000 | Caule | 19 | bZIP | Phvul.005G124200 | Nodulos |
| bZIP | Phvul.002G105700 | Caule | 19 | bZIP | Phvul.007G025500 | Nodulos |
| bZIP | Phvul.004G097200 | Caule | 19 | bZIP | Phvul.009G065500 | Nodulos |
| bZIP | Phvul.007G229600 | Caule | 19 | bZIP | Phvul.009G073800 | Nodulos |
| bZIP | Phvul.008G169000 | Caule | 19 | bZIP | Phvul.011G035700 | Nodulos |
| bZIP | Phvul.008G169100 | Caule | 19 | bZIP | Phvul.011G203400 | Nodulos |
| bZIP | Phvul.009G026900 | Caule | 19 | bZIP | Phvul.001G188300 | Raiz 10 |
| bZIP | Phvul.009G060900 | Caule | 19 | bZIP | Phvul.002G105700 | Raiz 10 |
| bZIP | Phvul.011G042600 | Caule | 19 | bZIP | Phvul.005G034400 | Raiz 10 |
| bZIP | Phvul.011G186800 | Caule | 19 | bZIP | Phvul.006G021900 | Raiz 10 |
| bZIP | Phvul.001G188300 | Nódulos | | bZIP | Phvul.007G229600 | Raiz 10 |
| bZIP | Phvul.002G136000 | Nódulos | | bZIP | Phvul.010G018200 | Raiz 10 |
| bZIP | Phvul.008G169100 | Nódulos | | bZIP | Phvul.011G042600 | Raiz 10 |
| bZIP | Phvul.008G247800 | Nódulos | | bZIP | Phvul.001G029500 | Raiz 19 |
| bZIP | Phvul.009G104100 | Nódulos | | bZIP | Phvul.003G252000 | Raiz 19 |
| bZIP | Phvul.011G038200 | Nódulos | | bZIP | Phvul.002G009200 | Flores e vagens maduras |
| bZIP | Phvul.003G252000 | Raiz | 10 | bZIP | Phvul.006G078500 | Flores e vagens maduras |
| bZIP | Phvul.006G101700 | Raiz | 10 | bZIP | Phvul.008G247800 | Flores e vagens maduras |
| bZIP | Phvul.008G023800 | Raiz | 10 | bZIP | Phvul.009G142900 | Flores e vagens maduras |
| bZIP | Phvul.001G009000 | Raiz | 19 | bZIP | Phvul.002G237600 | Botões florais x vagens maduras |
| bZIP | Phvul.001G123300 | Raiz | 19 | bZIP | Phvul.001G009000 | Botões florais x vagens jovens |
| bZIP | Phvul.003G266100 | Raiz | 19 | bZIP | Phvul.009G018700 | Botões florais x vagens jovens |
| bZIP | Phvul.008G169000 | Raiz | 19 | bZIP | Phvul.005G124100 | Botões florais x vagens jovens |
| bZIP | Phvul.009G026900 | Raiz | 19 | bZIP | Phvul.002G136000 | Folha x caule 10 |
| bZIP | Phvul.003G181500 | Botões Flores | Florais x | bZIP | Phvul.002G237600 | Folhas x trifolios |
| bZIP | Phvul.004G045800 | Botões Flores | Florais x | bZIP | Phvul.007G214300 | Folhas x trifolios |
| bZIP | Phvul.006G021900 | Flores Maduras | x Vagens | bZIP | Phvul.008G023800 | Folhas x trifolios |
| bZIP | Phvul.007G081000 | Flores Maduras | x Vagens | bZIP | Phvul.008G169000 | Folhas x trifolios |
| bZIP | Phvul.011G203400 | Flores Maduras | x Vagens | bZIP | Phvul.009G005800 | Folhas x trifolios |

| | | | | | | |
|------|------------------|----------------------------------|---------------------|------|------------------|--------------------|
| bZIP | Phvul.002G203300 | Botões Florais Vagens Maduras | x | bZIP | Phvul.009G060900 | Folhas x trifolios |
| bZIP | Phvul.009G005800 | Botões Florais Vagens Maduras | x | bZIP | Phvul.010G108800 | Folhas x trifolios |
| bZIP | Phvul.002G248500 | Trifólios jovens Folha | x | bZIP | Phvul.011G042600 | Folhas x trifolios |
| bZIP | Phvul.005G068500 | Trifólios jovens Folha | x | bZIP | Phvul.011G186800 | Folhas x trifolios |
| bZIP | Phvul.001G101000 | Caule 10 | x caule 19 | bZIP | Phvul.006G029200 | Nodulos x raiz 10 |
| bZIP | Phvul.004G053300 | Caule 10 | x caule 19 | bZIP | Phvul.002G203300 | Nodulos x raiz 10 |
| bZIP | Phvul.007G025500 | Caule 10 | x caule 19 | | | |
| bZIP | Phvul.011G035700 | Caule 10 | x caule 19 | | | |
| bZIP | Phvul.002G237600 | Nodulos | x raiz 10 | | | |
| bZIP | Phvul.003G233200 | Nodulos | x raiz 10 | | | |
| bZIP | Phvul.001G140100 | Raiz 10 | x Raiz 19 | | | |
| bZIP | Phvul.004G053300 | Raiz 10 | x Raiz 19 | | | |
| bZIP | Phvul.005G124100 | Raiz 10 | x Raiz 19 | | | |
| bZIP | Phvul.001G011800 | Nodulos | x raiz 19 | | | |
| bZIP | Phvul.002G009200 | Nodulos | x raiz 19 | | | |
| bZIP | Phvul.003G028800 | Nodulos | x raiz 19 | | | |
| bZIP | Phvul.003G273900 | Nodulos | x raiz 19 | | | |
| bZIP | Phvul.006G109700 | Nodulos | x raiz 19 | | | |
| bZIP | Phvul.007G003600 | Nodulos | x raiz 19 | | | |
| bZIP | Phvul.010G108800 | Nodulos | x raiz 19 | | | |
| bZIP | Phvul.002G263400 | Nodulos | x raiz 10 x raiz 19 | | | |
| bZIP | Phvul.007G257700 | Nodulos | x raiz 10 x raiz 19 | | | |
| bZIP | Phvul.011G093700 | Nodulos | x raiz 10 x raiz 19 | | | |
| WRKY | Phvul.008G119400 | Botões florais | | WRKY | Phvul.001G214400 | Botões florais |
| WRKY | Phvul.001G042100 | Flores | | WRKY | Phvul.002G081600 | Botões florais |
| WRKY | Phvul.001G042200 | Flores | | WRKY | Phvul.002G196800 | Botões florais |
| WRKY | Phvul.001G213600 | Flores | | WRKY | Phvul.002G202500 | Botões florais |
| WRKY | Phvul.001G218500 | Flores | | WRKY | Phvul.003G156300 | Botões florais |
| WRKY | Phvul.002G265400 | Flores | | WRKY | Phvul.003G240900 | Botões florais |
| WRKY | Phvul.002G285800 | Flores | | WRKY | Phvul.005G005800 | Botões florais |
| WRKY | Phvul.003G116300 | Flores | | WRKY | Phvul.005G116000 | Botões florais |
| WRKY | Phvul.005G181800 | Flores | | WRKY | Phvul.006G147800 | Botões florais |
| WRKY | Phvul.006G074600 | Flores | | WRKY | Phvul.007G177900 | Botões florais |
| WRKY | Phvul.006G147800 | Flores | | WRKY | Phvul.007G209000 | Botões florais |
| WRKY | Phvul.008G081800 | Flores | | WRKY | Phvul.007G212900 | Botões florais |

| | | | | | | | | |
|------|------------------|----------------------------|------------------------|--|------|------------------|-------------------|-------------|
| WRKY | Phvul.008G251300 | Flores | | | WRKY | Phvul.008G039900 | Botões florais | |
| WRKY | Phvul.008G251700 | Flores | | | WRKY | Phvul.008G090300 | Botões florais | |
| WRKY | Phvul.008G270500 | Flores | | | WRKY | Phvul.008G192800 | Botões florais | |
| WRKY | Phvul.009G087400 | Flores | | | WRKY | Phvul.008G251300 | Botões florais | |
| WRKY | Phvul.010G161100 | Flores | | | WRKY | Phvul.008G286100 | Botões florais | |
| WRKY | Phvul.001G039900 | Vagens jovens | | | WRKY | Phvul.009G137500 | Botões florais | |
| WRKY | Phvul.008G185700 | Vagens jovens | | | WRKY | Phvul.009G189700 | Botões florais | |
| WRKY | Phvul.009G195200 | Vagens jovens | | | WRKY | Phvul.009G233900 | Botões florais | |
| WRKY | Phvul.002G081600 | Vagens maduras | | | WRKY | Phvul.010G111900 | Botões florais | |
| WRKY | Phvul.002G297100 | Vagens maduras | | | WRKY | Phvul.008G043000 | Flores | |
| WRKY | Phvul.003G156300 | Vagens maduras | | | WRKY | Phvul.008G058000 | Flores | |
| WRKY | Phvul.006G119100 | Vagens maduras | | | WRKY | Phvul.008G251800 | Flores | |
| WRKY | Phvul.007G177900 | Vagens maduras | | | WRKY | Phvul.009G080000 | Flores | |
| WRKY | Phvul.009G138900 | Vagens maduras | | | WRKY | Phvul.003G068700 | Vagens jovens | |
| WRKY | Phvul.009G233900 | Vagens maduras | | | WRKY | Phvul.003G139500 | Vagens jovens | |
| WRKY | Phvul.006G111700 | Flores x maduras | vagens | | WRKY | Phvul.005G093800 | Vagens jovens | |
| WRKY | Phvul.007G212900 | Flores x maduras | vagens | | WRKY | Phvul.006G047300 | Vagens jovens | |
| WRKY | Phvul.008G039900 | Flores x maduras | vagens | | WRKY | Phvul.005G080400 | Vagens jovens | |
| WRKY | Phvul.001G173700 | Botões Flores jovens | florais x vagens | | WRKY | Phvul.008G119400 | Vagens maduras | |
| WRKY | Phvul.001G214400 | Flores jovens | x vagens | | WRKY | Phvul.009G087400 | Vagens maduras | |
| WRKY | Phvul.011G101900 | Botões flores | florais e | | WRKY | Phvul.009G138600 | Vagens maduras | |
| WRKY | Phvul.002G103400 | Folhas | | | WRKY | Phvul.010G104700 | Vagens maduras | |
| WRKY | Phvul.005G005800 | Folhas | | | WRKY | Phvul.011G101900 | Vagens maduras | |
| WRKY | Phvul.010G111900 | Folhas | | | WRKY | Phvul.004G105800 | Botões flores | florais x |
| WRKY | Phvul.002G196800 | Trifolios Jovens | | | WRKY | Phvul.006G053300 | Botões flores | florais x |
| WRKY | Phvul.008G192800 | Trifolios Jovens | | | WRKY | Phvul.008G054100 | Botões flores | florais x |
| WRKY | Phvul.008G251700 | Trifolios Jovens | | | WRKY | Phvul.008G275300 | Botões flores | florais x |
| WRKY | Phvul.009G043100 | Trifolios Jovens | | | WRKY | Phvul.009G220700 | Botões flores | florais x |
| WRKY | Phvul.002G016100 | Caule 10 | | | WRKY | Phvul.002G202000 | Flores jovens | x vagens |
| WRKY | Phvul.002G081600 | Caule 10 | | | WRKY | Phvul.007G075400 | Flores maduras | x vagens |

| | | | | | | | |
|------|------------------|-----------------------|----------|------|------------------|---|--------|
| WRKY | Phvul.002G266400 | Caule 10 | | WRKY | Phvul.002G293200 | Botões florais vagens maduras | x |
| WRKY | Phvul.006G053300 | Caule 10 | | WRKY | Phvul.009G101900 | Botões florais vagens maduras | x |
| WRKY | Phvul.007G075400 | Caule 10 | | WRKY | Phvul.001G213600 | Botões florais vagens jovens vagens maduras | x x |
| WRKY | Phvul.008G048100 | Caule 10 | | WRKY | Phvul.002G103400 | Botões florais vagens jovens | x |
| WRKY | Phvul.008G054100 | Caule 10 | | WRKY | Phvul.001G060200 | Folhas | |
| WRKY | Phvul.009G138600 | Caule 10 | | WRKY | Phvul.001G214400 | Folhas | |
| WRKY | Phvul.009G233900 | Caule 10 | | WRKY | Phvul.002G016100 | Folhas | |
| WRKY | Phvul.001G039900 | Caule 19 | | WRKY | Phvul.002G196800 | Folhas | |
| WRKY | Phvul.001G042100 | Caule 19 | | WRKY | Phvul.002G266400 | Folhas | |
| WRKY | Phvul.002G016100 | Caule 19 | | WRKY | Phvul.002G297100 | Folhas | |
| WRKY | Phvul.002G196800 | Caule 19 | | WRKY | Phvul.003G116300 | Folhas | |
| WRKY | Phvul.002G266400 | Caule 19 | | WRKY | Phvul.003G156300 | Folhas | |
| WRKY | Phvul.003G156300 | Caule 19 | | WRKY | Phvul.003G240900 | Folhas | |
| WRKY | Phvul.006G053300 | Caule 19 | | WRKY | Phvul.005G080300 | Folhas | |
| WRKY | Phvul.007G177900 | Caule 19 | | WRKY | Phvul.005G181800 | Folhas | |
| WRKY | Phvul.008G048100 | Caule 19 | | WRKY | Phvul.006G119100 | Folhas | |
| WRKY | Phvul.008G054100 | Caule 19 | | WRKY | Phvul.008G090300 | Folhas | |
| WRKY | Phvul.008G058300 | Caule 19 | | WRKY | Phvul.008G119400 | Folhas | |
| WRKY | Phvul.009G138600 | Caule 19 | | WRKY | Phvul.008G185700 | Folhas | |
| WRKY | Phvul.009G195200 | Caule 19 | | WRKY | Phvul.009G087400 | Folhas | |
| WRKY | Phvul.010G057900 | Caule 19 | | WRKY | Phvul.009G195200 | Folhas | |
| WRKY | Phvul.002G196800 | Trifolios caule 19 | Jovens x | WRKY | Phvul.010G161100 | Folhas | |
| WRKY | Phvul.001G214400 | Nódulos | | WRKY | Phvul.006G047300 | Trifolios Jovens | |
| WRKY | Phvul.003G068700 | Nódulos | | WRKY | Phvul.006G123000 | Trifolios Jovens | |
| WRKY | Phvul.003G116300 | Nódulos | | WRKY | Phvul.007G075400 | Trifolios Jovens | |
| WRKY | Phvul.001G060200 | Raiz 10 | | WRKY | Phvul.007G212900 | Trifolios Jovens | |
| WRKY | Phvul.001G213600 | Raiz 10 | | WRKY | Phvul.008G058000 | Trifolios Jovens | |
| WRKY | Phvul.002G103400 | Raiz 10 | | WRKY | Phvul.002G091100 | Caule 10 | |
| WRKY | Phvul.002G202000 | Raiz 10 | | WRKY | Phvul.002G202500 | Caule 10 | |
| WRKY | Phvul.003G240900 | Raiz 10 | | WRKY | Phvul.002G293200 | Caule 10 | |
| WRKY | Phvul.004G105800 | Raiz 10 | | WRKY | Phvul.007G209000 | Caule 10 | |
| WRKY | Phvul.005G080200 | Raiz 10 | | WRKY | Phvul.008G251700 | Caule 10 | |
| WRKY | Phvul.006G123000 | Raiz 10 | | WRKY | Phvul.008G286100 | Caule 10 | |
| WRKY | Phvul.007G075400 | Raiz 10 | | WRKY | Phvul.010G104700 | Caule 10 | |
| WRKY | Phvul.008G119400 | Raiz 10 | | WRKY | Phvul.010G111900 | Caule 10 | |
| WRKY | Phvul.009G080000 | Raiz 10 | | WRKY | Phvul.011G101900 | Caule 10 | |

| | | | | | |
|------|------------------|-----------------------------|------|------------------|-----------------------------|
| WRKY | Phvul.002G089700 | Raiz 19 | WRKY | Phvul.002G103400 | Caule 19 |
| WRKY | Phvul.005G181800 | Raiz 19 | WRKY | Phvul.003G139500 | Folhas x trifólios jovens |
| WRKY | Phvul.008G058300 | Raiz 19 | WRKY | Phvul.006G074600 | Folhas x trifólios jovens |
| WRKY | Phvul.008G090300 | Raiz 19 | WRKY | Phvul.008G058300 | Folhas x trifólios jovens |
| WRKY | Phvul.008G275300 | Raiz 19 | WRKY | Phvul.009G233900 | Folhas x trifólios jovens |
| WRKY | Phvul.009G137500 | Raiz 19 | WRKY | Phvul.005G093800 | Trifólios x caule 19 |
| WRKY | Phvul.010G111900 | Raiz 19 | WRKY | Phvul.001G042100 | Folhas x caule 10 |
| WRKY | Phvul.002G265400 | Nodulos x Raiz 19 | WRKY | Phvul.001G042200 | Folhas x caule 10 |
| WRKY | Phvul.002G297100 | Nodulos x Raiz 19 | WRKY | Phvul.001G218500 | Folhas x caule 10 |
| WRKY | Phvul.006G074600 | Nodulos x Raiz 19 | WRKY | Phvul.002G265400 | Folhas x caule 10 |
| WRKY | Phvul.007G209000 | Nodulos x Raiz 19 | WRKY | Phvul.008G185800 | Folhas x caule 10 |
| WRKY | Phvul.008G058000 | Nodulos x Raiz 19 | WRKY | Phvul.010G062500 | Folhas x caule 10 |
| WRKY | Phvul.008G251800 | Nodulos x Raiz 19 | WRKY | Phvul.002G266400 | nodulos |
| WRKY | Phvul.008G286100 | Nodulos x Raiz 19 | WRKY | Phvul.007G177900 | nodulos |
| WRKY | Phvul.010G062500 | Nodulos x Raiz 19 | WRKY | Phvul.009G138900 | nodulos |
| WRKY | Phvul.010G104700 | Nodulos x Raiz 19 | WRKY | Phvul.009G195200 | nodulos |
| WRKY | Phvul.001G218500 | Raiz 10 x raiz 19 | WRKY | Phvul.001G042100 | Raiz 10 |
| WRKY | Phvul.002G091100 | Raiz 10 x raiz 19 | WRKY | Phvul.001G042200 | Raiz 10 |
| WRKY | Phvul.002G202500 | Raiz 10 x raiz 19 | WRKY | Phvul.002G196800 | Raiz 10 |
| WRKY | Phvul.003G139500 | Raiz 10 x raiz 19 | WRKY | Phvul.002G297100 | Raiz 10 |
| WRKY | Phvul.005G093800 | Raiz 10 x raiz 19 | WRKY | Phvul.006G111700 | Raiz 10 |
| WRKY | Phvul.005G116000 | Raiz 10 x raiz 19 | WRKY | Phvul.006G119100 | Raiz 10 |
| WRKY | Phvul.006G047300 | Raiz 10 x raiz 19 | WRKY | Phvul.008G270500 | Raiz 10 |
| WRKY | Phvul.006G147800 | Raiz 10 x raiz 19 | WRKY | Phvul.009G043100 | Raiz 10 |
| WRKY | Phvul.002G240900 | Nódulos x raiz 10 x raiz 19 | WRKY | Phvul.008G081800 | Raiz 19 |
| WRKY | Phvul.002G293200 | Nódulos x raiz 10 x raiz 19 | WRKY | Phvul.001G173700 | Nódulos x raiz 10 x raiz 19 |
| WRKY | Phvul.003G192000 | Nódulos x raiz 10 x raiz 19 | | | |
| WRKY | Phvul.005G080400 | Nódulos x raiz 10 x raiz 19 | | | |
| WRKY | Phvul.009G101900 | Nódulos x raiz 10 x raiz 19 | | | |
| WRKY | Phvul.009G220700 | Nódulos x raiz 10 x raiz 19 | | | |
| MYB | Phvul.002G092100 | Botões florais | MYB | Phvul.002G292600 | Botões florais |
| MYB | Phvul.003G190400 | Botões florais | MYB | Phvul.002G306000 | Botões florais |
| MYB | Phvul.004G012000 | Botões florais | MYB | Phvul.003G046200 | Botões florais |

| | | | | | |
|-----|------------------|----------------|-----|------------------|----------------|
| MYB | Phvul.004G028500 | Botões florais | MYB | Phvul.003G046300 | Botões florais |
| MYB | Phvul.006G120800 | Botões florais | MYB | Phvul.003G240200 | Botões florais |
| MYB | Phvul.007G069400 | Botões florais | MYB | Phvul.005G012900 | Botões florais |
| MYB | Phvul.008G067300 | Botões florais | MYB | Phvul.006G217200 | Botões florais |
| MYB | Phvul.008G113300 | Botões florais | MYB | Phvul.007G069200 | Botões florais |
| MYB | Phvul.008G155700 | Botões florais | MYB | Phvul.007G100100 | Botões florais |
| MYB | Phvul.008G155900 | Botões florais | MYB | Phvul.007G273400 | Botões florais |
| MYB | Phvul.011G034900 | Botões florais | MYB | Phvul.008G102000 | Botões florais |
| MYB | Phvul.001G019200 | Flores | MYB | Phvul.009G174900 | Botões florais |
| MYB | Phvul.001G071000 | Flores | MYB | Phvul.010G096400 | Botões florais |
| MYB | Phvul.001G179400 | Flores | MYB | Phvul.002G015100 | Flores |
| MYB | Phvul.002G317000 | Flores | MYB | Phvul.002G083800 | Flores |
| MYB | Phvul.005G087400 | Flores | MYB | Phvul.003G232300 | Flores |
| MYB | Phvul.005G109700 | Flores | MYB | Phvul.004G024200 | Flores |
| MYB | Phvul.006G045300 | Flores | MYB | Phvul.005G109800 | Flores |
| MYB | Phvul.007G273400 | Flores | MYB | Phvul.007G099900 | Flores |
| MYB | Phvul.008G028000 | Flores | MYB | Phvul.008G146900 | Flores |
| MYB | Phvul.008G038400 | Flores | MYB | Phvul.008G222600 | Flores |
| MYB | Phvul.008G233800 | Flores | MYB | Phvul.009G031200 | Flores |
| MYB | Phvul.009G068000 | Flores | MYB | Phvul.009G133700 | Flores |
| MYB | Phvul.010G130500 | Flores | MYB | Phvul.009G177100 | Flores |
| MYB | Phvul.011G084500 | Flores | MYB | Phvul.011G059800 | Flores |
| MYB | Phvul.011G191300 | Flores | MYB | Phvul.001G215100 | Vagens jovens |
| MYB | Phvul.001G032600 | Vagens jovens | MYB | Phvul.001G229900 | Vagens jovens |
| MYB | Phvul.002G170500 | Vagens jovens | MYB | Phvul.002G279000 | Vagens jovens |
| MYB | Phvul.003G067800 | Vagens jovens | MYB | Phvul.003G046400 | Vagens jovens |
| MYB | Phvul.003G132100 | Vagens jovens | MYB | Phvul.004G144900 | Vagens jovens |
| MYB | Phvul.003G200100 | Vagens jovens | MYB | Phvul.005G060000 | Vagens jovens |
| MYB | Phvul.004G011400 | Vagens jovens | MYB | Phvul.005G115500 | Vagens jovens |
| MYB | Phvul.005G157600 | Vagens jovens | MYB | Phvul.006G061600 | Vagens jovens |
| MYB | Phvul.006G114800 | Vagens jovens | MYB | Phvul.008G226600 | Vagens jovens |
| MYB | Phvul.006G192900 | Vagens jovens | MYB | Phvul.011G191300 | Vagens jovens |
| MYB | Phvul.010G009900 | Vagens jovens | MYB | Phvul.001G032100 | Vagens maduras |
| MYB | Phvul.010G130600 | Vagens jovens | MYB | Phvul.001G032600 | Vagens maduras |
| MYB | Phvul.010G137500 | Vagens jovens | MYB | Phvul.001G106800 | Vagens maduras |
| MYB | Phvul.002G015100 | Vagens maduras | MYB | Phvul.001G179400 | Vagens maduras |
| MYB | Phvul.002G060500 | Vagens maduras | MYB | Phvul.001G211700 | Vagens maduras |
| MYB | Phvul.002G292600 | Vagens maduras | MYB | Phvul.002G139500 | Vagens maduras |
| MYB | Phvul.003G203900 | Vagens maduras | MYB | Phvul.002G170500 | Vagens maduras |
| MYB | Phvul.004G090900 | Vagens maduras | MYB | Phvul.003G200100 | Vagens maduras |

| | | | | | | | |
|-----|------------------|-----------------------------|---------|------------------|-----|------------------|------------------|
| MYB | Phvul.004G151600 | Vagens maduras | | | MYB | Phvul.003G222400 | Vagens maduras |
| MYB | Phvul.006G217200 | Vagens maduras | | | MYB | Phvul.004G116500 | Vagens maduras |
| MYB | Phvul.007G093100 | Vagens maduras | | | MYB | Phvul.005G047400 | Vagens maduras |
| MYB | Phvul.008G038200 | Vagens maduras | | | MYB | Phvul.005G087400 | Vagens maduras |
| MYB | Phvul.008G102000 | Vagens maduras | | | MYB | Phvul.005G109900 | Vagens maduras |
| MYB | Phvul.008G107000 | Vagens maduras | | | MYB | Phvul.005G131300 | Vagens maduras |
| MYB | Phvul.009G133700 | Vagens maduras | | | MYB | Phvul.006G114800 | Vagens maduras |
| MYB | Phvul.009G187700 | Vagens maduras | | | MYB | Phvul.006G120800 | Vagens maduras |
| MYB | Phvul.004G053500 | Botões flores | florais | x | MYB | Phvul.007G069400 | Vagens maduras |
| MYB | Phvul.007G028700 | Botões flores | florais | x | MYB | Phvul.007G147600 | Vagens maduras |
| MYB | Phvul.011G109500 | Botões flores | florais | x | MYB | Phvul.007G192900 | Vagens maduras |
| MYB | Phvul.001G215200 | Flores jovens | x | vagens | MYB | Phvul.007G206200 | Vagens maduras |
| MYB | Phvul.004G053600 | Flores jovens | x | vagens | MYB | Phvul.007G211900 | Vagens maduras |
| MYB | Phvul.005G109100 | Flores jovens | x | vagens | MYB | Phvul.007G231800 | Vagens maduras |
| MYB | Phvul.007G192900 | Flores jovens | x | vagens | MYB | Phvul.008G038000 | Vagens maduras |
| MYB | Phvul.003G240200 | Flores maduras | x | vagens | MYB | Phvul.008G067300 | Vagens maduras |
| MYB | Phvul.001G025200 | Botões maduras | x | vagens | MYB | Phvul.008G155900 | Vagens maduras |
| MYB | Phvul.009G119900 | Botões maduras | x | vagens | MYB | Phvul.009G075000 | Vagens maduras |
| MYB | Phvul.003G222400 | Botões jovens | x | vagens | MYB | Phvul.009G158200 | Vagens maduras |
| MYB | Phvul.002G306000 | Flores jovens maduras | x x | vagens vagens | MYB | Phvul.010G009900 | Vagens maduras |
| MYB | Phvul.007G211800 | Flores jovens maduras | x x | vagens vagens | MYB | Phvul.010G137500 | Vagens maduras |
| MYB | Phvul.003G054100 | Folhas | | | MYB | Phvul.011G034900 | Vagens maduras |
| MYB | Phvul.003G176800 | Folhas | | | MYB | Phvul.011G084500 | Vagens maduras |
| MYB | Phvul.003G190400 | Folhas | | | MYB | Phvul.001G061200 | Botões flores |
| MYB | Phvul.006G020200 | Folhas | | | MYB | Phvul.001G161000 | Botões flores |
| MYB | Phvul.006G192900 | Folhas | | | MYB | Phvul.003G036400 | Botões flores |
| MYB | Phvul.008G262900 | Folhas | | | MYB | Phvul.003G067800 | Botões flores |

| | | | | | | | |
|-----|------------------|------------------|-----|------------------|---------------------------------------|------------------------|--------|
| MYB | Phvul.010G009800 | Folhas | MYB | Phvul.004G090900 | Botões flores | florais | x |
| MYB | Phvul.011G191300 | Folhas | MYB | Phvul.004G151600 | Botões flores | florais | x |
| MYB | Phvul.001G032100 | Trifólios jovens | MYB | Phvul.005G157600 | Botões flores | florais | x |
| MYB | Phvul.001G061200 | Trifólios jovens | MYB | Phvul.007G093100 | Botões flores | florais | x |
| MYB | Phvul.001G211700 | Trifólios jovens | MYB | Phvul.002G008800 | Flores jovens | x | vagens |
| MYB | Phvul.002G083800 | Trifólios jovens | MYB | Phvul.002G159700 | Flores jovens | x | vagens |
| MYB | Phvul.002G088900 | Trifólios jovens | MYB | Phvul.003G214300 | Flores jovens | x | vagens |
| MYB | Phvul.002G279000 | Trifólios jovens | MYB | Phvul.006G020200 | Flores jovens | x | vagens |
| MYB | Phvul.003G067800 | Trifólios jovens | MYB | Phvul.001G240300 | Vagens jovens vagens maduras | jovens | x |
| MYB | Phvul.007G093100 | Trifólios jovens | MYB | Phvul.002G088900 | Flores maduras | x | vagens |
| MYB | Phvul.007G215800 | Trifólios jovens | MYB | Phvul.004G046000 | Flores maduras | x | vagens |
| MYB | Phvul.008G038200 | Trifólios jovens | MYB | Phvul.004G057800 | Flores maduras | x | vagens |
| MYB | Phvul.008G102300 | Trifólios jovens | MYB | Phvul.011G212000 | Flores maduras | x | vagens |
| MYB | Phvul.008G236500 | Trifólios jovens | MYB | Phvul.009G106700 | Botões flores maduras | florais x vagens | x |
| MYB | Phvul.009G106700 | Trifólios jovens | MYB | Phvul.002G221000 | Botões vagens maduras | florais | x |
| MYB | Phvul.009G228200 | Trifólios jovens | MYB | Phvul.002G060500 | Botões vagens jovens | florais | x |
| MYB | Phvul.010G009900 | Trifólios jovens | MYB | Phvul.003G054100 | Botões vagens jovens | florais | x |
| MYB | Phvul.010G137500 | Trifólios jovens | MYB | Phvul.001G025200 | Folhas | | |
| MYB | Phvul.007G206200 | Caule 10 | MYB | Phvul.001G161000 | Folhas | | |
| MYB | Phvul.008G226600 | Caule 10 | MYB | Phvul.002G317000 | Folhas | | |
| MYB | Phvul.001G106800 | Caule 19 | MYB | Phvul.003G203900 | Folhas | | |
| MYB | Phvul.001G229900 | Caule 19 | MYB | Phvul.003G240200 | Folhas | | |
| MYB | Phvul.002G060500 | Caule 19 | MYB | Phvul.004G053600 | Folhas | | |
| MYB | Phvul.002G170000 | Caule 19 | MYB | Phvul.004G144900 | Folhas | | |
| MYB | Phvul.002G170500 | Caule 19 | MYB | Phvul.005G060000 | Folhas | | |
| MYB | Phvul.003G046200 | Caule 19 | MYB | Phvul.007G208400 | Folhas | | |
| MYB | Phvul.003G046300 | Caule 19 | MYB | Phvul.007G211800 | Folhas | | |
| MYB | Phvul.003G046400 | Caule 19 | MYB | Phvul.007G273400 | Folhas | | |

| | | | | | |
|-----|------------------|-----------------------------|-----|------------------|---------------------------|
| MYB | Phvul.003G214300 | Caule 19 | MYB | Phvul.008G067300 | Folhas |
| MYB | Phvul.005G060000 | Caule 19 | MYB | Phvul.008G233800 | Folhas |
| MYB | Phvul.007G099900 | Caule 19 | MYB | Phvul.008G236500 | Folhas |
| MYB | Phvul.007G100100 | Caule 19 | MYB | Phvul.009G158200 | Folhas |
| MYB | Phvul.008G107000 | Caule 19 | MYB | Phvul.010G096400 | Folhas |
| MYB | Phvul.009G133700 | Caule 19 | MYB | Phvul.001G071000 | Trifólios jovens |
| MYB | Phvul.011G110500 | Caule 19 | MYB | Phvul.002G015100 | Trifólios jovens |
| MYB | Phvul.003G013600 | Folhas x trifólios jovens | MYB | Phvul.005G157600 | Trifólios jovens |
| MYB | Phvul.008G038000 | Folhas x trifólios jovens | MYB | Phvul.006G114800 | Trifólios jovens |
| MYB | Phvul.002G015100 | Caule10 x caule 19 | MYB | Phvul.007G099900 | Trifólios jovens |
| MYB | Phvul.002G159700 | Caule10 x caule 19 | MYB | Phvul.007G147600 | Trifólios jovens |
| MYB | Phvul.002G292600 | Caule10 x caule 19 | MYB | Phvul.008G226600 | Trifólios jovens |
| MYB | Phvul.004G024200 | Caule10 x caule 19 | MYB | Phvul.009G133700 | Trifólios jovens |
| MYB | Phvul.004G046000 | Caule10 x caule 19 | MYB | Phvul.010G115500 | Trifólios jovens |
| MYB | Phvul.004G144900 | Caule10 x caule 19 | MYB | Phvul.011G019200 | Trifólios jovens |
| MYB | Phvul.005G157600 | Caule10 x caule 19 | MYB | Phvul.011G084500 | Trifólios jovens |
| MYB | Phvul.007G208400 | Caule10 x caule 19 | MYB | Phvul.001G019200 | Caule 10 |
| MYB | Phvul.009G174900 | Caule10 x caule 19 | MYB | Phvul.001G215100 | Caule 10 |
| MYB | Phvul.011G059800 | Caule10 x caule 19 | MYB | Phvul.003G148200 | Caule 10 |
| MYB | Phvul.011G212000 | Caule10 x caule 19 | MYB | Phvul.006G105200 | Caule 10 |
| MYB | Phvul.003G203900 | Trifólios jovens x caule 19 | MYB | Phvul.006G120800 | Caule 10 |
| MYB | Phvul.006G065700 | Trifólios jovens x caule 19 | MYB | Phvul.002G040900 | Caule 19 |
| MYB | Phvul.005G012900 | Folhas x caule 10 | MYB | Phvul.002G092100 | Caule 19 |
| MYB | Phvul.004G053500 | Nódulos | MYB | Phvul.003G054100 | Caule 19 |
| MYB | Phvul.005G012900 | Nódulos | MYB | Phvul.003G190400 | Caule 19 |
| MYB | Phvul.007G099900 | Nódulos | MYB | Phvul.003G222400 | Caule 19 |
| MYB | Phvul.001G032600 | Raiz 10 | MYB | Phvul.007G192900 | Caule 19 |
| MYB | Phvul.001G221500 | Raiz 10 | MYB | Phvul.008G102000 | Caule 19 |
| MYB | Phvul.002G008800 | Raiz 10 | MYB | Phvul.008G146900 | Caule 19 |
| MYB | Phvul.002G279000 | Raiz 10 | MYB | Phvul.011G191300 | Caule 19 |
| MYB | Phvul.004G057800 | Raiz 10 | MYB | Phvul.001G179400 | Folhas x trifólios jovens |
| MYB | Phvul.006G114800 | Raiz 10 | MYB | Phvul.001G221500 | Folhas x trifólios jovens |
| MYB | Phvul.007G206200 | Raiz 10 | MYB | Phvul.007G108500 | Folhas x trifólios jovens |
| MYB | Phvul.008G146900 | Raiz 10 | MYB | Phvul.008G107000 | Folhas x trifólios jovens |

| | | | | | |
|-----|------------------|-----------------------------|-----|------------------|-----------------------------|
| MYB | Phvul.008G236500 | Raiz 10 | MYB | Phvul.009G062700 | Folhas x trifólios jovens |
| MYB | Phvul.001G240300 | Raiz 19 | MYB | Phvul.008G038200 | Folhas x caule 10 |
| MYB | Phvul.002G040900 | Raiz 19 | MYB | Phvul.002G088900 | Nódulos |
| MYB | Phvul.003G036400 | Raiz 19 | MYB | Phvul.002G279000 | Nódulos |
| MYB | Phvul.003G214300 | Raiz 19 | MYB | Phvul.002G306000 | Nódulos |
| MYB | Phvul.004G144900 | Raiz 19 | MYB | Phvul.003G203900 | Nódulos |
| MYB | Phvul.006G120800 | Raiz 19 | MYB | Phvul.003G284000 | Nódulos |
| MYB | Phvul.007G108500 | Raiz 19 | MYB | Phvul.004G029800 | Nódulos |
| MYB | Phvul.007G211900 | Raiz 19 | MYB | Phvul.005G109100 | Nódulos |
| MYB | Phvul.007G231800 | Raiz 19 | MYB | Phvul.006G065700 | Nódulos |
| MYB | Phvul.007G273400 | Raiz 19 | MYB | Phvul.006G192900 | Nódulos |
| MYB | Phvul.011G109600 | Raiz 19 | MYB | Phvul.007G069400 | Nódulos |
| MYB | Phvul.011G109700 | Raiz 19 | MYB | Phvul.007G208400 | Nódulos |
| MYB | Phvul.001G161000 | Nódulos x raiz 19 | MYB | Phvul.007G211800 | Nódulos |
| MYB | Phvul.001G215100 | Nódulos x raiz 19 | MYB | Phvul.008G038600 | Nódulos |
| MYB | Phvul.005G047400 | Nódulos x raiz 19 | MYB | Phvul.010G009900 | Nódulos |
| MYB | Phvul.005G131300 | Nódulos x raiz 19 | MYB | Phvul.011G034900 | Nódulos |
| MYB | Phvul.006G105200 | Nódulos x raiz 19 | MYB | Phvul.001G071000 | Raiz 10 |
| MYB | Phvul.009G062700 | Nódulos x raiz 19 | MYB | Phvul.002G292600 | Raiz 10 |
| MYB | Phvul.010G096400 | Nódulos x raiz 19 | MYB | Phvul.003G046400 | Raiz 10 |
| MYB | Phvul.011G019200 | Nódulos x raiz 19 | MYB | Phvul.004G053500 | Raiz 10 |
| MYB | Phvul.011G084500 | Nódulos x raiz 19 | MYB | Phvul.004G053600 | Raiz 10 |
| MYB | Phvul.002G139500 | Raiz 10 x raiz 19 | MYB | Phvul.008G038000 | Raiz 10 |
| MYB | Phvul.002G221000 | Raiz 10 x raiz 19 | MYB | Phvul.008G041500 | Raiz 10 |
| MYB | Phvul.003G232300 | Raiz 10 x raiz 19 | MYB | Phvul.009G187700 | Raiz 10 |
| MYB | Phvul.004G116500 | Raiz 10 x raiz 19 | MYB | Phvul.011G109700 | Raiz 10 |
| MYB | Phvul.007G069200 | Raiz 10 x raiz 19 | MYB | Phvul.009G228200 | Raiz 19 |
| MYB | Phvul.009G031200 | Raiz 10 x raiz 19 | MYB | Phvul.011G109500 | Raiz 19 |
| MYB | Phvul.009G075000 | Raiz 10 x raiz 19 | MYB | Phvul.004G028500 | Nódulos x raiz 10 |
| MYB | Phvul.009G158200 | Raiz 10 x raiz 19 | MYB | Phvul.001G107600 | Raiz 10 x raiz 19 |
| MYB | Phvul.010G115500 | Raiz 10 x raiz 19 | MYB | Phvul.002G170000 | Raiz 10 x raiz 19 |
| MYB | Phvul.007G147600 | nódulos x raiz 10 x raiz 19 | MYB | Phvul.003G176800 | Raiz 10 x raiz 19 |
| | | | MYB | Phvul.007G215800 | Raiz 10 x raiz 19 |
| | | | MYB | Phvul.008G262900 | Nódulos x raiz 19 |
| | | | MYB | Phvul.009G068000 | Nódulos x raiz 19 |
| | | | MYB | Phvul.001G219000 | nódulos x raiz 10 x raiz 19 |
| | | | MYB | Phvul.002G170500 | nódulos x raiz 10 x raiz 19 |

| | | | | | | |
|--------|------------------|---------------------------|-----------------------------|--------|------------------|------------------------------|
| | MYB | Phvul.003G013600 | nódulos x raiz 10 x raiz 19 | | | |
| | MYB | Phvul.008G102300 | nódulos x raiz 10 x raiz 19 | | | |
| | MYB | Phvul.010G009800 | nódulos x raiz 10 x raiz 19 | | | |
| Whirly | Phvul.003G068800 | Trifolios jovens | | Whirly | Phvul.006G106800 | Vagens maaduras |
| Whirly | Phvul.002G089800 | Folhas x trifolios jovens | | Whirly | Phvul.002G089800 | Vagens maaduras |
| Whirly | Phvul.006G106800 | Nódulos x vagens jovens | | Whirly | Phvul.003G068800 | Caule 19 x raiz 10 x raiz 19 |

Fonte: Carneiro, E., 2020.