

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

TIAGO REZENDE MARTINS

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS PADRÕES DE RECOMBINAÇÃO DE
ISOLADOS DE CINCO ESPÉCIES DO GÊNERO *POTYVIRUS***

UBERLÂNDIA - MG
AGOSTO/2017

TIAGO REZENDE MARTINS

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS PADRÕES DE RECOMBINAÇÃO DE
ISOLADOS DE CINCO ESPÉCIES DO GÊNERO *POTYVIRUS***

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Alison Talis Martins Lima

UBERLÂNDIA - MG

AGOSTO/2017

TIAGO REZENDE MARTINS

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS PADRÕES DE RECOMBINAÇÃO DE
ISOLADOS DE CINCO ESPÉCIES DO GÊNERO *POTYVIRUS***

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
curso de Agronomia, da Universidade Federal
de Uberlândia, para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 04 de agosto de 2017

Prof. Dr. Alison Talis Martins Lima
(Orientador)

Eng. Agron. Ana Paula Ferreira Pinheiro
(Examinadora)

MSc. Alexandre Moisés Ericsson de Oliveira
(Examinador)

RESUMO

Os potyvírus (gênero *Potyvirus*, família *Potyviridae*) possuem o genoma composto por uma molécula de RNA de fita simples, sentido positivo, e infectam uma ampla gama de espécies de plantas cultivadas causando sérios prejuízos à agricultura. Populações de vírus de RNA apresentam alto grau de variabilidade genética sendo que os principais mecanismos evolutivos atuando sobre sua evolução são mutação e recombinação. A ocorrência de recombinação proporciona o surgimento de novas características biológicas como, por exemplo, a capacidade de infectar novos hospedeiros e suplantam a resistência genética das plantas. Eventos de recombinação podem ser detectados utilizando-se ferramentas especializadas de bioinformática. Neste contexto, esse estudo teve como objetivo comparar os padrões de recombinação em isolados de cinco espécies de potyvírus (*Bean yellow mosaic virus*, *Turnip mosaic virus*, *Papaya ringspot virus*, *Potato virus Y* e *Soybean mosaic virus*). As sequências referentes aos genomas virais completos foram obtidas do GenBank por meio do Taxonomy browser e posteriormente analisadas em dois programas (MEGA, Molecular Evolutionary Genetics Analysis e RDP, Recombination Detection Program). Os resultados foram interpretados a partir de gráficos de distribuição de sítios de recombinação e indicaram que, apesar das similaridades genéticas entre as espécies de potyvírus analisadas neste estudo, os padrões de recombinação foram significativamente diferentes.

Palavras-chave: Bioinformática; genoma; vírus de RNA; evolução

ABSTRACT

Potyvirus (genus *Potyvirus*, family *Potyviridae*) possess a genome composed of single stranded RNA molecule, positive sense, and infect a wide range of cultivated plant species causing serious losses to agriculture. Populations of RNA viruses show a high degree of genetic variability and the main evolutionary mechanisms acting on their evolution are mutation and recombination. The occurrence of recombination provides the emergence of novel biological properties, such as the ability to infect new hosts and overcome the genetic resistance of plants. Recombination events can be detected using specialized bioinformatics tools. In this context, this study aimed to compare the recombination patterns in isolates of five potyvirus species (*Bean yellow mosaic virus*, *Turnip mosaic virus*, *Papaya ringspot virus*, *Potato virus Y* and *Soybean mosaic virus*). Sequences comprising the complete viral genomes were obtained from GenBank by using the Taxonomy browser and further analysed into two programs (MEGA, Molecular Evolutionary Genetics Analysis and RDP, Recombination Detection Program). The results were interpreted from breakpoint distribution plots and indicated that despite the genetic similarities among the potyvirus species analysed in this study, the recombination patterns were significantly different.

Keywords: Bioinformatics; genome; RNA viruses; evolution

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. REVISÃO DE LITERATURA	8
2.1 O gênero <i>Potyvirus</i>	8
2.2 Importância econômica dos potyvírus	8
2.2 Recombinação.....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1 Obtenção das sequências genômicas virais	10
3.2 Alinhamentos múltiplos de sequências	10
3.3 Detecção de recombinação	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
4.1 Distribuição dos sítios de recombinação em genomas de isolados do BYMV ...	11
4.2 Distribuição dos sítios de recombinação em genomas de isolados do PRSV	11
4.3 Distribuição dos sítios de recombinação em genomas de isolados do SMV	12
4.4 Distribuição dos sítios de recombinação em genomas de isolados do TuMV	13
4.5 Distribuição dos sítios de recombinação em genomas de isolados do PVY	14
5. CONCLUSÃO	15
REFERÊNCIAS	16
ANEXOS.....	18

1. INTRODUÇÃO

Os principais mecanismos que atuam sobre a evolução dos vírus de plantas são conhecidos como mutação e recombinação. As mutações ocorrem principalmente durante a replicação do genoma viral devido a erros cometidos pela replicase viral; dentre esses erros podemos destacar as inserções, deleções e substituições de bases nitrogenadas. A recombinação consiste na troca de fragmentos de material genético entre vírus distintos e também ocorre durante o processo de replicação. A recombinação é responsável por aumentar a variabilidade genética gerando novos genomas que podem ser mais adaptados em comparação aos vírus parentais. Os vírus recombinantes podem apresentar novas características, tais como a capacidade de infectar novos hospedeiros e suplantam a resistência genética de plantas (Roossinck 1997, 2003; Glais et al. 2002; García-Arenal et al. 2003).

A família *Potyviridae* é a segunda maior em número de espécies e apresenta grande importância econômica, além de possuir uma vasta gama de hospedeiros, incluindo-se plantas monocotiledôneas e dicotiledôneas (Hull 2002; King et al. 2012). Cerca de 90% das espécies conhecidas da família *Potyviridae* pertencem ao gênero *Potyvirus*. Os potyvírus são transmitidos por afídeos de forma não-circulativa e muitas espécies encontram-se amplamente disseminadas sendo encontradas em vários países. Somada à transmissão via insetos-vetores, vários potyvírus também podem ser transmitidos via sementes o que contribui significativamente para sua ampla distribuição à nível mundial. Os potyvírus induzem sintomas severos em seus hospedeiros podendo causar perdas de até 100% em culturas de grande importância econômica.

Devido à importância dos potyvírus na agricultura, é crescente o interesse sobre os aspectos evolutivos que afetam a variabilidade genética de suas populações. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo realizar uma análise comparativa dos padrões de recombinação entre isolados de cinco espécies de potyvírus. Para isso, sequências referentes aos genomas completos de potyvírus coletados em diversas partes do mundo foram obtidas do Genbank e analisadas por meio de ferramentas de bioinformática capazes de detectar eventos de recombinação. Os resultados desse estudo indicaram que os padrões de distribuição de recombinação são distintos dependendo da espécie viral.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O gênero *Potyvirus*

A família *Potyviridae* é composta por oito gêneros: *Brambyvirus*, *Bymovirus*, *Ipomovirus*, *Macluravirus*, *Poacevirus*, *Potyvirus*, *Rymovirus* e *Tritimovirus*, dependendo do número de componentes do genoma viral e do inseto-vetor (King et al. 2012). As partículas virais são alongadas e flexuosas com comprimento variando de 680 a 900 nm e largura de 11 a 15 nm. O gênero *Potyvirus* é o mais numeroso da família e reúne vírus de grande importância econômica em várias culturas. Seus genomas são compostos por uma única molécula de RNA de fita simples com aproximadamente 10.000 nucleotídeos de comprimento. Trata-se de um genoma com sentido positivo e que apresenta uma única ORF (Open Reading frame). A tradução do genoma viral resulta na produção de uma poliproteína e, após o processo de clivagem, gera aproximadamente 10 proteínas (King et al. 2012). O processo de clivagem da poliproteína é dependente da ação de três proteases virais, P1, HC-Pro e NIa (Daros and Carrington 1997; Urcuqui-Inchima et al. 2001). As proteínas virais são multifuncionais e produzidas em quantidades idênticas, característica inerente ao mecanismo de replicação dos potyvírus (Urcuqui-Inchima et al. 2001).

2.2 Importância econômica dos potyvírus

Diversas espécies de potyvírus apresentam grande importância na agricultura e estão presentes em várias regiões do mundo. Como exemplo de potyvírus de importância econômica temos: *Bean yellow mosaic virus* (BYMV), *Papaya ringspot virus* (PRSV), *Potato virus Y* (PVY), *Soybean mosaic virus* (SMV), *Turnip mosaic virus* (TuMV) (Hull 2002). O BYMV apresenta como sintoma mais comum o mosaico foliar, podendo ainda ocorrer a formação de bolhas e rugas, com uma redução acentuada das folhas dependendo da severidade da doença. Ervilha (*Pisum sativum*), tremoceiro (*Lupinus* spp.) e soja (*Glycine Max* L. Merrill) são exemplos de plantas hospedeiras do BYMV (Hull 2002).

O PRSV causa uma das doenças mais destrutivas na cultura do mamoeiro sendo considerado um fator limitante para a produção. Dentre os sintomas estão a clorose, mosaico nas folhas, intensas deformações e bolhas, pecíolos muitas vezes com tamanho reduzido e curvados. O PVY é um vírus comumente presente em batateirais. Ocorre no mundo todo e apresenta 3 estirpes principais (PVY⁰; PVY^N; PVY^C) (Hull 2002). Plantas

infectadas apresentam uma redução de produção de 15 a 80% apresentando sintomas que variam desde o mosaico até o amarelecimento dos folíolos apicais. O SMV causa um sintoma típico de mancha nas sementes (mancha chocolate ou mancha café) que afeta a qualidade e reduz o rendimento em até 70% na cultura, dependendo da cultivar utilizada (Kimati, H.; Amorim, Bergamin Filho, A.; Rezende 1997). Dentre os sintomas, podemos destacar o encarquilhamento de trifólios, a deformação com algumas bolhas e com áreas verde-claras e verde-escuras irregularmente distribuídas sobre o limbo foliar, lesões escuras nas vagens, dependendo do isolado do vírus e do cultivar também podem aparecer. Se infectada no estágio vegetativo inicial, a planta apresentará um porte reduzido. O SMV é transmitido por sementes e por esse motivo está distribuído em todas as regiões que cultivam soja no Brasil (Kimati, H.; Amorim, Bergamin Filho, A.; Rezende 1997). O TuMV pode infectar crucíferas, asteráceas e solanáceas causando sintomas de mosaico, distorção nas folhas e subdesenvolvimento em nabo, couve-de-bruxelas e mostarda (Hull 2002).

2.2 Recombinação

A diversidade biológica de vírus de RNA é uma das maiores encontradas na natureza e acredita-se que a recombinação seja um dos principais contribuintes para a evolução desses vírus (García-Arenal et al. 2003; Roossinck 2003; Pond et al. 2012). A recombinação parece ocorrer frequentemente entre os membros da família *Potyviridae* (Bousalem et al. 2000; Visser and Bellstedt 2009; Yamasaki et al. 2010).

O mecanismo de recombinação em vírus de RNA é explicado atualmente por um modelo de escolha de cópia em que o complexo de replicação altera o molde durante a síntese da nova cadeia nucleotídica (García-Arenal et al. 2003). Ainda não se conhecem os fatores que facilitam a ocorrência de tais eventos, porém tudo indica que interrupções que ocorrem durante a replicação resultam na ocorrência da recombinação. Por exemplo, regiões ricas em pares UA que promovem o desligamento da replicase viral (Nagy et al. 1999) ou estruturas secundárias (Bujarski 2013) podem contribuir para uma maior frequência de recombinação em regiões específicas do genoma viral.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Obtenção das sequências genômicas virais

Um total de 894 sequências genômicas completas de isolados de potyvírus representando cinco espécies (*Bean yellow mosaic virus*, *Papaya ringspot virus*, *Potato virus Y*, *Soybean mosaic virus* e *Turnip mosaic virus*) foram baixadas do Genbank por meio do Taxonomy Browser (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/>).

3.2 Alinhamentos múltiplos de sequências

Alinhamentos múltiplos de sequências para cada um dos conjuntos de dados de espécies de potyvírus foram gerados separadamente utilizando-se o módulo Muscle (Edgar 2004) disponível no programa MEGA (Molecular Evolutionary Genetics Analysis) (Kumar et al. 2016).

3.3 Detecção de recombinação

Os alinhamentos múltiplos de sequências foram analisados para a presença de regiões recombinantes utilizando-se o programa RDP4 (Recombination Detection Program versão 4) (Martin et al. 2015). Para a detecção dos eventos de recombinação foram utilizados sete métodos distintos: RDP (Martin and Rybicki 2000), GENECONV (Padidam et al. 1999), Chimaera (Posada and Crandall 2001), MaxChi (Smith 1992), BootScan (Martin et al. 2005), SiScan (Gibbs et al. 2000), 3Seq (Boni et al. 2007). Somente eventos detectados por mais de três métodos de análise foram considerados neste estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Distribuição dos sítios de recombinação em genomas de isolados do BYMV

Ao longo dos 48 genomas completos de isolados do BYMV analisados neste estudo foram detectados 48 eventos de recombinação (Tabela A1 - Anexo). Wylie and Jones (2009) analisaram sete genomas completos de isolados de BYMV de diferentes continentes e detectaram apenas 8 eventos de recombinação. Os resultados obtidos pelos autores sugeriram que a recombinação exerceu um papel importante na especialização do BYMV ao feijoeiro. A distribuição dos breakpoints ao longo dos genomas ocorreu de maneira uniforme (Figura 1) indicando tratar-se de uma espécie de vírus que não possui a tendência de concentração de breakpoints em uma região específica do genoma.

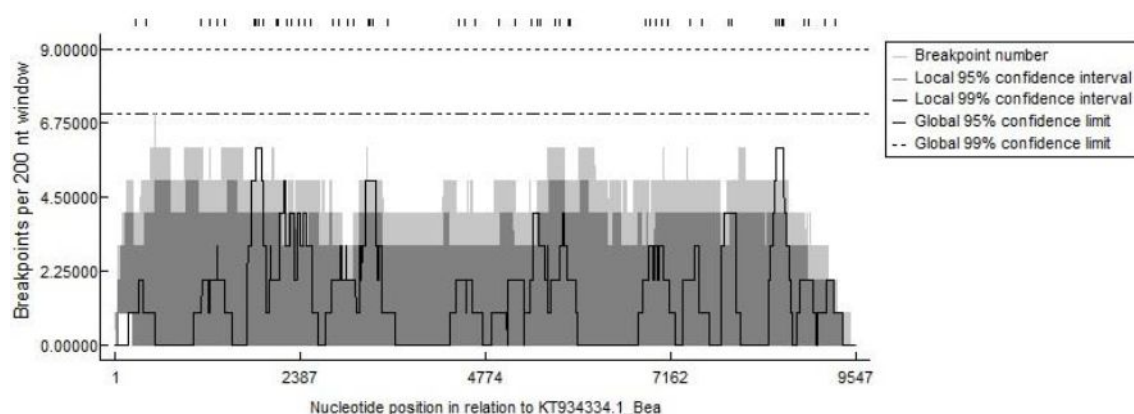


Figura 1. Mapa de densidade de sítios de recombinação (“breakpoints”) detectados em genomas alinhados do BYMV. As barras que atingem a linha tracejada indicam áreas de hotspots que são regiões sujeitas a concentrar um maior número de eventos de recombinação.

4.2 Distribuição dos sítios de recombinação em genomas de isolados do PRSV

Para a análise de recombinação em genomas de 38 isolados do PRSV, o RDP detectou a presença de 22 eventos recombinantes (Tabela A2 - Anexo). Mangrauthia et al. (2008) analisaram 13 genomas completos de isolados de PRSV de diferentes continentes e detectaram 25 eventos de recombinação. O baixo número de eventos de recombinação encontrado pelos autores pode ser explicado, pelo menos em parte, devido ao fato de utilizarem um método de detecção distinto (Sawyer) daqueles empregados neste estudo. Neste caso, a detecção de recombinação no presente trabalho foi mais

conservadora, onde foi utilizado um repertório variado composto por sete métodos distintos de detecção. Mangrauthia et al. (2008) observaram a ocorrência de breakpoints concentrados na porção inicial dos genomas. Por outro lado, os autores não detectaram eventos de recombinação na segunda metade dos genomas virais. Diferentemente dos resultados obtidos por Mangrauthia et al. (2008), o gráfico abaixo indica uma distribuição homogênea dos breakpoints ao longo dos genomas (Figura 2).

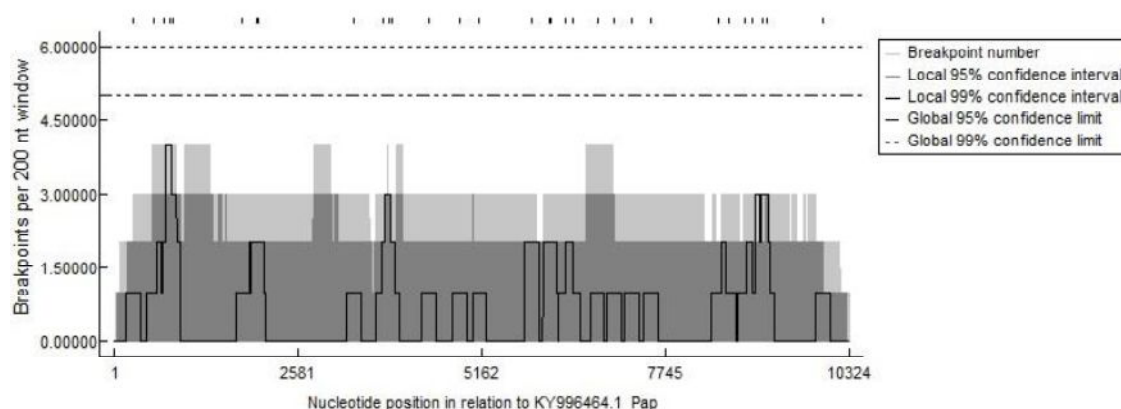


Figura 2. Mapa de densidade de sítios de recombinação (“breakpoints”) detectados em genomas alinhados do PRSV. As barras que atingem a linha tracejada indicam áreas de hotspots que são regiões sujeitas a concentrar um maior número de eventos de recombinação.

4.3 Distribuição dos sítios de recombinação em genomas de isolados do SMV

Em um conjunto de dados com 101 sequências completas de isolados do SMV, o RDP detectou 62 eventos de recombinação (Tabela A3 - Anexo). Seo et al. (2009) analisaram 44 genomas completos de isolados de SMV, sendo 30 desses isolados sequenciados a partir de plantas coletados na Coreia do Sul e 14 isolados de diferentes continentes. Os resultados indicaram a presença de 19 eventos de recombinação e os breakpoints concentraram-se principalmente na região do genoma compreendida entre os nucleotídeos 3.500 e 8.000.

Com relação ao padrão de distribuição de breakpoints nos genomas analisados neste estudo, observa-se um hotspot na região próxima ao nucleotídeo 2377 (Figura 3). Além disso, pode-se deduzir que os isolados apresentaram uma distribuição de breakpoints mais homogênea quando comparada àquela dos isolados analisados por Seo et al. (2009).

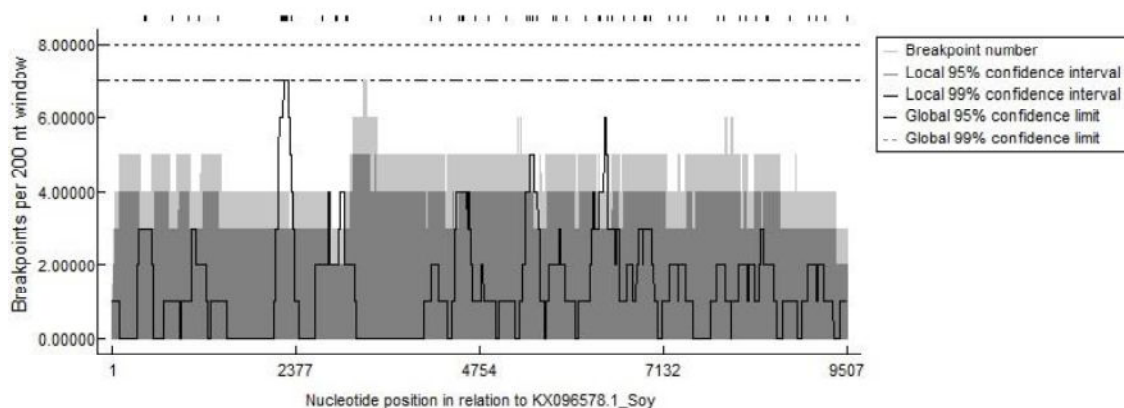


Figura 3. Mapa de densidade de sítios de recombinação (“breakpoints”) detectados em genomas alinhados do SMV. As barras que atingem a linha tracejada indicam áreas de hotspots que são regiões sujeitas a concentrar um maior número de eventos de recombinação.

4.4 Distribuição dos sítios de recombinação em genomas de isolados do TuMV

O conjunto de dados referente ao TuMV foi constituído por 297 sequências genômicas onde foram detectados 130 eventos de recombinação (Tabela A4 - Anexo). Ohshima et al. (2007) analisaram 92 genomas completos de isolados do TuMV, sendo 50 isolados coletados na Europa e Ásia (os quais eles mesmos sequenciaram) e 42 isolados obtidos de bancos de dados públicos. Nestes, detectaram somente 24 eventos de recombinação, o que sugere ser uma espécie de potyvírus com baixa frequência de recombinação (apenas 26% dos genomas foram recombinantes).

Os resultados apresentados por Ohshima et al. (2007) indicaram a presença de dois hotspots de recombinação, sendo um na região inicial e outro na região mediana dos genomas. Similar aos resultados obtidos por Ohshima et al. (2007), com base nas sequências analisadas neste estudo foram observados dois hotspots de recombinação, evidentes na porção inicial e mediana do genoma (Figura 4).

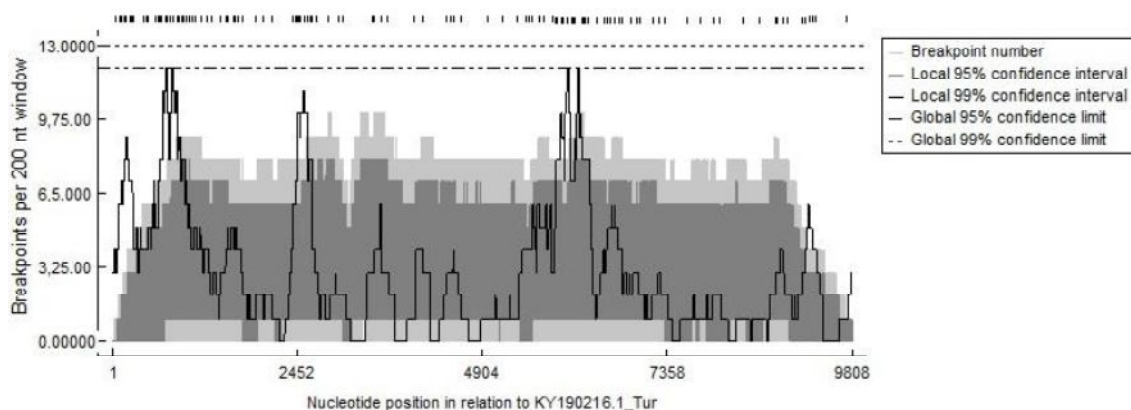


Figura 4. Mapa de densidade de sítios de recombinação (“breakpoints”) detectados em genomas alinhados do TuMV. As barras que atingem a linha tracejada indicam áreas de hotspots que são regiões sujeitas a concentrar um maior número de eventos de recombinação.

4.5 Distribuição dos sítios de recombinação em genomas de isolados do PVY

Um total de 410 sequências genômicas de isolados do PVY foram analisados sendo detectados 57 eventos de recombinação (13,9% das sequências apresentaram, pelo menos, um evento de recombinação) (Tabela A5 - Anexo), sugerindo que isolados dessa espécie possuem uma frequência de recombinação muito inferior àquela dos demais potyvírus analisados. Nenhum hotspot de recombinação foi detectado ao longo dos genomas virais analisados (Figura 5).

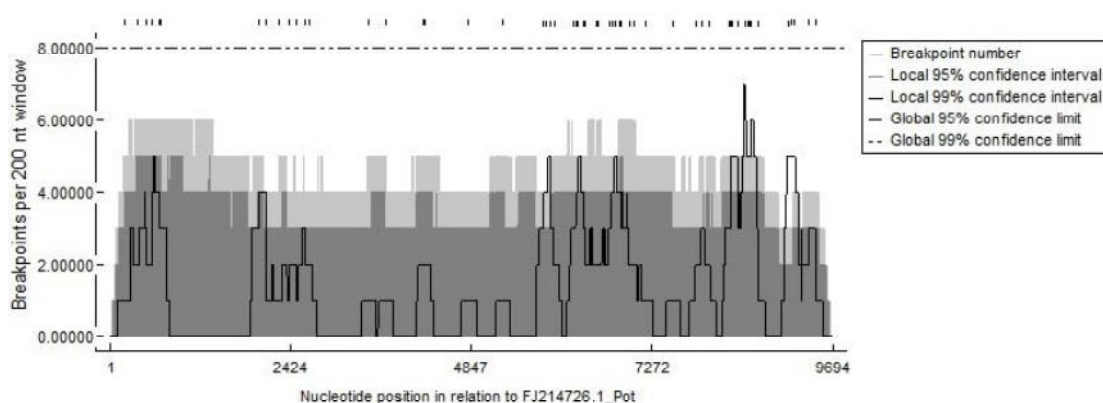


Figura 5. Mapa de densidade de sítios de recombinação (“breakpoints”) detectados em genomas alinhados do PVY. As barras que atingem a linha tracejada indicam áreas de hotspots que são regiões sujeitas a concentrar um maior número de eventos de recombinação.

5. CONCLUSÃO

A partir dos dados analisados neste estudo, notou-se que a recombinação é um processo frequente em espécies de potyvírus. O número de eventos de recombinação detectados variou de acordo com o conjunto de dados analisado. Na maioria dos conjuntos dos dados, os breakpoints foram uniformemente distribuídos ao longo do genoma. As exceções foram o TuMV que apresentou dois hotspots de recombinação (sendo o primeiro na porção inicial do genoma e o segundo na região mediana) e o SMV no qual identificou-se um hotspot na porção inicial dos genomas analisados.

Estas observações são corroboradas por outros estudos que demonstraram uma maior propensão à ocorrência de recombinação em regiões específicas do genoma do TuMV. Análises complementares serão conduzidas no intuito de se elucidar as possíveis causas do agrupamento de breakpoints de recombinação em regiões específicas dos genomas do TuMV e SMV.

REFERÊNCIAS

- Boni MF, Posada D, Feldman MW (2007) An exact nonparametric method for inferring mosaic structure in sequence triplets. *Genetics* 176:1035–1047. doi: 10.1534/genetics.106.068874
- Bousalem M, Douzery EJP, Fargette D (2000) High genetic diversity, distant phylogenetic relationships and intraspecies recombination events among natural populations of Yam mosaic virus: A contribution to understanding potyvirus evolution. *J Gen Virol*. doi: 10.1099/0022-1317-81-1-243
- Bujarski JJ (2013) Genetic recombination in plant-infecting messenger-sense RNA viruses: overview and research perspectives. *Front Plant Sci*. doi: 10.3389/fpls.2013.00068
- Daros JA, Carrington JC (1997) RNA binding activity of N1a proteinase of Tobacco etch potyvirus. *Virology*. doi: 10.1006/viro.1997.8802
- Edgar RC (2004) MUSCLE: A multiple sequence alignment method with reduced time and space complexity. *BMC Bioinformatics* 5:. doi: 10.1186/1471-2105-5-113
- García-Arenal F, Fraile A, Malpica JM (2003) Variation and evolution of plant virus populations. *Int. Microbiol.* 6:225–232
- Gibbs MJ, Armstrong JS, Gibbs AJ (2000) Sister-Scanning: a Monte Carlo procedure for assessing signals in recombinant sequences. *Bioinformatics* 16:573–582. doi: 10.1093/bioinformatics/16.7.573
- Glais L, Tribodet M, Kerlan C (2002) Genomic variability in Potato potyvirus Y (PVY): Evidence that PVYNW and PVYNTN variants are single to multiple recombinants between PVYO and PVYN isolates. *Arch Virol*. doi: 10.1007/s705-002-8325-0
- Hull R (2002) Matthews' Plant Virology. *Matthews' Plant Virol*. doi: 10.1016/B978-012361160-4/50068-2
- Kimati, H.; Amorim, Bergamin Filho, A.; Rezende LEA (1997) Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas
- King AMQ, Adams MJ, Carsten EB, Lefkowitz EJ (2012) Virus Taxonomy: Classification and Nomenclature of Viruses. Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses.
- Kumar S, Stecher G, Tamura K (2016) MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 7.0 for Bigger Datasets. *Mol Biol Evol* 33:1870–1874. doi: 10.1093/molbev/msw054
- Mangrauthia SK, Parameswari B, Jain RK, Praveen S (2008) Role of genetic recombination in the molecular architecture of Papaya ringspot virus. *Biochem Genet*. doi: 10.1007/s10528-008-9198-y
- Martin D, Rybicki E (2000) RDP: Detection of recombination amongst aligned sequences. *Bioinformatics* 16:562–563. doi: 10.1093/bioinformatics/16.6.562
- Martin DP, Murrell B, Golden M, et al (2015) RDP4: Detection and analysis of recombination patterns in virus genomes. *Virus Evol* 1:. doi: 10.1093/ve/vev003
- Martin DP, Posada D, Crandall KA, Williamson C (2005) A Modified Bootscan Algorithm for Automated Identification of Recombinant Sequences and Recombination Breakpoints. *AIDS Res Hum Retroviruses* 21:98–102. doi: 10.1089/aid.2005.21.98
- Nagy PD, Ogiela C, Bujarski JJ (1999) Mapping sequences active in homologous RNA recombination in brome mosaic virus: Prediction of recombination hot spots. *Virology*. doi: 10.1006/viro.1998.9545
- Ohshima K, Tomitaka Y, Wood JT, et al (2007) Patterns of recombination in turnip

- mosaic virus genomic sequences indicate hotspots of recombination. *J Gen Virol*. doi: 10.1099/vir.0.82335-0
- Padidam M, Sawyer S, Fauquet CM (1999) Possible emergence of new geminiviruses by frequent recombination. *Virology* 265:218–225. doi: 10.1006/viro.1999.0056
- Pond SLK, Murrell B, Poon AFY (2012) Evolution of viral genomes: Interplay between selection, recombination, and other forces. *Methods Mol Biol*. doi: 10.1007/978-1-61779-585-5_10
- Posada D, Crandall KA (2001) Evaluation of methods for detecting recombination from DNA sequences: Computer simulations. *Proc Natl Acad Sci* 98:13757–13762. doi: 10.1073/pnas.241370698
- Roossinck MJ (1997) Mechanisms of plant virus evolution. *Annu Rev Phytopathol*. doi: 10.1146/annurev.phyto.35.1.191
- Roossinck MJ (2003) Plant RNA virus evolution. *Curr Opin Microbiol*
- Seo J-K, Ohshima K, Lee H-G, et al (2009) Molecular variability and genetic structure of the population of Soybean mosaic virus based on the analysis of complete genome sequences. *Virology*. doi: 10.1016/j.virol.2009.07.007
- Smith JM (1992) Analyzing the mosaic structure of genes. *J Mol Evol* 34:126–129. doi: 10.1007/BF00182389
- Urcuqui-Inchima S, Haenni AL, Bernardi F (2001) Potyvirus proteins: A wealth of functions. *Virus Res*. 74:157–175
- Visser JC, Bellstedt DU (2009) An assessment of molecular variability and recombination patterns in South African isolates of Potato virus Y. *Arch Virol*. doi: 10.1007/s00705-009-0525-3
- Wylie SJ, Jones R a C (2009) Role of recombination in the evolution of host specialization within bean yellow mosaic virus. *Phytopathology*. doi: 10.1094/PHYTO-99-5-0512
- Yamasaki S, Sakai J, Fuji S, et al (2010) Comparisons among isolates of Sweet potato feathery mottle virus using complete genomic RNA sequences. *Arch Virol*. doi: 10.1007/s00705-010-0633-0

ANEXOS

Tabela A1. Eventos de recombinação detectados no conjunto de dados referente ao BYMV.

Bean yellow mosaic virus - BYMV

Event	Recombinant	Recombination breakpoints		Parents		Methods	P-value
		Initial	Final	Major	Minor		
1	^AB079888	7399	8912	JN692500	AB439731	<u>R</u> GBMCS3	5,81x10 ⁻²²⁷
2	KF155409	1295	4403	KF155419	AB079886	<u>G</u> BMCS3	5,17x10 ⁻¹³⁴
3	AB439729	0*	1722	KF155414	KT934334	<u>R</u> GBMCS3	6,55 x10 ⁻¹²⁸
4	^AM884180	7932	8953*	JN692500	AB079887	<u>R</u> GBMCS3	1,68x10 ⁻¹¹³
5	^AB079886	3258	8547	Unknown	KF155414	<u>R</u> GBMCS3	4,10x10 ⁻¹⁰¹
	KF155420			Unknown	AB439729		
	KF155409						
	JN692500						
	HG970864						
	HG970863						
	HG970861						
	HG970860						
	HG970859						
	HG970858						
	HG970857						
	HG970856						
	HG970855						
	HG970854						
	HG970853						
	HG970852						
	HG970851						
	HG970850						
	HG970849						
	HG970847						
	KF632713						
	JX173278						
	JX156423						
	AY192568						
	AB439730						
	FJ492961						
	AM884180						
	AB079887						

6	^AY192568 AB439730	42*	3242*	FJ492961 HG970869	JN692500	RGBMCS <u>3</u>	7,27x10 ⁻⁹²
7	^HG970848	5225	8103*	HG970865	HG970868	<u>R</u> GMS3	3,86x10 ⁻⁸⁰
8	AB079887 KF155409 AB079886	1107	2215	U47033n_ KT934334	HG970863 HG970869 HG970865	<u>R</u> GBMCS3	8,76x10 ⁻⁷⁸
9	^JN692500 KF155420 KF155409 AY192568 AB439730 AM884180 AB079887 AB079886	48*	3060*	Unknown Unknown Unknown Unknown Unknown Unknown Unknown Unknown	KF155414 KF155419 KM114059 NC_003492 AB079888 D83749n_	RGBMCS <u>3</u>	4,61x10 ⁻⁷³
10	^KM114059 KF155420 KF155419 KF155414 KF155409 JN692500 NC_003492 AB079888 AY192568 AB439730 AB439729 AB079887 AB079886 D83749n_	3260	5347	HG970868 HG970866	HG970865 HG970869 HG970862	<u>R</u> GBMCS3	4,80x10 ⁻⁷²
11	^D83749n_ NC_003492 AB439730	7886	8870	KM114059 KF155419 KF155409	HG970869 HG970865 HG970862	<u>R</u> GBMCS3	1,22x10 ⁻⁷¹
12	^KF155420 JN692500 AY192568 AB439730 AM884180	44*	1834	U47033n_ KT934334	KM114059 KF155419 NC_003492 D83749n_	RGBMCS <u>3</u>	1,61x10 ⁻⁵⁸
13	^KF155414 AB439729	1789	2421	D83749n_ KF155419	U47033n_ KT934334	<u>R</u> GBMCS3	3,84x10 ⁻⁵¹

14	^AB079888	1835	2423	KF155419	U47033n_	<u>R</u> GMCS3	1,19x10 ⁻⁴⁸
15	^KF155414 JN692500 HG970868 HG970866 AY192568 AB439729 AM884180 AB079887 AB079886	7886	8501	KM114059 KF155419 KF155409	HG970865 HG970869 HG970867 HG970862	RGMCS <u>3</u>	2,98x10 ⁻⁴⁹
16	^HG970850 HG970863 HG970859 HG970858 HG970855 HG970854 KF632713 JX156423	3241*	5466	HG970868 HG970866	HG970852	<u>R</u> GMCS3	3,47x10 ⁻⁵⁹
17	HG970849 HG970863 HG970859 HG970858 HG970855 HG970854 HG970850 KF632713 JX156423	5687	8170*	HG970869 HG970865	Unknown	RGBMCS <u>3</u>	8,79x10 ⁻⁴⁵
18	^HG970866 HG970868 HG970848	3051	5651	AB439732 KT934334 U47033n_	Unknown Unknown Unknown	<u>R</u> BMCS3	6,89x10 ⁻²⁷
19	^KM114059 KF155419	2341	3238	HG970852 HG970869	KT934334 U47033n_	<u>R</u> GBMCS3	4,13x10 ⁻²⁵
20	^HG970848	8402	9287*	HG970865	Unknown	<u>R</u> GBMCS3	9.20x10 ⁻²⁵
21	HG970848	1872	2299	HG970858	HG970866	<u>R</u> GMCS3	3,32x10 ⁻²⁹
22	^AB439729 KF155414 AB079888 D83749n_	8486*	9466*	KT934334 U47033n_	HG970860 HG970869 HG970865 HG970864	RGBMCS <u>3</u>	1,26x10 ⁻²⁴

23	^HG970848	3287	4733	HG970868	HG970862	RGMCS	9,31x10 ⁻³⁰
24	HG970849	6965	7269	HG970862	HG970855	GMCS3	4,23x10 ⁻¹⁸
25	^AB439732 KT934334 U47033n_	7650*	8537*	KF155419 KF155409 KM114059	HG970869 HG970865 HG970862	RGBMCS3	1,44x10 ⁻¹⁹
26	^U47033n_ KT934334	3328	5163	AM884180	Unknown Unknown	RGBMCS3	1,55x10 ⁻²⁷
27	^DQ641248 HG970867 AB439731 AB373203	7873	8551	Unknown Unknown Unknown	HG970869 HG970865 HG970862	RGMCS3	5,77x10 ⁻¹⁹
28	^U47033n_	9155	9538*	KT934334	HG970867	RGBMCS3	5,41x10 ⁻¹⁹
29	^HG970860 HG970861 HG970852 FJ492961	5465	5841	HG970862	Unknown	GMCS	3,32x10 ⁻¹⁷
30	^AM884180 JN692500	3312	5145	AB439732	FJ492961 HG970869	GBMCS3	3,12x10 ⁻³⁰
31	HG970848	4280	4416	HG970851	HG970868	GMCS3	5,07x10 ⁻¹⁴
32	HG970864 JX173278	6779	6914	HG970861 HG970869	HG970850	RGBMCS3	1,12x10 ⁻¹³
33	HG970848	999	1195	JX173278	HG970868	RGBMCS3	6,40x10 ⁻¹⁵
34	HG970862 HG970849	6797	6949	HG970865 HG970869	AB439732 KT934334	RGM3	1,34x10 ⁻¹⁴
35	AM884180 JN692500 AB079887 AB079886	8974*	9255	KF155420 KF155419 KF155409 KM114059	KT934334	RGBMCS3	8,46x10 ⁻¹⁴
36	^HG970848	2599	2860*	JX173278	HG970868	RGBMCS3	2,87x10 ⁻¹³
37	^D83749n_ NC_003492	2265	3263*	HG970862 HG970869	KT934334 U47033n_	RGBMCS3	5,46x10 ⁻²²

38	^AB439732 KT934334 KF155414	2837	7514	HG970867 AB439731	HG970869 HG970865 HG970862	RBMCS <u>3</u>	5,35x10 ⁻¹⁹
39	KF155414 AB079888	2422*	2866*	HG970852 HG970869	U47033n_ KT934334	RGMCS <u>3</u>	7,63x10 ⁻³⁵
40	^KF155419 KF155420 KF155414 KF155409 JN692500 KM114059 AB079888 AY192568 AB439730 AM884180 D83749n_	247	2275*	Unknown	AB439731	MCS <u>3</u>	1,80x10 ⁻¹²
41	^HG970848	1577	1693	HG970849	HG970868	<u>R</u> GMC3	1,50x10 ⁻¹¹
42	^HG970869 HG970865 HG970864 HG970863 HG970862 HG970861 HG970860 HG970859 HG970858 HG970857 HG970856 HG970855 HG970854 HG970853 HG970852 HG970851 HG970850 HG970849 HG970847 KF632713 JX173278 JX156423 AB439730 FJ492961	8588	9518*	Unknown Unknown	KF155419 KF155409 KM114059	RBMCS <u>3</u>	2,71x10 ⁻¹⁸

	D83749n_						
43	D83749n_ AB439730	8501	8332*	KF155414	Unknown Unknown	RGBM <u>S</u> 3	9,11x10 ⁻¹⁴
44	^KF155420 JN692500	3060*	3238*	Unknown Unknown	JN692500	RGM <u>C</u> S	1,22x10 ⁻¹⁰
45	AY192568	2082	2200	AB439729	JX173278	GM <u>C</u> S3	2,80x10 ⁻¹⁰
46	^AB439729 NC_003492 D83749n_	2357*	2852*	Unknown Unknown	U47033n_	RBC <u>S</u>	5,56x10 ⁻⁰⁸
47	^AB439731 HG970867	352	2946	U47033n_	HG970869 HG970865	M <u>C</u> S3	1,17x10 ⁻⁰⁸
48	^KT934334 U47033n_	5270*	5722	HG970862	AM884180	RGBC <u>S</u>	2,37x10 ⁻⁰⁴

Tabela A2. Eventos de recombinação detectados no conjunto de dados referente ao PRSV.*Papaya ringspot virus - PRSV*

Event	Recombinant	Recombination breakpoints		Parents		Methods	P-value
		Initial	Final	Major	Minor		
1	^EU475877	7540	8978	Unknown	EF017707	R <u>B</u> MCS	1,60X10 ⁻⁵²
2	^KF791028	6118	8864	KT633943	Unknown	R <u>B</u> MCS3	1,28X10 ⁻³⁶
3	^EF183499	776	9175	Unknown	KF734962	R <u>B</u> MCS <u>3</u>	6,22X10 ⁻³⁴
4	^AB369277	550	3773	Unknown	DQ340771	R <u>B</u> MCS3	1,30X10 ⁻³⁸
5	KJ755852	2002	5857	DQ340770	Unknown	R <u>B</u> M <u>S</u> <u>3</u>	7,10X10 ⁻²⁹
6	^DQ340770 KJ755852	5866	7023	JX448369 JX448370	DQ340771 JX448371	R <u>B</u> MCS3	1,07X10 ⁻²³
7	^EF017707 KP743981	0*	691	X67673ay KY039583	EU475877	R <u>B</u> M <u>C</u> <u>S</u>	5,38X10 ⁻³⁶
8	HQ424465	4845	6783	KF734962	KT895257	R <u>B</u> MCS3	5,85X10 ⁻²¹
9	^AB369277	6333	8488	Unknown	DQ340771	R <u>B</u> MCS3	3,71X10 ⁻¹⁷
10	^KT895257	6131	8634	JX448371	KT633943	R <u>B</u> MCS3	2,55X10 ⁻¹⁷
11	^KT895257	8764*	9966	Unknown	KF734962	R <u>B</u> MCS3	1,95X10 ⁻¹⁵
12	AB369277	3850	5129	JX448372	KF791028	R <u>B</u> M <u>C</u> <u>3</u>	7,93X10 ⁻¹³
13	^KY996464	752*	9096	KP743981	Unknown	M <u>C</u> <u>S</u> <u>3</u>	9,19X10 ⁻⁵²
14	KP743981	9104	10245*	EF017707	Unknown	R <u>B</u> M <u>C</u> <u>3</u>	1,59X10 ⁻¹²
15	^KP743981	694*	828	EU126128	Unknown	R <u>B</u> M <u>C</u> <u>3</u>	1,59X10 ⁺⁰²
16	^AY231130 KY039583 KT275938 KT275937 KP462721 NC_001785 KC345609	0*	267	DQ340771 KJ755852 JX448373 JX448372 JX448371 JX448370 JX448369	Unknown	R <u>B</u> MCS3	4,04X10 ⁻¹¹

	S46722			AY027810			
	EU126128			DQ340770			
	DQ374153			DQ340769			
	DQ374152			AB369277			
	X67673ay			X97251ay			
17	^KY996464	1806	7262	KT275937	Unknown	<u>RMCS</u>	9,79X10 ⁻¹¹
18	KJ755852	3364	3896	DQ340769	DQ340771	<u>GMCS3</u>	8,29X10 ⁻⁰⁶
19	^EU475877	6454	7269*	EF017707	Unknown	<u>RCS3</u>	1,80X10 ⁻⁰⁶
20	^EF017707	692*	829	AY231130	Unknown	<u>RGC3</u>	1,59X10 ⁻¹²
21	^EU882728	0*	2027	JX448371	X97251ay	<u>RMCS</u>	1,73X10 ⁻⁰⁸
22	^EF017707	4410	7208*	Unknown	KP743981	<u>RMCS</u>	2,42X10 ⁻¹⁸

Tabela A3. Eventos de recombinação detectados no conjunto de dados referente ao SMV.*Soybean mosaic virus – SMV*

Event	Recombinant	Recombination breakpoints		Parents		Methods	P-value
		Initial	Final	Major	Minor		
1	^FJ640977	21*	1205	KP710865	AY216010	<u>R</u> GBMCS3	4.06X10 ⁻¹¹⁰
	KM979229			KX834321	KX834325		
	KC845321			KT285170	KP710876		
	HQ845735			KP710868	KP710874		
	FJ640978			KP710866	KP710870		
2	HM590055	4978	7242	KP710868	KP710867	<u>R</u> GBMCS3	6.21X10 ⁻¹⁰⁵
3	^FJ640970	5*	2331	Unknown	FJ640967	<u>R</u> GBMCS3	1.22X10 ⁻⁹⁴
	FJ640976			Unknown	KX834324		
	FJ640975			Unknown	KP710876		
	FJ640974			Unknown	KP710874		
	FJ640972			Unknown	KF297335		
	FJ640971			Unknown	KF135491		
	FJ640966			Unknown	KF135490		
	FJ640959			Unknown	KF135489		
	FJ548849			Unknown	NC_002634		
4	HQ396725	3386	6947	Unknown	KP710869	<u>R</u> GBMCS3	1.16X10 ⁻⁹⁶
5	^FJ640973	0*	2324	FJ640956	FJ640962	<u>R</u> GMCS3	2.22X10 ⁻⁸²
6	^KF135490	35*	8408	KF135488	FJ640955	<u>R</u> GBMCS3	3.30X10 ⁻⁷¹
	KX834323			KP710871	KX834324		
	KP710876			KP710870	NC_002634		
	KP710874				HQ166266		
	KP710870				HQ166265		
	KF297335				JN416770		
	KF135491				S42280		
	KF135489				AY294045		
	AJ312439				FJ640979		
7	^KR065437	14*	913	JF833014	Unknown	<u>R</u> GBMCS3	3.20X10 ⁻⁷⁰
	KX834322			JF833015	Unknown		
	KX834321				Unknown		
	KX834320				Unknown		
	KX834319				Unknown		
	KT285170				Unknown		
	KP710868				Unknown		
	KP710866				Unknown		

	KP710865				Unknown		
	KP710864						
	KP710863						
	KP710862						
	KP710861						
	HM590055						
	HQ396725						
8	HQ845735	1203*	5182	FJ640978	FJ640979	RBMCS <u>3</u>	5.54X10 ⁻⁶⁵
9	FJ640962	6378	9585*	FJ640964	FJ640972	R <u>B</u> BMCS3	6.06X10 ⁻⁵⁸
10	^KP710877	131*	2803	JF833015	Unknown	R <u>B</u> BMCS3	3.72X10 ⁻⁵²
11	FJ640962	2281	6377*	FJ640968	FJ640965	RBMCS <u>3</u>	4.13X10 ⁻⁵²
12	AY294044	4204	5485	FJ548849	FJ640957	R <u>B</u> BMCS3	4.34X10 ⁻⁵²
13	FJ640981	4782	9585*	FJ548849	FJ640980	RBMCS <u>3</u>	1.09X10 ⁻⁵¹
	AJ312439			KX834324	FJ640970		
	AJ310200			KM979229	FJ640957		
14	AJ312439	4782*	6705	JF833015	FJ640957	RBMCS <u>3</u>	1.36X10 ⁻²³
15	HQ396725	8689	9994*	KT285170	JF833015	R <u>B</u> BMCS3	1.66X10 ⁻⁴⁶
16	^KP710867	379*	2985	JF833014	Unknown	R <u>B</u> BMCS3	6.18X10 ⁻⁴⁶
	KP710878				Unknown		
	KP710871				Unknown		
	KP710869				Unknown		
	KF135488				Unknown		
	HQ845736				Unknown		
	GU015011				Unknown		
	JF833013				Unknown		
	HM590054				Unknown		
17	^AJ619757	150*	2812	Unknown	JF833015	R <u>B</u> BMCS3	1.79X10 ⁻⁴³
	FJ376388			Unknown	KX096578		
	AY294044			Unknown	KX834324		
	FJ640981				FJ376388		
	FJ640980				NC_002634		
	FJ640957				HQ166266		
	FJ640954				HQ166265		
	FJ548849				JN416770		
	FJ807701				JF833014		
	FJ807700				S42280		

18	JN416770	2336	3237*	HQ166266	AY216010	<u>G</u> BMCS3	7.08X10 ⁻⁴³
19	AJ619757	6968	9316	Unknown	FJ640967	<u>R</u> GBMCS3	2.59X10 ⁻⁴²
20	AY294045	5577	6392	FJ807700	FJ640957	<u>R</u> GBMCS3	9.65X10 ⁻³⁶
21	^FJ640969 KX834325 AF241739 FJ640971 FJ640965 FJ640964 FJ640962 FJ640961 FJ640960 FJ640958 AY216987 AY216010 AB100443 AB100442	2838*	4618	JF833014 KP710867 HQ845736 GU015011 JF833013 HM590054	Unknown Unknown	<u>R</u> GBMCS3	1.26X10 ⁻³¹
22	^FJ640982	2838*	4604	JF833014	Unknown	<u>R</u> GBMCS3	1.57X10 ⁻³⁰
23	FJ376388 FJ807701	4632	5965	FJ807700 KX834324	FJ640957 FJ640980	<u>R</u> GMCS3	1.68X10 ⁻³⁰
24	FJ376388 FJ807701	7498	8566	FJ807700 KX834324	FJ640981 FJ640980	RGMCS <u>3</u>	7.48X10 ⁻²³
25	KR065437	1615	2801	Unknown	JF833015	<u>R</u> GBMCS3	4.67X10 ⁻³⁰
26	FJ640973	5783	6365	FJ640956	D00507	<u>R</u> GBMS	3.03X10 ⁻²⁸
27	FJ640973	4311	4943	FJ640956	FJ640955	<u>R</u> GMCS3	1.81X10 ⁻³⁷
28	^AY294045 FJ376388 FJ548849 FJ807701 FJ807700	509*	4403*	HM590055 KT285170 KP710868	JF833014	RGBMC <u>3</u> S	3.96X10 ⁻³⁰
29	JF833014	6481	7296	KP710877	JF833013	<u>R</u> GBMCS3	1.29X10 ⁻²⁶
30	^JF833014 KP710877	6334*	8952*	KC845321	Unknown Unknown	RGBMC <u>3</u> S	2.33X10 ⁻⁶⁶

39	^KX096578	771	2218	JF833014	KP710865	RGBM <u>S</u>	1.43X10 ⁻¹³
40	KC845321	7037	8538	JF833015	D00507	RGBM <u>S</u>	9.79X10 ⁻¹³
41	^KR065437 KP710867 JF833013 HM590055 HM590054	5926	7444*	KC845321	FJ640961 KX834325 AF241739 FJ640982 FJ640971	MCS <u>3</u>	5.59X10 ⁻²²
42	FJ640962	4709*	5600*	AB100443	FJ640970	GBM <u>C</u> <u>S</u>	5.96X10 ⁻⁰⁸
43	^KX834322	873*	3474	Unknown	KP710865	<u>R</u> GBMCS3	8.66X10 ⁻¹³
44	^FJ640961	6212	7394	FJ640964	FJ640969	<u>R</u> GBMCS3	6.24X10 ⁻¹²
45	^FJ640961 KX834325 FJ640969 FJ640964 AB100443 AB100442	4661*	6211*	KM979229	FJ640954 FJ640980 FJ640970 FJ640969 FJ640957	RGBMCS <u>3</u>	6.33X10 ⁻⁵¹
46	^JF833015 KP710877 HQ396725 AJ312439	9171*	9588*	FJ640955 HQ166265	KP710871 KF135488	MCS <u>3</u>	2.85X10 ⁻²⁶
47	^KF982784	2377*	4669*	Unknown	AJ628750	RBMCS <u>3</u>	6.75X10 ⁻¹²
48	KM979229	5438	8190	FJ640968	FJ640954	RM <u>C</u> <u>3</u>	1.11X10 ⁻¹¹
49	^KX096578	6906	9445*	FJ640979	Unknown	RM <u>C</u> <u>3</u>	1.30X10 ⁻¹¹
50	^KC845321	1251*	2932*	Unknown	D00507	RMCS <u>3</u>	1.30X10 ⁻¹¹
51	^LC037232	1102	9651	FJ640956	Unknown	M <u>C</u> <u>S</u> <u>3</u>	1.06X10 ⁻¹³
52	KF135488 KX834323 KP710876 KP710874 KP710871 KP710870 KF297335	6550*	9183	FJ640955 HQ166265	Unknown	RM <u>C</u> <u>S</u> <u>3</u>	8.18X10 ⁻¹⁹

	KF135491						
	KF135490						
	KF135489						
	JF833014						
53	FJ640965	513	7394*	D00507	FJ640956	RMCS <u>3</u>	8.22X10 ⁻¹⁵
	FJ640969			NC_002634			
	FJ640960			S42280			
	FJ640958			FJ640968			
	AB100443			FJ640963			
	AB100442			FJ640955			
54	^AJ628750	6645	8015	KF982784	KP710865	MCS <u>3</u>	5.22X10 ⁻¹¹
55	^KR065437	9251	9438*	KP710867	KF135488	GMC <u>3</u>	1.24X10 ⁻⁰⁷
56	KX096578	5814*	6881*	D00507	KX834321	RGMC <u>3</u>	6.22X10 ⁻⁰⁷
57	^KX834322	3592*	5879	Unknown	KX834321	RMCS <u>3</u>	3.83X10 ⁻⁰⁶
58	FJ640964	533*	880*	FJ640965	FJ640961	MCS <u>3</u>	1.06X10 ⁻⁰⁷
59	KR065437	9758*	9993*	FJ640955	FJ640978	<u>R</u> GMS	6.66X10 ⁻⁰⁵
60	^AJ619757	4628*	4873*	FJ640970	Unknown	RGBM <u>C</u> 3	1.27X10 ⁻⁰⁵
61	^FJ640980	2804*	3131	Unknown	FJ640981	<u>R</u> GS3	1.68X10 ⁻⁰³
	FJ640957			Unknown	AJ310200		
	FJ640954			Unknown			
	AJ619757			Unknown			
62	HQ845736	4620*	5784	FJ640954	KT285170	MCS <u>3</u>	1.12X10 ⁻⁰⁴
	KP710867			FJ640980	KX834321		
	JF833013			FJ640970	KX834320		

Tabela A4. Eventos de recombinação detectados no conjunto de dados referente ao TuMV.*Turnip mosaic virus – TuMV*

Event	Recombinant	Breakpoint distribution		Parents		Methods	P-value
		Initial	Final	Major	Minor		
1	^AB252115	5944	9799*	AB252120	AB093614	R <u>B</u> MC <u>S</u> 3	7.59X10 ⁻¹⁸⁶
2	KC119184	7353	9834*	KC119189	KR153038	<u>R</u> GBMC <u>S</u> 3	3.57X10 ⁻¹⁷⁵
3	^EF374098	1*	2641	Unknown	HQ637383	<u>R</u> GBMC <u>S</u> 3	1.13X10 ⁻¹⁶⁶
4	KX674726	1*	2398	AB252098	KR153038	R <u>B</u> MC <u>S</u> 3	5.59X10 ⁻¹⁴⁹
5	AB093616 AB252142	6502	9799*	AB252138 LC215859	AB105135 KJ936092	<u>R</u> GBMC <u>S</u> 3	1.27X10 ⁻¹⁴⁷
6	^KX674728 KX674727 KU140420 AB252131 D83184ni	5509	9833*	Unknown Unknown Unknown Unknown Unknown	AB093617	<u>R</u> GBMC <u>S</u> 3	1.72X10 ⁻¹⁴⁰
7	AB252140 KX674726 AB252142 AB252120 AB252118 AB252101 AB252099 AB252098 AB252095 AB093617	1578	5052*	AB252102 AB989644 AB989637 AB989628 KF246570 KC297103 AB701742 AB701738 AB701733 AB701727	AB252129 LC215859 AB093618	<u>R</u> GBMC <u>S</u> 3	2.00X10 ⁻¹³⁷
8	KJ936091	50*	3476	AB701709	AB989634	<u>R</u> GBMC <u>S</u> 3	2.03X10 ⁻¹³⁷
9	AB252129	8*	1599	AB093627	AB252110	<u>R</u> GBMC <u>S</u> 3	1.35X10 ⁻¹³²
10	KJ936089 KJ936092 KJ936090 KJ936088 KJ936087 AB989643 AB989642 AB989641	1066*	3480	AB194797 AB989644 AB989637 KF246570 KC297103 AB701742 AB701738 AB701733	AB989634 KX641466 KX641465 AB989635 HM544042	<u>R</u> GBMC <u>S</u> 3	5.53X10 ⁻¹²⁹

	AB989640			AB701727			
	AB989638			AB701718			
	AB989633			AB701715			
	AB989632			AB701714			
	AB989631			AB701713			
	AB989630			AB701712			
	AB989629			AB701711			
	AB701737			AB701709			
11	AB252108	27*	2432	AB093607	AB701703	<u>RGBMCS3</u>	3.19X10 ⁻¹²⁵
12	AB093607	5956*	8761	HQ637383	AB701703	<u>RGBMCS3</u>	3.95X10 ⁻¹²²
	AB093608			DQ648591	AB701739		
13	AB093618	894	2956*	AB093620	AB252134	<u>RGBMCS3</u>	3.54X10 ⁻¹²⁰
	LC215859			KM094174	AB989644		
14	^KX579483	1528	5472*	KU140420	KX579484	<u>RGBMS3</u>	1.99X10 ⁻¹⁰⁵
	KX579482			KX674728	KY111274		
15	AB252102	160	1527*	AB701709	AB252139	<u>RGBMCS3</u>	8.94X10 ⁻¹⁰¹
	AB252140				KM094174		
	AB252120				AB747296		
	AB252101				AB747295		
	AB252099				AB747294		
	AB252098				AB747291		
	AB093617				AB747290		
16	^AB701710	6412	9799*	Unknown	AB701727	<u>RGBMCS3</u>	6.38X10 ⁻⁹⁸
	KX610930				KJ936088		
	KX610929				AB989643		
	KU053508				AB989640		
	AB989656				AB989632		
	AB989654				AB989631		
	AB989653				AB989628		
	AB989652				KF246570		
	AB989651				KC297103		
	AB989650				AB701738		
	AB989649				AB701733		
	AB989648				AB701718		
	AB701736				AB701714		
	AB701732				AB701713		
	AB701731				AB701712		
	AB701728				AB701711		
	AB701702				AB701704		
	AB252107				AB747311		

	AB093612				AB747310		
17	KX674726	5102*	8371	KR153040	AB252140	RGBMS ₃	1.37X10 ⁻⁹⁵
18	AB093597	18*	1987	AB701705	AB701720	<u>R</u> GBMCS3	2.70X10 ⁻⁹³
19	KJ936093 KX610931	7996	9835*	AB701694 AB701695	AB701709 KJ936092	<u>R</u> GBMCS3	3.19X10 ⁻⁹⁰
20	AB747294 KM094174 AB747296 AB747295 AB252139 AB252137 AB093626 AB093620	745	8872	KC119185 KJ936088 KJ936087 AB989647 AB989644 AB989643 AB989642 AB989640	AB252103 LC215859 KM094174 AB747291 AB747290 AB747289 AB747286 AB252138	RGBMC <u>S</u> 3	3.46X10 ⁻⁹⁷
21	AB252130 AB252123	4599	5960	KM094174 LC215859	AB093623 KJ936092	<u>R</u> GMCS	3.13X10 ⁻⁸⁷
22	AB252100	869	9799*	AB252128	AB252103	RBMCS ₃	6.38X10 ⁻⁹³
23	AB093615	2416	2982*	AB701701	AB252103	<u>R</u> GBMCS3	2.78X10 ⁻⁷⁶
24	AB747286 LC215859 AB747291 AB747290 AB747289 AB252136 AB252130 AB252123 AB252104 AB093618	745	9799*	KC119188 KJ936092 KJ936088 KJ936087 AB989644 AB989643 AB989642 AB989640 AB989637 AB989632	AB093627 AB252143 AB252136 AB252105 AB093621 AB093618	RGBMC <u>S</u> 3	6.16X10 ⁻⁹⁴
25	EU734434	7814	9834*	AB093614	AB252136	<u>G</u> MCSC3	2.85X10 ⁻⁵⁷
26	AB701709	45*	630	AB701718	AB989659	<u>R</u> GBMCS3	1.20X10 ⁻⁶⁷
27	^AB701726	1*	1073	AB093599	AB701720	<u>R</u> GBMCS3	9.68X10 ⁻⁶⁵
28	AB701742	6288	9800*	AB701709	Unknown	<u>R</u> GBMCS3	1.17X10 ⁻⁶³
29	^AB989634 KJ936091	218	773	KX641466 KX641465	AB989640 KJ936092	<u>R</u> GBMCS3	1.19X10 ⁻⁶²

34	^AB989635	226	785	KX641466	AB989643	<u>R</u> GBMCS3	1.12X10 ⁻⁵⁴
35	AB093619 KX674728 KX674727 KU140420 AB252142	4968	5709	KM094174 AB252143 AB252138 AB252129 AB252127	AB252124 KJ936092 KJ936091 KJ936090 KJ936089	R <u>G</u> B <u>M</u> CS3	7.55X10 ⁻⁴⁷
36	AB252095 AB252118	6235	8546	AB252123 AB252143	KC119187 AB989644	R <u>B</u> M <u>C</u> S3	2.19X10 ⁻⁴³
37	^AB252132	134*	6547	AB701701	AB093614	R <u>G</u> B <u>M</u> <u>C</u> S3	2.65X10 ⁻⁵²
38	AB701739	1713*	9221	AB701711	AB701700	R <u>G</u> B <u>M</u> <u>C</u> S3	1.20X10 ⁻⁵⁵
39	AB252120	5053*	5960	HQ446217	AB252103	<u>R</u> GBMCS3	2.78X10 ⁻⁴⁸
40	AB252095 KM094174 AB747294 AB252118 AB093620	8751*	9286	AF394602 KJ936087 AB989644 AB989643 AB989642	AB252138 AB252126 AB252105 AB252097	R <u>G</u> B <u>M</u> <u>S</u> 3	4.06X10 ⁻⁴⁵
41	AB989639 AB989636	31*	6210	AB252096 KJ936092	AB701719 AB701700	R <u>G</u> B <u>M</u> <u>C</u> S3	2.57X10 ⁻⁵³
42	D83184ni AB252131	1613*	5002*	AB093619 AB252143	AB747314 AB989644	R <u>M</u> <u>C</u> S3	2.57X10 ⁻⁴⁷
43	AB362512	2472	5870	KU053508	AB252102	R <u>M</u> <u>C</u> S3	9.34X10 ⁻⁴²
44	KJ936089	9752	9835*	AB989629	Unknown	<u>G</u> MCS3	1.91X10 ⁻⁴¹
45	AB701720 AB093597	1163	9799*	AB252135	AB252117 AB093599	R <u>G</u> B <u>M</u> <u>C</u> S3	1.42X10 ⁻⁹⁵
46	EU734434	48*	477	AB093614	AB252138	<u>R</u> GBMCS3	6.96X10 ⁻⁴¹
47	AB989647 AB989645	104*	6234*	AB194797 KJ936092	AB701700 AB701719	R <u>G</u> B <u>M</u> <u>C</u> S3	5.30X10 ⁻⁵⁰
48	AB252125	1045	5938	AB093600	KY111270	R <u>G</u> B <u>M</u> <u>C</u> S3	1.61X10 ⁻⁴⁹
49	^AB701701 AB093615	1045*	6018	KX579480	Unknown Unknown	R <u>M</u> <u>C</u> 3	1.55X10 ⁻³⁷

	AB093603				Unknown		
50	^KX579480	6054*	9079*	KX610932	AB701701	RBMCS ₃	1.56X10 ⁻⁴⁴
51	AB252142	6081	6501*	AB252103	AB747298	RGMCS ₃	1.87X10 ⁻³⁷
52	AB093617 KX674728 KU140420	5708	6081	AB989644 KJ936092 KJ936090	AB252103 AB252143 AB252138	<u>R</u> GBMCS ₃	2.11X10 ⁻³⁶
53	AB252105	5642	5875	AB252138	KY111270	<u>R</u> GMCS ₃	1.72X10 ⁻³⁵
54	AB093622	5*	2029*	AB105135	AB252128	RGBMCS ₃	1.37X10 ⁻³³
55	^AB093626	142	720*	AB252133	Unknown	MCS ₃	9.30X10 ⁻³³
56	KX579483 KX579482	1*	5855*	KX610932 KY111274	Unknown	<u>R</u> GBMCS ₃	9.04X10 ⁻³⁹
57	KJ936089 KJ936090 AB989633 AB989629	3481*	9608*	AB701703	AB989630 KJ936088 KJ936087 AB989644	RGBMCS ₃	4.47X10 ⁻³⁷
58	^AB701735 AB989659 AB989658 AB989657 AB701734	6076	7244	Unknown Unknown	AB989635	<u>R</u> GBMCS ₃	1.05X10 ⁻³⁰
59	AB701735 AB701734	7245*	9298	AB989657 AB989659	AB701695	<u>R</u> GBMCS ₃	9.06X10 ⁻⁴⁵
60	^AB701734 AB701735	91	626	AB701706 AB701707	Unknown Unknown	<u>R</u> GBMCS	2.39X10 ⁻⁴¹
61	^AB989659 AB989658 AB989657	432	2525	Unknown	AB701695 AB701694	RGBMCS ₃	2.33X10 ⁻³¹
62	AB989646 AB989655	906*	3039	AY227024 AB093610	AB989653 KX610930	RBMCS ₃	2.10X10 ⁻²⁷
63	AB252111 AB252129 AB252128	51*	610	AB093624 AB747315 AB747314	AB701736 KX610930 KX610929	RGBMCS ₃	1.04X10 ⁻²⁷

	AB252110			AB747313	KU053508		
	AB252109			AB747302	AB989656		
	AB093623			AB747292	AB989655		
	AB093622			AB105135	AB989654		
64	^KX579481	29*	6152	Unknown	KY111272	RGBMCS ₃	1.47X10 ⁻⁶¹
65	AB747304	1*	3542	AB989644	AB747307	RGBMCS ₃	6.27X10 ⁻³⁰
66	^AB701706 AB701707	1*	594	AB093599 AB252117	AB701742 KR153040	<u>RGBMCS</u> 3	2.11X10 ⁻²⁴
67	AB989641 AB989638	154	1029*	AB989632 KJ936092	AB701703 KX610930	<u>RGBMCS</u> 3	3.71X10 ⁻²⁴
68	^AB747303 AB747298 AB252140 AB252101 AB252099 AB252098	1523*	6218	AB747299 AB747307 AB747306	AF394602	RBMCS ₃	4.68X10 ⁻²⁴
69	^AB747292	2483*	6740	Unknown	AB747312	RGBMCS ₃	1.76X10 ⁻²³
70	AB252115	5479	5710	AB252143	AB105135	<u>RGBMCS</u> 3	3.12X10 ⁻²²
71	DQ648592	425	1035	AB701742	AB701728	<u>RBMCS</u> 3	1.25X10 ⁻²¹
72	^AB093604 KX610930 KX610929 KU053508 AB989656 AB989654 AB989653 AB989650 AB989649 AB989648 KF595121 AB701739 AB701736 AB701732 AB701731 AB701728 AB701719 AB701703	6865	9799*	AB252108 HQ637383 DQ648591 AB093606	AB701711 AB989644 AB989637 AB989628 KC297103 AB701738 AB701733 AB701730 AB701727 AB701718 AB701715 AB701714 AB701713 AB701712 AB701709 AB701704 AB747312 AB747310	RGMCS ₃	8.99X10 ⁻⁵²

	AB701702				AB747309		
	AB701700				AB747308		
	AB701699				AB747307		
	AY227024				AB747306		
	EF374098				AB747305		
	D10927ni				AB747302		
	AB252107				AB747300		
	AB093612				AB747299		
	AB093610				AB747293		
	AB093608				AB747288		
	AB093607				AB747287		
73	AF394601	3997	4421	AB093609	D10927ni	<u>R</u> GMCS3	6.17X10 ⁻⁴¹
74	^EU861593	6260	6718*	AB701713	Unknown	<u>R</u> GBMCS3	6.18X10 ⁻²²
	AB701715			KJ936092	Unknown		
	AB252113			KJ936091	Unknown		
75	AB701737	3445*	5953	AB701703	AB252114	RBMCS <u>3</u>	7.00X10 ⁻²³
76	AF394601	5356	5556	AB093609	D10927ni	<u>R</u> GM3	5.46X10 ⁻²¹
77	AB989631	1030*	1289	AB989657	AB194797	RGB <u>M</u> CS3	3.35X10 ⁻²⁰
	KJ936092			AB701735	AB989644		
	KJ936088			AB701734	AB989637		
	KJ936087				AB989628		
	AB989643				KF246570		
	AB989642				KC297103		
	AB989640				AB701742		
	AB989632				AB701738		
	AB989630				AB701733		
78	AB093619	204	747	AB362513	AB747300	R <u>G</u> BMCS3	7.33X10 ⁻²¹
	LC215859				KF246570		
	KM094174				KC297103		
	AB252143				AB701738		
	AB252142				AB701733		
	AB252139				AB701718		
	AB252138				AB701715		
	AB252137				AB701713		
	AB252136				AB701704		
	AB252130				AB747309		
	AB252127				AB747308		
	AB252126				AB747302		
	AB252123				AB747301		
	AB252115				AB747298		

	AB252105				AB747292		
	AB252097				AB747288		
	AB093621				AB747287		
	AB093620				KC119189		
	AB093618				KC119187		
	AB093616				KC119186		
79	AB093601	6700	8954*	KX579479	AB701701	RGBMCS ₃	2.50X10 ⁻¹⁸
80	AB989646	6242	9799*	AB252108	AB194797	RGMCS ₃	3.99X10 ⁻²⁹
	AB989655			HQ637383	AB989644		
81	AB252143	9157	9799*	AB252105	AB747299	<u>R</u> GBMC3	1.92X10 ⁻¹⁶
	AB252139			AB252138	AB989647		
	AB252130			AB252126	AB989645		
	AB252127			AB252103	AB989644		
	AB252123			AB252097	AB989639		
	AB252104			AB093627	AB989637		
	AB093621			AB093619	AB989636		
82	AB701716	8790	9098*	AB701717	AB252102	<u>R</u> GMCS3	1.06X10 ⁻¹⁵
83	AB701735	1105*	2519	AB701726	AB701695	<u>R</u> GBMCS	3.32X10 ⁻¹⁵
	AB701734			AB701705	AB701694		
84	^AB093614	22*	835	AB701740	KY111273	<u>R</u> GBMCS3	3.34X10 ⁻¹⁵
	EU734434			AB701741	KY111274		
	AB252132				KY111272		
	AB093613				KY111271		
85	^AB252125	24*	1042*	KX579486	AB701701	RGBMCS ₃	8.53X10 ⁻²⁰
86	KX579486	6051	7017	KY111269	EU734434	<u>R</u> MC3	7.89X10 ⁻¹⁵
87	AB252135	1517	2525	KX579486	KX641466	<u>R</u> MCS3	2.32X10 ⁻¹⁵
88	^AB701741	2970	5832	AB093600	KU140421	<u>R</u> BMCS	6.59X10 ⁻¹⁵
	AB701740				KY111274		
89	^AB989655	6951*	8035	AB989656	Unknown	RGBMCS ₃	7.80X10 ⁻²⁵
	AB989646						
90	AY227024	6245	6899*	AB701699	AY090660	<u>R</u> GBMCS3	1.13X10 ⁻¹⁴
	D10927ni			AB701719	KJ936092		
	AB093610			AB701703	KJ936091		

91	^AB701721 AB093596	1*	859	AB093599 AB701705	AY227024 KJ936092	<u>R</u> GMCS3	9.65X10 ⁻¹⁴
92	^AB252128 AB989628 KC297103 AB701742 AB701738 AB701733 AB701727 AB701715 AB701714 AB701712 AB701711 AB747313 AB747302 AB747301 NC_002509 AF169561 AF394602 EU861593 AB252134 AB252124 AB252116 AB252113 AB252109 AB194802 AB194801 AB194800 AB194799 AB194798 AB194797 AB194796 AB194795 AB194794 AB194793 AB194792 AB194791 AB194790 AB194789 AB194788 AB194787 AB194786 AB194785 AB093623 AB093605	1149	1876	AB252110	KC119186 KF246570 AB747288 AB747287 KC119188 KC119187 KC119185	<u>R</u> GBMCS3	1.42X10 ⁻¹³

93	AB252133	5644	7156	AB252112	AB701727	R <u>GB</u> MCS3	7.85X10 ⁻³³
94	AB701730 AB252112	23*	694	AB747313 KF246570	KF595121 KX610930	R <u>G</u> MS	5.38X10 ⁻¹⁶
95	AB747301 AB747302	6094	9799*	AF394602	AB747308	R <u>GB</u> MCS3	5.91X10 ⁻¹⁴
96	AB701708	6936	9799*	AB252108	AB701711	R <u>M</u> C <u>S</u> 3	5.81X10 ⁻²¹
97	D83184ni	5019*	5509*	AB252126	AB252141	R <u>G</u> M <u>C</u> S <u>3</u>	2.76X10 ⁻¹²
98	^AB093596	862*	4097	AB701694	AB701721	R <u>GB</u> M <u>C</u> S <u>3</u>	8.48X10 ⁻⁴¹
99	AB093599 AB701705 AB252117 AB093598	8*	838	AB194790 KJ936092 KJ936088 KJ936087	Unknown Unknown Unknown Unknown	R <u>B</u> M <u>C</u> S3	1.10X10 ⁻¹⁵
100	^AB440239 AB440238 AB093602	15	683	AB989642 KJ936092 KJ936088	Unknown Unknown Unknown	R <u>B</u> M <u>C</u> S3	2.21X10 ⁻¹¹
101	^AB989647	1*	103*	AB989645	AB989657	R <u>G</u> B3	2.43X10 ⁻¹¹
102	^AB989634 KX641466 KX641465 AB989635 HM544042	7603	8930	KY190216	AB989657 AB989659 AB989658	R <u>B</u> M <u>C</u> S <u>3</u>	3.06X10 ⁻¹⁵
103	^AB093598	2626	5503	Unknown	AB093597	R <u>M</u> C <u>S</u> 3	5.07X10 ⁻¹¹
104	^AB747305	915*	2098	AB252110	AB747307	R <u>GB</u> M <u>C</u> S3	6.98X10 ⁻¹¹
105	AB701695 KX610931 KJ936093 AB701694	25*	421	AB701697	KF595121 KX610930 KX610929 KU053508	R <u>G</u> MS	2.77X10 ⁻¹⁰
106	AB093605	14*	1121*	AB701738	Unknown	R <u>B</u> M <u>C</u> S <u>3</u>	2.96X10 ⁻¹⁰
107	^AB701695	9115	9795*	AB701694	Unknown	R <u>GB</u> M <u>C</u> S3	1.19X10 ⁻¹³
108	^AB989641	1426*	2473	AB989633	KY190216	R <u>M</u> C <u>S</u>	2.49X10 ⁻¹⁰

109	^AB989642 KJ936087 AB989643 AB989640 AB989632 AB989630	2458	3430*	KY190216	AB989633	RGMCS <u>3</u>	3.64X10 ⁻¹⁵
110	AB252119 KF246570 AB747300 KC119187 KC119186 KC119185 HQ446217 AY090660	2840	6638	AB252134 AB093625	Unknown	RBMCS <u>3</u>	5.92X10 ⁻¹⁰
111	^AB747305	30*	907*	AB252141	AB747307	R <u>B</u> MCS3	8.34X10 ⁻¹⁰
112	^AB093600	1655	4099	AB093613	Unknown	RMCS <u>3</u>	1.18X10 ⁻⁰⁹
113	^AB093607 HQ637383 DQ648591 AB093608 AB093606	27*	3620	KF595121 AB701719 AB701708 AB701703 AB701700	Unknown	MCS <u>3</u>	3.85X10 ⁻⁰⁹
114	^AB701726	1197*	2521	AB093599	AB252117	R <u>M</u> C3	4.92X10 ⁻⁰⁹
115	^AB701724	36*	1708	AB701723	AB701722	RBMCS <u>3</u>	5.83X10 ⁻¹¹
116	^AB701723 AB701722 AB252122	1*	577*	AB701697	AB701725	RGB <u>M</u> CS	7.65X10 ⁻¹⁷
117	^AB701697	66	1242	AB093600	Unknown	RBMCS <u>3</u>	2.69X10 ⁻⁰⁸
118	AB701737	6159*	6650	AB989628	AB093611	RCS <u>3</u>	3.58X10 ⁻⁰⁸
119	AB252100	550	868*	KF595121	AB989644	RGMCS <u>3</u>	3.91X10 ⁻⁰⁹
120	AB252118 AB252095	5085*	5161	AB093623 KJ936092	AB252127 AB252143	R <u>G</u> B3	2.54X10 ⁻⁰⁸
121	KY190216	33*	436*	AB989657	AB701733	RBMCS <u>3</u>	1.24X10 ⁻⁰⁷

122	^AB093623	1877*	4512	AB093604	Unknown	RMCS <u>3</u>	6.25X10 ⁻⁰⁷
	KJ936092			KX610930			
	KJ936091			KX610929			
	KJ936089			KU053508			
	KJ936088			AB989656			
	KJ936087			AB989654			
	AB989644			AB989653			
	AB989643			AB989652			
	AB989642			AB989651			
	AB989641			AB989650			
	AB989640			AB989649			
	AB989638			AB989648			
	AB989637			AB701736			
	AB989632			AB701710			
	AB989631			AB701708			
	AB989630			AB701703			
	AB989629			AB093612			
	AB989628						
	KF246570						
	KC297103						
	AB701742						
	AB701738						
	AB701733						
	AB701730						
	AB701727						
	AB701718						
	AB701715						
	AB701714						
	AB701713						
	AB701712						
	AB701711						
	AB701709						
	AB701704						
	AB747315						
	AB747314						
	AB747313						
	AB747311						
	AB747310						
	AB747309						
	AB747308						
	AB747307						
	AB747304						
	AB747302						
	AB747301						
	AB747300						
	AB747299						

AB747298
AB747297
AB747293
AB747288
AB747287
KC119189
KC119188
KC119187
KC119186
KC119185
KC119184
NC_002509
HQ446217
HQ446216
AY134473
AF530055
AF169561
AY090660
AF394602
AF394601
EU861593
AB105135
AB105134
AB252141
AB252134
AB252133
AB252131
AB252128
AB252124
AB252121
AB252119
AB252116
AB252114
AB252113
AB252112
AB252111
AB252110
AB252109
AB252106
AB252102
AB252096
AB252094
AB194802
AB194801
AB194800
AB194799

	AB194798						
	AB194797						
	AB194796						
	AB194795						
	AB194794						
	AB194793						
	AB194792						
	AB194791						
	AB194790						
	AB194789						
	AB194788						
	AB194787						
	AB194786						
	AB194785						
	AB093625						
	AB093624						
	AB093622						
	AB093609						
	AB093605						
	D83184ni						
123	^AB701695	7793*	9060*	Unknown	AB747299	MCS <u>3</u>	5.92X10 ⁻¹⁰
	AB701694			Unknown	AB989637		
124	AB701737	5959*	6142*	AB093605	AB989635	<u>R</u> GMC3	7.06X10 ⁻⁰⁷
125	^AB747310	256	1415	KX579479	AB701693	RB <u>M</u> C3	1.90X10 ⁻⁰⁷
	KX610930			KY111274	AB701692		
	KX610929			KY111273	AB701691		
	KU053508			KY111272	AB701690		
	KJ936092			KY111271			
	KJ936090			KY111270			
	KJ936089			KY111269			
	KJ936088			KY111268			
	KJ936087			KY111267			
	AB989656			KX674733			
	AB989654			KX674732			
	AB989653			KX674731			
	AB989652			KX674730			
	AB989651			KX674729			
	AB989650			KX610932			
	AB989649			KX579486			
	AB989648			KX579485			
	AB989644			KX579484			
	AB989643			KU140422			
	AB989642			KU140421			

AB989640	KR153039
AB989637	KR153038
AB989633	EU734433
AB989632	
AB989631	
AB989630	
AB989629	
AB989628	
KF595121	
KF246570	
KC297103	
AB701739	
AB701738	
AB701736	
AB701733	
AB701732	
AB701731	
AB701730	
AB701729	
AB701728	
AB701727	
AB701719	
AB701718	
AB701717	
AB701715	
AB701714	
AB701713	
AB701712	
AB701711	
AB701710	
AB701709	
AB701708	
AB701704	
AB701703	
AB701702	
AB701700	
AB701699	
AB747315	
AB747314	
AB747312	
AB747311	
AB747309	
AB747308	
AB747307	
AB747306	
AB747303	

AB747300
AB747299
AB747298
AB747297
AB747296
AB747295
AB747294
AB747293
AB747292
AB747291
AB747290
AB747289
AB747288
AB747287
AB747286
KC119189
KC119188
KC119187
KC119186
KC119185
KC119184
NC_002509
HQ446216
AY134473
AF530055
AF169561
AY227024
DQ648592
AF394601
EU861593
AB362512
AB105135
AB105134
D10927ni
AB252141
AB252134
AB252133
AB252131
AB252121
AB252119
AB252116
AB252114
AB252113
AB252112
AB252111
AB252110

	AB252107						
	AB252106						
	AB252104						
	AB252100						
	AB252096						
	AB252094						
	AB194802						
	AB194801						
	AB194800						
	AB194799						
	AB194798						
	AB194797						
	AB194796						
	AB194795						
	AB194794						
	AB194793						
	AB194792						
	AB194791						
	AB194790						
	AB194789						
	AB194788						
	AB194787						
	AB194786						
	AB194785						
	AB093625						
	AB093624						
	AB093612						
	AB093611						
	AB093610						
	AB093609						
	AB093604						
126	^AB701729	3620	6581	KF595121	Unknown	MCS ₃	1.02X10 ⁻⁰⁷
127	^KX641466	1421*	2573	AB701703	AB701691	RMC ₃	6.02X10 ⁻⁰⁶
	KX610931			KX610930	AB701693		
	KX641465			KX610929	AB701692		
	KJ936093			KU053508	AB701690		
	KJ936091			AB989656			
	KJ936090			AB989654			
	KJ936089			AB989653			
	AB989643			AB989652			
	AB989642			AB989651			
	AB989640			AB989650			
	AB989638			AB989649			
	AB989635			AB989648			

	AB989634			KF595121			
	AB989633			AB701736			
	AB989630			AB701732			
	AB989629			AB701728			
	AB701737			AB701719			
	AB701721			AB701710			
	AB701696			AB701708			
	AB701695			AB701702			
	AB701694			AB701700			
	HM544042			AB701699			
128	^AB701716	25*	950	KX641466	AB701691	MCS <u>3</u>	1.24X10 ⁻¹⁴
	KJ936090			KX641465	AB701693		
	AB989645			HM544042	AB701692		
	AB989643				AB701690		
	AB989637						
	AB989633						
	AB989628						
	AB701735						
	AB701734						
	AB701729						
	AB701717						
	AB701698						
	AB747312						
	AB747307						
	AB747300						
	AB747299						
	KC119186						
	KC119185						
	AB252134						
	AB093625						
	AB093611						
129	^AB093598	9259	9798*	AB701705	Unknown	<u>R</u> GMS3	1.30X10 ⁻⁰⁵
130	^AB093600	6260	6901*	Unknown	AB701740	RMCS <u>3</u>	3.06X10 ⁻⁰⁵

Tabela A5. Eventos de recombinação detectados no conjunto de dados referente ao PVY.*Potato virus Y - PVY*

Event	Recombinant	Recombination breakpoints		Parents		Methods	P-value
		Initial	Final	Major	Minor		
1	^KY848007	1 *	2327	HQ912864	KU724101	<u>R</u> GBMCS3	2.58X10 ⁻²¹⁷
	KX009783			KR528584	KR270797		
	EU182576			NC_001616	AJ585197		
	KU569326			AF522296	JQ969036		
	KJ801915			X12456at	JN936433		
	KJ634023			A08776at	KY847988		
	KJ603223			D00441at	AY884983		
	KC296432			HM367076	KY847985		
	KU375553			U09509at	KY847986		
	KU375554			KY848053	KY847984		
	KY847976			KP691325	AM268435		
	AJ584851			KP691317	X97895at		
	KY847993			KY847991	KJ603225		
	KY847995			KY848047	KC296433		
	KY847980			KY848034	GQ200836		
	KY848000			KY847989			
	KY848018			KY847967			
	DQ157178			HQ912884			
	AY745491			FJ643478			
	HQ912871			KY847947			
	KY847978			HQ912883			
	KY848026			KY847939			
	AY745492			HQ912877			
	KY848001			HQ912900			
	HQ912872			HQ912899			
	KY847999			KY848035			
	HQ912870			HQ912904			
	KY847979			HQ912908			
	HQ912866			KY847998			
	KY847960			KY848045			
	EF026076			HQ912903			
	KY847965			HQ912905			
	KY847990			HQ912906			
	AY884985			HQ912879			
	DQ157179			HQ912907			
	KY848030			KY848036			
	KY847994			HQ912901			
	KY848005			KY848039			
	KY848033			KY848042			
	KY848003			HQ912902			
	HQ912862			KY847956			

KY848017	KY848046
KY847974	HQ912882
KY847997	HQ912886
KY112747	HQ912881
JF927762	KY847987
AJ889868	HQ912909
KY112749	KY848044
AJ890349	KY848043
KX032614	KY848038
KY848023	KY848040
AM113988	KY848041
JF927755	HQ912880
JN034046	KY848037
JQ969039	HQ912910
HQ912868	HQ912878
KX710153	HQ912876
JF927754	KY847972
KY847949	HQ912875
KY847952	KY848050
HQ912896	KY848049
KY847996	HQ912874
KY847977	KY848048
KY847943	HQ912873
KY848016	HQ912885
KY847942	HQ912887
KY847945	FJ643477
KY847959	HQ912915
HQ912863	HQ912912
KY847982	HQ912898
KY848002	HQ912911
KY847981	KY847937
DQ008213	KY848051
KY848021	KY848011
KY847950	KY848015
AJ890350	KY848010
JQ969041	JQ924285
HE608964	KY848031
HE608963	EF558545
JQ924288	HQ912914
JN936419	HM590407
KX650858	AJ585196
KY847961	KY848019
JF927758	JQ663997
KX184816	HQ912913
JF927750	HQ912895
KX356070	KY847963

	JF927753			FJ643479			
	JF795485			HM367075			
	KX713170			HQ912897			
	JF927760			HQ912893			
	JF927751			HQ912890			
2	HM991454	1*	2242	KP691322	AY166866	<u>R</u> GMCS3	4.88X10 ⁻²¹⁷
	JQ969040			AF237963	KT290512		
3	^JF928459	2416*	5831	KY848025	KY848031	<u>R</u> GBMCS3	7.57X10 ⁻¹⁹³
	JN936420			KT290512	NC_001616		
	FJ666337			KT290511	AF522296		
	HM991453			KX531041	X12456at		
	KC296436			KR270797	A08776at		
	KP793715			AJ890346	D00441at		
	AB461454			AB714135	HM367076		
	JQ969037			AY884984	U09509at		
	AJ890343			AY166867	KY848053		
	AB185833			AY166866	KP691325		
	AJ890342			AB711144	KP691317		
	KX356068			AB331519	KY847991		
	HM590406			AB331518	KY848047		
	AJ889866			AB331516	KY848034		
	KX650862			AB331517	KY847989		
	AB461453			AB331515	KY847967		
	AJ889867			JN936422	HQ912884		
	HG810952			AJ585198	FJ643478		
	AB461452			KY847953	KY847947		
	AB461451			KY848028	HQ912883		
	KC296439			KY848024	KY847939		
	HG810951			KY847954	HQ912877		
	KC296438			KY847955	HQ912900		
	KX650860			KY847951	HQ912899		
	KC296440			HQ912867	KY848035		
	JF928458			JQ971975	HQ912904		
	JN936441			KY847992	HQ912908		
	JN936440			KP793716	KY847998		
	JQ969033			DQ157180	KY848045		
	JN936429				HQ912903		
	JN936442				HQ912905		
	JN936416				HQ912906		
	AJ890344				HQ912879		
	HQ631374				HQ912907		
	KJ603224				KY848036		
	KC296441				HQ912901		
	KC296437				KY848039		

JQ969035	KY848042
HG810949	HQ912902
HG810950	KY847956
AB711143	KY848046
KT599906	HQ912882
AJ585342	HQ912886
JQ969034	HQ912881
JN936428	KY847987
KT599907	HQ912909
JN936431	KY848044
JN936430	KY848043
AJ890345	KY848038
KC634008	KY848040
KX184819	KY848041
KC634006	HQ912880
KC634005	KY848037
KX184818	HQ912910
KT599908	HQ912878
AJ890347	HQ912876
KX356069	KY847972
KY847958	HQ912875
AB461450	KY848050
KC614702	KY848049
KY848022	HQ912874
HQ912869	KY848048
KY847944	HQ912873
FJ204166	HQ912885
AY884982	HQ912887
FJ204164	FJ643477
KY847957	HQ912915
KF850513	HQ912912
FJ204165	HQ912898
KC634009	HQ912911
JF927757	KY847937
AB711145	KY848051
AB702945	KY848011
AB711146	KY848015
EF016294	KY848010
JF927763	JQ924285
KC634007	EF558545
KC634004	HQ912914
M95491at	HM590407
KY092173	AJ585196
JQ924287	KY848019
KX710154	JQ663997
KY847948	HQ912913

	KY847946				HQ912895		
	KY847970				KY847963		
	KY847971				FJ643479		
	KY847969				HM367075		
	JF928460				HQ912897		
	KY848008				HQ912893		
	KY847983				HQ912890		
	JF927759				KY847938		
	JF927749				HQ912864		
	KT336551				KY848032		
	KT336552				EF026074		
	KR149260				KY848027		
	KY847975				KY847941		
	KY847964				HQ912894		
	KY847973				KP691322		
	KY847968				KY848020		
	EF026075				HQ912888		
	JF927761				KY847966		
	KX856986				KY848029		
	KM396648				KY847940		
	JF927756				KY847936		
	KJ946936				KY848013		
	KX184817				KY848006		
	JF927752				HQ912865		
	JQ673517				HQ912889		
	KC296435				KY848009		
	KJ634024				KY848052		
	KJ603225				AB711149		
	KC296433				JX424837		
	GQ200836				AB711150		
	HM590405				KP691328		
	AB270705				KP691326		
	KC296434				AJ585195		
4	JQ924286	481	2305*	FJ643479	JF928459	<u>RGBMCS3</u>	1.25X10 ⁻¹⁴⁴
	KJ801915			KR528584	KT290512		
	JN083841			EU563512	KT290511		
	AJ889868			NC_001616	KX531041		
	KY112749			AF522296	KR270797		
	AJ890349			X12456at	AJ890346		
	KX032614			A08776at	AB714135		
	JN034046			D00441at	AY884984		
	JQ969039			HM367076	AY166867		
	HQ912868			U09509at	AY166866		
	KX710153			KY848053	AB711144		
	JF927754			KP691325	AB331519		

KY847949	KP691317	AB331518
KY847952	KY847991	AB331516
HQ912896	KY848047	AB331517
KY847996	KY848034	AB331515
KY847977	KY847989	JN936422
KY847943	KY847967	AJ585198
KY848016	HQ912884	AJ585197
KY847942	FJ643478	JQ969036
KY847945	KY847947	JN936433
KY847959	HQ912883	KU724101
HQ912863	KY847939	KY847988
KY847982	HQ912877	AY884983
KY848002	HQ912900	KY847985
KY847981	HQ912899	KY847986
DQ008213	KY848035	KY847984
KY848021	HQ912904	KU043114
KY847950	HQ912908	AM268435
AJ890350	KY847998	X97895at
JQ969041	KY848045	KY847953
HE608964	HQ912903	KY848028
HE608963	HQ912905	KY848024
JQ924288	HQ912906	KY848025
JN936419	HQ912879	KY847954
KX650858	HQ912907	KY847955
KY847961	KY848036	KY847951
JF927758	HQ912901	HQ912867
KX184816	KY848039	JQ971975
JF927750	KY848042	KY847992
KX356070	HQ912902	KP793716
JF927753	KY847956	DQ157180
JF795485	KY848046	JN936420
KX713170	HQ912882	FJ666337
JF927760	HQ912886	JQ969037
JF927751	HQ912881	JF928458
JN083842	KY847987	JN936441
HM991453	HQ912909	JN936440
KX650861	KY848044	JQ969033
KC296436	KY848043	JN936429
AJ890343	KY848038	JN936442
AB185833	KY848040	JN936416
AJ890342	KY848041	AJ890344
KX356068	HQ912880	HQ631374
HM590406	KY848037	KJ603224
AJ889866	HQ912910	KC296441
KX650862	HQ912878	KC296437
AB461453	HQ912876	JQ969035

	AJ889867			KY847972	HG810949		
	HG810952			HQ912875	HG810950		
	AB461452			KY848050	AB711143		
	AB461451			KY848049	KT599906		
	KC296439			HQ912874	AJ585342		
	HG810951			KY848048	JQ969034		
	KC296438			HQ912873	JN936428		
	KX650860			HQ912885	KT599907		
	KC296440			HQ912887	JN936431		
5	JN083842	6533	9652*	JN083841	DQ157180	<u>RGBMCS3</u>	9.73X10 ⁻¹⁶⁰
6	KX650859	2341	5646	KY847992	JN083841	<u>RGBMCS3</u>	3.81X10 ⁻¹¹⁹
7	AB461453	5839*	8306	JF927762	JN936433	<u>RGBMS3</u>	4.96X10 ⁻¹¹⁷
8	AJ890343	5828*	9222*	HQ912888	KC614702	<u>RGBMS3</u>	4.33X10 ⁻¹¹²
9	AB461454	1*	670	KC296434	KP691323	<u>RGBMCS3</u>	6.88X10 ⁻¹⁰⁷
	KU569326			KU043114	NC_001616		
	JF927755			JQ969033	AF522296		
	KP793715			AJ890344	X12456at		
	AB461453			HQ631374	A08776at		
	AB461452			KJ603224	D00441at		
	AB461451			KC296441	HM367076		
	HG810951			KC296437	U09509at		
	KC296440			JQ969035	KY848053		
10	AJ890342	5828*	9168	KY848034	X97895at	<u>RGBMCS3</u>	1.15X10 ⁻¹⁰²
	KC296436			HM367076	KT290512		
	AB185833			U09509at	KT290511		
	KX356068			KY848053	KX531041		
	HM590406			KP691325	KR270797		
	AJ889866			KP691317	AJ890346		
	KX650862			KY847991	AY884984		
	AJ889867			KY848047	AY166867		
	HG810952			KY847989	AY166866		
	KC296439			KY847967	AB711144		
	KC296438			HQ912884	AB331519		
	KX650860			FJ643478	AB331518		
11	HM991453	6317	9057	KX032614	AY884984	<u>RGMS3</u>	2.77X10 ⁻⁹⁸
12	AB461452	5821*	8552	KY847965	X97895at	<u>RGBMCS3</u>	2.72X10 ⁻⁹⁶
	KX650861			NC_001616	KT290512		
	KX650862			AF522296	KT290511		

	AJ889867			X12456at	KX531041		
	HG810952			A08776at	KR270797		
	KC296439			D00441at	AJ890346		
	HG810951			HM367076	AY884984		
	KC296438			U09509at	AY166867		
	KX650860			KY848053	AY166866		
	KC296440			KP691325	AB711144		
13	AJ889868	5827	6706	JQ924286	AJ890346	<u>R</u> GMCS	4.94X10 ⁻⁹⁶
14	AB461454	8410	9661*	JN936433	AJ585196	<u>R</u> GBMCS3	4.49X10 ⁻⁹⁴
	KP793715			KT290512	AJ890348		
	JQ673517			AJ890346	HM367076		
	KC296435			AY884984	U09509at		
	KJ634024			AY166867	KY848053		
	KJ603225			AY166866	KP691325		
	KC296433			AB711144	KP691317		
	GQ200836			AB331519	KY847991		
	HM590405			AB331518	KY848047		
	AB270705			AB331516	KY848034		
	KC296434			AB331517	KY847989		
15	JQ969037	52*	366	JQ969034	KP691326	RGMCS <u>3</u>	1.63X10 ⁻⁹⁰
16	AB461451	5839*	8545	JF927755	KY847984	RGBMCS <u>3</u>	2.14X10 ⁻⁸⁷
	JQ673517			NC_001616	KT290512		
	KC296435			AF522296	KT290511		
	KJ634024			X12456at	KX531041		
	KC296433			A08776at	KR270797		
	GQ200836			D00441at	AJ890346		
	HM590405			HM367076	AY884984		
	AB270705			U09509at	AY166867		
17	^EU182576	9140	9707*	KU375554	Unknown	<u>R</u> GBMCS3	6.69X10 ⁻⁸²
	JQ969036			DQ309028	Unknown		
	JN936433			KP691329			
	KY848025			KR528584			
	KP793716			EU482153			
	KX009783			EU563512			
	JN083842			AJ439544			
	KX650859			NC_001616			
	JQ969037			AF522296			
	JN936441			X12456at			
	JN936440			A08776at			
	KY092173			D00441at			

18	^KR528584	641	9679*	KP691323	EU482153	RGBMCS <u>3</u>	2.76X10 ⁻⁸³
19	D00441at	7888	8316	KY848012	JN936433	<u>R</u> GBMCS3	6.63X10 ⁻⁶³
	NC_001616			KX009783	KT290512		
	AF522296			EU182576	KT290511		
	X12456at			HM367076	KX531041		
	A08776at			U09509at	KR270797		
20	AJ585197	7934	8312	JN936433	AJ585195	R <u>G</u> MCS3	3.26X10 ⁻⁵⁹
21	JF927763	9180	9669*	AJ585197	AJ585195	<u>R</u> G <u>M</u> CS3	1.31X10 ⁻⁵⁵
	KU043114			KT290512	KF770835		
	JN936420			AJ890346	HM367076		
	JQ969033			AY884984	U09509at		
	JN936429			AY166867	KY848053		
	JN936442			AY166866	KP691325		
	JN936416			AB711144	KP691317		
	AJ890344			AB331519	KY847991		
	HQ631374			AB331518	KY848047		
	KJ603224			AB331516	KY848034		
	KC296441			AB331517	KY847989		
	KC296437			AB331515	KY847967		
	JQ969035			JN936422	HQ912884		
	HG810949			AJ585198	FJ643478		
	HG810950			KU724101	KY847947		
	AB711143			KY847988	HQ912883		
	KT599906			AY884983	KY847939		
	AJ585342			KY847985	HQ912877		
	JQ969034			KY847986	HQ912900		
	JN936428			KY847984	HQ912899		
	KT599907			AM268435	KY848035		
	JN936431			X97895at	HQ912904		
	JN936430			KY847953	HQ912908		
	AJ890345			KY848028	KY847998		
	KC634008			KY848024	KY848045		
	KX184819			KY847954	HQ912903		
	KC634006			KY847955	HQ912905		
	KC634005			HQ912867	HQ912906		
	KX184818			JQ971975	HQ912879		
	KT599908			KY847992	HQ912907		
	AJ890347			DQ157180	KY848036		
	KX356069			JF928459	HQ912901		
	KY847958			JF928458	KY848039		
	AB461450				KY848042		
	KC614702				HQ912902		
	KY848022				KY847956		

	HQ912869				KY848046		
	KY847944				HQ912882		
	FJ204166				HQ912886		
	AY884982				HQ912881		
	FJ204164				KY847987		
	KY847957				HQ912909		
	KF850513				KY848044		
	FJ204165				KY848043		
	KC634009				KY848038		
	JF927757				KY848040		
	AB711145				KY848041		
	AB702945				HQ912880		
	AB711146				KY848037		
	EF016294				HQ912910		
	KC634007				HQ912878		
	KC634004				HQ912876		
	M95491at				KY847972		
	JQ924287				HQ912875		
	KX710154				KY848050		
	KY847948				KY848049		
	KY847946				HQ912874		
	KY847970				KY848048		
	KY847971				HQ912873		
	KY847969				HQ912885		
	JF928460				HQ912887		
	KY848008				FJ643477		
	KY847983				HQ912915		
	JF927759				HQ912912		
	JF927749				HQ912898		
	KT336551				HQ912911		
	KT336552				KY847937		
	KR149260				KY848051		
	KY847975				KY848011		
	KY847964				KY848015		
	KY847973				KY848010		
	KY847968				JQ924285		
	EF026075				KY848031		
	JF927761				EF558545		
	KX856986				HQ912914		
	KM396648				HM590407		
	JF927756				AJ585196		
	KJ946936				KY848019		
	KX184817				JQ663997		
	JF927752				HQ912913		
22	^KJ634023	5861	6263	KY847965	X97895at	<u>R</u> GBMCS3	7.64X10 ⁻⁵⁴

23	AB714135 FJ666337	9140	9684*	AJ585197 KT290512	JQ969040 HM367076	<u>R</u> GMCS3	3.11X10 ⁻⁵³
24	FJ666337	5740*	6196	KU043114	KP691322	<u>R</u> GMCS3	1.59X10 ⁻⁵³
25	KC296432 KJ603223	6844	7200	KY847965 NC_001616	X97895at AJ890346	<u>R</u> GBMCS3	1.16X10 ⁻⁵¹
26	KY848014	3477	4241	AJ439544	JQ924286	<u>R</u> GMCS3	2.20X10 ⁻⁴⁹
27	KC296439 KC296436	9183*	9662*	KC296438 AF237963	DQ157180 KY847953	RGMCS <u>3</u>	5.67X10 ⁻³⁹
28	JQ969040	1*	379	KY848025	HQ912888	<u>R</u> BMCS3	7.89X10 ⁻³⁹
29	KX009783 EU182576	8576*	9139*	KX650861 NC_001616	KY847988 AJ890346	<u>R</u> GBMCS3	5.47X10 ⁻³⁶
30	KX009783 EU182576	6237	7042	JQ663997 NC_001616	KY848025 KT290512	<u>R</u> BMCS3	8.33X10 ⁻³⁴
31	AJ890346	75*	3705	KU043114	AB714135	RGBMS <u>3</u>	5.65X10 ⁻³¹
32	AM113988 KJ801915 JN083841 AJ889868 KY112749 AJ890349 KX032614 KY848023 JN034046 JQ969039 HQ912868 KX710153 JF927754 KY847952 HQ912896 KY847945 AJ890350 JQ969041 HE608964 HE608963 JQ924288 KX650858	85*	659	AJ890346 KT290512 AB714135 AY884984 AY166867 AY166866 AB711144 AB331519 AB331518 AB331516 AB331517 AB331515 JN936422 AJ585198 AJ585197 KU724101 KY847988 AY884983 KY847985 KY847986 KY847984 KU043114	KY848020 NC_001616 AF522296 X12456at A08776at D00441at HM367076 U09509at KY848053 KP691325 KP691317 KY847991 KY848047 KY848034 KY847989 KY847967 HQ912884 FJ643478 KY847947 HQ912883 KY847939 HQ912877	<u>R</u> GBMCS3	4.51X10 ⁻⁴⁸

	KY847961			AM268435	HQ912900		
	JF927758			X97895at	HQ912899		
	KX184816			KY847953	KY848035		
	JF927750			KY848028	HQ912904		
	KX356070			KY848024	HQ912908		
	JF927753			KY848025	KY847998		
	JF795485			KY847954	KY848045		
	KX713170			KY847955	HQ912903		
	JF927760			KY847951	HQ912905		
	JF927751			HQ912867	HQ912906		
	HM991453			JQ971975	HQ912879		
	KC296436			KY847992	HQ912907		
	AB185833			KP793716	KY848036		
	AJ890342			DQ157180	HQ912901		
	KX356068			FJ666337	KY848039		
	HM590406			JF928459	KY848042		
	AJ889866			JF928458	HQ912902		
	KX650862			JQ969033	KY847956		
	AJ889867			AJ890344	KY848046		
	HG810952			HQ631374	HQ912882		
	KC296439			KJ603224	HQ912886		
	KC296438			KC296441	HQ912881		
33	KJ634023	85*	205	AY884983	AM113988	<u>R</u> GMC <u>S</u>	3.17X10 ⁻¹⁷
34	^FJ666337	13*	2296*	AB331517	JF928459	RGBMC <u>S</u> 3	1.49X10 ⁻³⁵
	AJ585197			AB714135	JQ969036		
	KU724101			AY884984	KU724101		
	KY847988			AY166867	KY847988		
	AY884983			AY166866	AY884983		
	KY847985			AB711144	KY847985		
	KY847986			AB331519	KY847986		
	KY847984			AB331518	KY847984		
	KU043114			AB331516	KU043114		
	AM268435			AB331515	AM268435		
	X97895at			JN936422	X97895at		
	JQ969033			AJ585198	JF928458		
	AJ890344				JQ969033		
	HQ631374				AJ890344		
	KJ603224				HQ631374		
	KC296441				KJ603224		
	KC296437				KC296441		
	JQ969035				KC296437		
	HG810949				JQ969035		
	HG810950				HG810949		
	AB711143				HG810950		

KT599906	AB711143
AJ585342	KT599906
JQ969034	AJ585342
KT599907	JQ969034
AJ890345	KT599907
KC634008	AJ890345
KX184819	KC634008
KC634006	KX184819
KC634005	KC634006
KX184818	KC634005
KT599908	KX184818
AJ890347	KT599908
KX356069	AJ890347
KY847958	KX356069
AB461450	KY847958
KC614702	AB461450
KY848022	KC614702
HQ912869	KY848022
KY847944	HQ912869
FJ204166	KY847944
AY884982	FJ204166
FJ204164	AY884982
KY847957	FJ204164
KF850513	KY847957
FJ204165	KF850513
KC634009	FJ204165
JF927757	KC634009
AB711145	JF927757
AB702945	AB711145
AB711146	AB702945
EF016294	AB711146
JF927763	EF016294
KC634007	JF927763
KC634004	KC634007
M95491at	KC634004
KY092173	M95491at
JQ924287	KY092173
KX710154	JQ924287
KY847948	KX710154
KY847946	KY847948
KY847970	JF928460
KY847971	KY848008
KY847969	KY847983
JF928460	JF927759
KY848008	JF927749
KY847983	KT336551

	JF927759				KT336552		
	JF927749				KR149260		
	KT336551				KY847975		
	KT336552				KY847964		
	KR149260				KY847973		
	KY847975				KY847968		
	KY847964				EF026075		
	KY847973				JF927761		
	EF026075				KX856986		
	JF927761				KM396648		
	KX856986				JF927756		
	KM396648				KJ946936		
	JF927756				KX184817		
	KJ946936				JF927752		
	KX184817						
	JF927752						
35	D00441at NC_001616 AF522296 X12456at A08776at	9467	9704*	KY848012 KF770835 HM367076 U09509at KY848053	AY166867 KT290512 KT290511 KX531041 KR270797	<u>RGBMS3</u>	1.33X10 ⁻²⁹
36	AF237963	1*	559	EU482153	D00441at	<u>RGBMCS3</u>	1.39X10 ⁻²⁴
37	^AB714135 AJ890346 AY884984 AY166867 AY166866 AB711144 AB331519 AB331518 AB331516 AB331517 AB331515 JN936422 AJ585198 KY847953 KY847951	2675	9139*	KT290511 KX531041 KR270797	JQ969036	<u>RBMCS3</u>	2.72X10 ⁻²⁸
38	^KY847992 KY847953 KY848028 KY848024 KY848025	1934	2600*	JN936433 JQ969036 JN936420 JF928459 JF928458	AB331516 AB714135 AY884984 AY166867 AY166866	<u>RGBMCS3</u>	1.32X10 ⁻¹⁹

	KY847954			JN936441	AB711144		
	KY847955			JN936440	AB331519		
	KY847951			JN936429	AB331518		
	HQ912867			JN936442	AB331517		
	JQ971975			JN936416	AB331515		
	KP793716			JN936428	JN936422		
	DQ157180			JN936431	AJ585198		
	KX650859			JN936430			
39	JQ663997	7006*	8445*	KY848023	KX009783	RGMCS <u>3</u>	3.72X10 ⁻¹⁴
40	KX650862	1989	2095	KY847978	JQ924285	<u>GBM</u> 3	9.02X10 ⁻¹²
41	KU375554	6566	8597	JQ924286	KU375553	RGBMCS <u>3</u>	4.94X10 ⁻²⁰
42	KX650861	6415	6524	KT599906	D00441at	GMC <u>3</u>	4.04X10 ⁻⁰⁶
43	^EF558545	2401*	4208	KY112749	Unknown	RMC <u>3</u>	6.12X10 ⁻¹⁰
44	^KX032614	7562	8687	KC296432	Unknown	RMC <u>3</u>	3.67X10 ⁻⁰⁹
45	KT290511	137*	342*	KX531041	KC634007	BMC <u>3</u>	5.88X10 ⁻⁰⁸
46	KJ603225	8433*	8601	AB711149	JF928458	RGBMC <u>3</u>	7.34X10 ⁻⁰⁹
	KC296434			HM367076	KT290512		
47	KT290512	6421	7010	KX531041	JQ969036	<u>GBM</u> CS3	1.08X10 ⁻¹²
48	KT290512	2418*	2719*	KU043114	KR270797	RGMCS <u>3</u>	6.21X10 ⁻⁰⁷
49	^KC296432	8037	8530	JQ969040	Unknown	<u>RGB</u> S3	8.65X10 ⁻⁰⁶
	KJ603223			KY847941	Unknown		
50	AF237963	9371	9699*	Unknown	KP691324	<u>RGB</u> S	2.88X10 ⁻⁰⁵
51	^JN936420	4606	5062	AJ890344	AB711147	<u>RGB</u> 3	7.36X10 ⁻⁰⁴
	KY848031				NC_001616		
	KY848019				AF522296		
	JQ663997				X12456at		
	HQ912913				A08776at		
	HQ912895				D00441at		
	KY847963				HM367076		
	FJ643479				KY848053		
	HM367075				KP691325		
	HQ912897				KP691317		
	HQ912893				KY847967		

HQ912890	HQ912884
KY847938	FJ643478
HQ912864	KY847947
KY848032	KY847939
EF026074	HQ912877
KY848027	HQ912900
KY847941	HQ912899
HQ912894	KY848035
KP691322	HQ912904
KY848020	HQ912908
HQ912888	KY847998
KY847966	KY848045
KY848029	HQ912905
KY847940	HQ912906
KY847936	HQ912879
KY848013	HQ912907
KY848006	KY848036
HQ912865	HQ912901
HQ912889	KY848039
KY848009	KY848042
KY848052	HQ912902
JQ969040	KY847956
KJ634023	KY848046
KY847976	HQ912882
AJ584851	HQ912886
KY847993	HQ912881
KY847995	KY847987
KY847980	HQ912909
KY848000	KY848044
KY848018	KY848043
DQ157178	KY848038
AY745491	KY848040
KY847978	KY848041
KY848026	KY848037
AY745492	HQ912910
KY848001	HQ912878
KY847999	HQ912876
HQ912870	KY847972
KY847979	HQ912875
HQ912866	KY848050
KY847960	KY848049
KY847990	HQ912874
AY884985	KY848048
DQ157179	HQ912873
KY848030	HQ912885
KY847994	HQ912887

KY848005	FJ643477
KY848033	HQ912915
KY848003	HQ912898
HQ912862	HQ912911
KY848017	KY847937
KY847974	KY848051
KY847997	HM590407
KY112747	AB711149
JF927762	AB711150
AJ889868	KP691328
JF927755	HQ912892
HQ912868	HQ912891
AJ890350	KP691319
JQ924288	KP691323
JQ924286	KP691327
KX713170	AB711154
JF927760	KP691330
JF927751	AB711151
KC296436	AB711148
KP793715	KY847962
AB461454	KY848004
JQ969037	KY848012
AJ890343	KJ801915
AB185833	
AJ890342	
KX356068	
HM590406	
KX650862	
AB461453	
AJ889867	
AB461452	
AB461451	
KC296439	
KC296438	
KX650860	
KC296440	
JF928459	
JF928458	
JN936441	
JN936440	
JN936429	
JN936442	
JN936416	
HQ631374	
KC296441	
KC296437	

JQ969035
HG810949
HG810950
AB711143
KT599906
AJ585342
JQ969034
JN936428
KT599907
JN936431
JN936430
AJ890345
KC634005
KT599908
AJ890347
KX356069
KY847958
AB461450
KC614702
KY848022
HQ912869
KY847944
KF850513
KC634009
JF927757
AB711145
AB711146
JF927763
KC634004
JQ924287
KX710154
KY847948
JF928460
KY848008
JF927759
JF927749
KT336552
KY847975
KY847973
KY847968
KX856986
KM396648
KX184817
JQ673517
KC296435
KJ634024

	KJ603225						
	KC296433						
52	^JF928459	6798	9117*	JN936420	Unknown	RGBMCS <u>3</u>	1.61X10 ⁻¹⁵
	KY847953			JN936441			
	KY848028			JN936440			
	KY848024			JN936442			
	KY848025			JN936416			
	KY847954			JN936428			
	KY847955			JN936431			
	KY847951						
	HQ912867						
	JQ971975						
	KY847992						
	KP793716						
	DQ157180						
	KX650859						
	JF928458						
53	^KC296433	2416*	2515	JN936441	KU724101	<u>RGB3</u>	1.08X10 ⁻⁰⁹
	KX650860				AJ585197		
	JQ673517				JQ969036		
	KJ634024				JN936433		
54	^AJ889868	3816*	4457*	JN936416	KY848004	MCS <u>3</u>	6.45X10 ⁻⁰⁴
	AJ585196				NC_001616		
	JN034046				AF522296		
	JQ969039				X12456at		
	KX710153				A08776at		
	JF927754				D00441at		
	KY847949				AB711155		
	KY847952				AB711151		
	HQ912896				KP691318		
	KY847996				KY847962		
	KY847977				KY848012		
	KY847943						
	KY848016						
	KY847942						
	KY847945						
	KY847959						
	HQ912863						
	KY847982						
	KY848002						
	KY847981						
	DQ008213						
	KY848021						

	KY847950						
55	KF770835	9375	9658*	KP691321	KJ801915	RGB <u>S</u>	5.54X10 ⁻⁰⁶
56	^JN083842	1996	2320*	KC296434	AB331515	BMC <u>3</u>	2.51X10 ⁻⁰⁵
57	^HQ912914	5943	8391	JQ969041	Unknown	RBMCS <u>3</u>	1.90X10 ⁻⁰³
	JQ924285				Unknown		
	EF558545				Unknown		
	HM590407				Unknown		
	AJ585196				Unknown		
	KY112749						
	AJ890349						