

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE  
CURSO DE AGRONOMIA

**VIROSES EM PIMENTA (*CAPSICUM* spp.): UMA  
DESCRIÇÃO DO QUADRO ATUAL NO BRASIL**

**Discente: Rozenir de Carvalho Malta**

Humaitá-Am

Setembro de 2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE  
CURSO DE AGRONOMIA

**VIROSES EM PIMENTA (*CAPSICUM* spp.): UMA  
DESCRIÇÃO DO QUADRO ATUAL NO BRASIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado de Agronomia, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Agrônomo, pelo Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente da Universidade Federal do Amazonas.

**Discente: Rozenir de Carvalho Malta**

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Verônica Silva do Nascimento**

Humaitá-AM

Setembro de 2013

## FOLHA DE APROVAÇÃO

**TÍTULO:** VIROSES EM PIMENTA (*CAPSICUM spp.*): UMA DESCRIÇÃO DO QUADRO ATUAL NO BRASIL

M261v

Malta, Rozenir de Carvalho.

Viroses em pimenta (*Capsicum spp.*): uma descrição do quadro atual no Brasil / Rozenir de Carvalho Malta.-- 2013. 45 f. ; il.

Monografia (Engenheira Agrônoma) – Universidade Federal do Amazonas, curso de Agronomia, Humaitá, 2013.

Orientador: Prof. Dra. Ana Verônica Silva do Nascimento.

1. Pimenteiros. 2. Capsicum spp. 3. Viroses. I. Ana Verônica Silva do Nascimento. II. Título.

CDU: 633.8

“Ó Senhor, Senhor nosso, quão admirável é o teu nome em toda a terra, pois puseste a tua glória sobre os céus!

Tu ordenaste força da boca das crianças e dos que mamam, por causa dos teus inimigos, para fazer calar ao inimigo e ao vingador.

Quando vejo os teus céus, obra dos teus dedos, a lua e as estrelas que preparaste;

Que é o homem mortal para que te lembres dele? e o filho do homem, para que o visites?

Pois pouco menor o fizeste do que os anjos, e de glória e de honra o coroaste. Fazes com que ele tenha domínio sobre as obras das tuas mãos; tudo puseste debaixo de seus pés:

Todas as ovelhas e bois, assim como os animais do campo,

As aves dos céus, e os peixes do mar, e tudo o que passa pelas veredas dos mares.

Ó Senhor, Senhor nosso, quão admirável é o teu nome sobre toda a terra!

**Salmos 8:1-9**

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus queridos e tão amados pais, Raimunda Guiomar e Jozi que com força e dedicação me propuseram os ensinamentos e a honestidade, ao meu esposo Marco Túlio pelo incentivo, aos meus irmãos e sobrinhos por fazerem parte da minha conquista, por fim ao meu mascote (Link), meu companheiro fiel.

O amor de vocês me fortalece!

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a **DEUS** que esteve, e sempre estará presente em minha vida.

À Universidades Federal do Amazonas - Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente, Campus Vale do Rio Madeira.

Aos embaixadores do Curso de agronomia, professor Msc. Valdemir Araújo Câmara (*in memoriam*) amigo querido, quem pude contar nos momentos que precisei e, ao Professor Dr. Edgard, muito fez pelo colegiado de agronomia quando em exercício.

A todos os colegas de curso de agronomia, em especial, aqueles que se tornaram amigos e companheiros de todas as horas, Gerson Gerardt, Marcos Chixaro, Aurilene, Claudinéia, Rody França, Nilson de Paula e Ivalmir Abadias.

Aos amigos finalistas do curso de agronomia 2013/1, Elenilson Barroso, José Cunegundes, Francisco Barreto, Aldiney, Jefferson, Adriana e Márcia. Em especial as amigas queridas, Maria Clécia, Ediana e Gisely Melo juntas nos momentos mais difíceis, momentos esses compartilhados e conquistado a cada dia, das quais tive o apoio e o incentivo de continuar nessa etapa final de conclusão de curso.

Ao meu colega Rosiney Mendes, contribuiu bastante com meu Tcc.

Aos professores do colegiado de agronomia, que contribuíram durante toda minha vida acadêmica, Milton Cesar, Luciano, Francimara, Anderson, Carlos, Rosane e André Bordinhon.

Por fim, agradeço em especial a minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Verônica Silva do Nascimento há qual muito contribuiu com o desenvolvimento do meu trabalho, desprendendo tempo suficiente para me transmitir conhecimentos de fundamental importância a respeito do assunto.

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| <b>TABELA 1</b> – Distribuição das espécies e variedades do gênero <i>Capsicum</i> em diferentes categorias, conforme grau de domesticação..... | 20 |
| <b>TABELA 2</b> – Origem dos isolados virais utilizados neste estudo.....   | 32 |

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 - Foto das cultivares de *Capsicum annum var. annum*. A: Flor *Capsicum Solanaceae*; B e C: Pimentas de mesa. Fonte: Barbosa et al, (2009).....17
- FIGURA 2 – Fotos das cultivares de *Capsicum baccatum var. pendulum*. A: Flor *Solanaceae*; B: Pimenta Chapéu-de-frade; C: Pimenta Dedo-de-moça; D: Pimenta Unha-de-moça Fonte: Barbosa et al, (2009).....17
- FIGURA 3 - Foto das cultivares *Capsicum chinense*. A: Pimenta de cheiro; B: Pimenta de cheiro vermelha; C: Pimenta Cumari-do-Pará; D: Pimenta Canaimé Fonte: Barbosa et al, (2009).....18
- FIGURA 4 - Foto das cultivares *Capsicum frutescens*: A: Malaguêtinha; B: Malagueta; C: Malaguêto; D: Flor da *C. frutescens* Fonte: Barbosa et al, (2009).....19
- FIGURA 5 - (A): Sintomas foliar de mosaico e necrose em batata causada por estirpe necrótica de PVY. (B): sintomas de mosaico e malformação foliar causado por PVY em pimenta. Adaptado de Agrios, 2005.....21
- FIGURA 6 - Esquema do componente genômico dos Potyvirus. O RNA fita simples esta ligado covalentemente a extremidade 5' pela proteína VPg e a cauda poli A (Na) na extremidade 3'. As ORF (fase de leitura aberta) são indicadas como as caixas com seus nomes e divididas em linhas verticais. As setas indicam o sitio de clivagem e as proteases responsáveis por cada clivagem. Fonte: Valli *et al*, (2008).....22
- FIGURA 7 - Eletromicrografia de partículas de um *Potyvirus* (PVY) contratadas Negativamente. Shukla et al, (1994).....23
- FIGURA 8 - Infecção em pimenteiros tipo bode. (A): PVY apresenta enrugamento e distorção foliar, além de redução no desenvolvimento da planta; (B): PepYMV apresenta mosaico amarelo, mosqueado e deformação de folhas. Fonte: Embrapa, (2011).....23

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 09 - (A): Infecção de <i>Tospovírus</i> em célula de plantas; (B): Ilustração esquemática da partícula de um <i>Tospovírus</i> ; (C): Inseto vetor tripses. Adaptado de Agrios, 2005.....  | 24 |
| FIGURA 10 - Organização genômica e estratégica de expressão de um <i>Tospovírus</i> . Fonte: Oliveira, (2011).....  | 25 |
| FIGURA 11 - Organização do genoma de um Tobamovirus. O RNA viral está indicado pelas suas extremidades 5' e 3'. CP: capa protéica; MP proteína de movimento, (adaptado de Lewandowski, 2005)..... | 27 |

## SUMÁRIO

|    |   |    |
|----|---|----|
| 1. | INTRODUÇÃO.....   | 12 |
| 2. | OBJETIVOS.....  | 14 |
|    | 2.1 Geral.....  | 14 |
|    | 2.2 Específicos.....  | 14 |
| 3. | REVISÃO DE LITERATURA.....  | 15 |
|    | 3.1 Gênero <i>Capsicum</i> spp.....                                   | 15 |
|    | 3.2 Os vírus em pimenteira: modo de ação, diagnóstico e controle..... | 20 |
|    | 3.2.1 Aspectos gerais do gênero <i>Potyvirus</i> .....                | 22 |
|    | 3.2.2 Aspectos gerais do gênero <i>Tospovirus</i> .....               | 24 |
|    | 3.2.3 Aspectos gerais do gênero <i>Tobamovirus</i> .....              | 27 |
|    | 3.2.4 Aspectos gerais do gênero <i>Cucumovirus</i> .....              | 28 |
|    | 3.3 Principais vírus em <i>Capsicum</i> spp no Brasil.....            | 29 |
| 4. | DISCUSSÃO.....  | 35 |
| 5. | CONCLUSÃO.....  | 37 |
| 6. | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                                       | 38 |

## RESUMO

### **Viroses em pimenta (*Capsicum* spp.): uma descrição do quadro atual no Brasil.**

O gênero *Capsicum* está entre as hortaliças economicamente mais importantes no Brasil, sendo cultivado em todos os estados, nas diversas condições climáticas. Devido à expansão da cultura, problemas fitossanitários têm sido registrados, principalmente os de etiologia viral. As viroses estão entre as doenças de plantas mais importantes e mais complexas para as espécies do gênero *Capsicum*. Algumas espécies virais podem apresentar sintomas idênticos, principalmente em diferentes espécies de pimenta, resultando em uma diagnose difícil no campo. Existem relatos no Brasil de alta incidência de vírus dos gêneros, *Tospovirus* e *Potyvirus* infectando pimenta, alguns se destacando em sua sintomatologia e disseminação, ocasionando perdas econômicas, reduzindo significativamente a produção da cultura. Destacando o gênero *Potyvirus* com as espécies (PVY e PepYMV) e do gênero *Tospovirus* as espécies (TSWV, GRSV). Após esses relatos, é visível a incidência desse vírus infectando *Capsicum* spp em todo o Brasil.

**Palavras- chave: Pimenteiras, *Capsicum* spp., viroses, Brasil.**

## 1. INTRODUÇÃO

As pimenteiras do gênero *Capsicum* spp. são plantas hortícolas originadas e domesticadas no continente americano, representadas por arbustos de pequeno e médio porte (Reifshneider, 2000; Bianchetti, 2005). O Brasil se destaca por ser um importante centro de diversidade para as espécies do gênero *Capsicum* spp, abrigando tanto espécies domesticadas como semidomesticadas e silvestres (Carvalho *et al.*, 2003). Dentre as espécies domesticadas no território brasileiro podemos encontrar, *C. annuum* L. var. *annuum*, *C. baccatum* var. *pendulum* (Wild) Eshbaugh, *C. frutescens* L. e *C. chinense* Jacq (FONSECA, 2006).

Devido à expansão da cultura em diversas regiões do Brasil, perdas significativas têm sido relatadas. Principalmente aquelas ocasionadas por fitopatógenos (Lopes e Ávila, 2003), tais como: fungos, bactérias, nematoides e vírus podendo ser atacada entre as condições mais favoráveis, tornando-se inviável seu cultivo (Monteiro *et al.*, 2000). Dentre as doenças que causam danos significativos na cultura da pimenteira, destacam-se aquelas ocasionadas por infecção por vírus.

Em plantas, as doenças induzidas por vírus podem variar amplamente em termos de severidade, incluindo respostas tolerantes que pouco alteram a fisiologia da planta hospedeira, até respostas severas que podem culminar com a morte da planta (Hull, 2002). As estratégias utilizadas pelos vírus para infectar o hospedeiro incluem modificações estruturais na célula hospedeira, supressão de respostas de defesa como o silenciamento gênico pós-transcricional (Voinnet, 2001) e a interferência com a regulação do ciclo celular, dentre outras. Em contrapartida, as plantas desenvolveram mecanismos para se proteger da infecção viral, como o silenciamento gênico pós-transcricional e a ativação de respostas como a hipersensibilidade e a resistência sistêmica adquirida. Estas respostas de defesa são acompanhadas de alterações na expressão gênica do hospedeiro que incluem a expressão de proteínas relacionadas à patogênese (proteínas PR - "pathogenesis-related proteins") e proteínas envolvidas na sinalização celular. Algumas alterações no padrão de expressão gênica já foram relatadas em interações planta-patógeno.

Os sintomas de infecção viral manifestado na pimenta são amplos, podendo ocorrer infecções simples e mistas. No entanto, algumas espécies virais podem apresentar sintomas idênticos em diferentes espécies de pimenta, resultando em uma diagnose difícil no campo.

No Brasil existem relatos de várias espécies de vírus infectando o gênero *Capsicum*. Espécies do gênero *Begomovirus*, o gênero *Tospovirus* tendo destaque às espécies *Tomato spotted wilt virus* (TSWV), *Groundnut ringspot virus* (GRSV) e *Tomato chlorotic spot virus* (TCSV) e espécies do gênero *Potyvirus* (Inoue-Nagata *et al.*, 2002; Pernezny *et al.*, 2003). Esse gênero apresenta destaque de incidência de vírus em pimenta. A espécie PVY é considerada a espécie “tipo” do gênero *Potyvirus*. Outra espécie do gênero *Potyvirus* bastante relevante em termo de incidência na cultura da pimenteira é a espécie PepYMV, a qual foi inicialmente identificada infectando pimentão em vários estados brasileiros, sendo considerada, atualmente, o principal problema na cultura da pimenteira em várias regiões do Brasil (Inoue-Nagata *et al.*, 2002), principalmente no município de Humaitá, AM (COSTA *et al.*, 2012).

Um fator preocupante nas infecções virais são as medidas de controle utilizadas, que na maioria das vezes, dependendo do vírus, torna-se difícil. Dentre várias medidas utilizadas no manejo de doenças ocasionadas por vírus, destacam-se a utilização de variedades resistentes, sendo considerado um dos métodos mais eficientes no controle de viroses. Entretanto, vale salientar que medidas preventivas devem ser utilizadas tais como: emprego de mudas sadias no plantio, eliminação de plantas hospedeiras contaminadas e controle do inseto-vetor.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

- Revisão bibliográfica com enfoque na importância de viroses em *Capsicum* spp. no Brasil.

### **2.2 Específicos**

- Fazer uma pesquisa com enfoque nas principais incidências virais;
- Pesquisar artigos e revistas estudos referente à incidência dos principais vírus infectando gênero *Capsicum* no Brasil.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Gênero *Capsicum* spp.

As pimenteiras oriundas das regiões tropicais das Américas, pertencente ao gênero *Capsicum* spp. foram uma das primeiras plantas a serem domesticadas (Basu; De, 2003). As plantas nativas da América foram debandadas rapidamente pelos navegadores portugueses e espanhóis para o mundo inteiro. Sendo que, os povos indígenas que ali habitavam costumavam utilizá-la como temperos para dar cor e bom aroma aos alimentos. (REIFSCHNEIDER *et al.*, 2008).

No Brasil, a Amazônia é um importante centro secundário de espécies domesticadas. Ainda que, o manejo integrado desta prática seja considerado fraco do ponto de vista de comercialização, o cultivo das pimenteiras do gênero (*Capsicum* spp.), seja uma alternativa para geração de renda para região (REIFSCHNEIDER, 2000).

O cultivo das pimenteiras atende uma grande relevância no mercado brasileiro, englobando desde pequeno produtor e pequenas agroindústrias até grandes indústrias exportadoras. Ocorre praticamente em todas as regiões do País, tendo como principais estados produtores Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Ceará, Sergipe e Rio Grande do Sul (RIBEIRO *et al.*, 2007).

As pimenteiras hortícolas são plantas Dicotiledôneas, pertencente à Família das Solanaceae (Andrews, 1995). Tendo como características capsaicina, substância responsável pelo sabor picante, uma característica de qualidade das pimentas, a qual o grau varia de acordo com a espécie e o tipo de pimenta. De acordo com Filgueira (2008), as espécies de *Capsicum* são arbustivas, com caule semilenhoso, podendo variar de acordo com a espécie e as condições de cultivo. Apesar de perenes, são cultivadas como plantas herbáceas anuais.

As flores são hermafroditas, ou seja, a mesma flor produz gametas masculinos e femininos. Portanto, as espécies do gênero *Capsicum* são plantas autógamas, o que facilita a sua reprodução, embora haja polinização cruzada, por intermédio de insetos polinizadores, também pode ocorrer entre

indivíduos dentro da mesma espécie e entre espécies do mesmo gênero (CARVALHO e BIANCHETTI, 2004; FILGUEIRA, 2008).

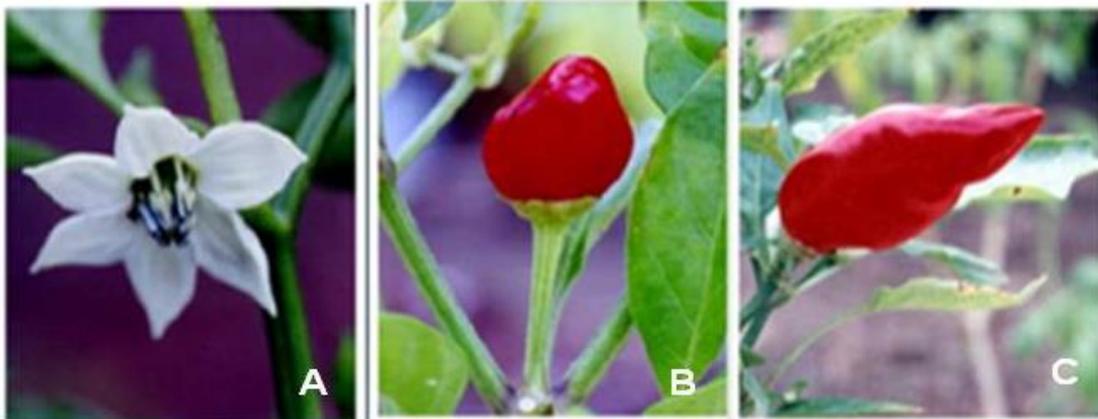
Segundo Cruz & Banci (2008), as pimenteiras do gênero *Capsicum* apresentam cultivo relativamente fácil, quando comparados às outras solanáceas, como a batata, tomate e o pimentão. No campo, apresentam certa rusticidade e um ciclo mais longo, o período de colheita pode ser realizado por mais de um ano (CNPQ, 2009). Mesmo cultivada de maneira rústica, dezenas de variedades são produzidas no Brasil, contribuindo com o mercado financeiro de milhões por ano.

De acordo com vários trabalhos realizados referentes à taxonomia do gênero *Capsicum spp.* (Moscone *et al.*, 2003; Barboza e Bianchetti, 2005). Até o momento, são reconhecidos 35 *táxons*, incluindo as espécies e algumas variedades botânicas. Portanto, o nível de domesticação, é distribuído da seguinte forma: cinco domesticados, 10 semidomesticados e cerca de 20 silvestres (MOREIRA *et al.*, 2006) (Tabela 1). A maioria desses *táxons* são representadas pelas espécies silvestres, de modo geral bem documentadas quanto à distribuição no continente americano, com exceção às brasileiras, que se concentram, sobretudo, na Mata Atlântica e na região Amazônica (MCLEOD *et al.*, 1982; REIFSCHNEIDER, 2000; BUSO *et al.*, 2002.).

A seguir, encontram-se listados os cinco *táxons* domesticados, sua distribuição nas Américas e breves referências sobre suas características morfológicas. As informações são baseadas nos trabalhos de CASALI e COUTO, 1984; REIFSHNEIDER, 2000; MOREIRA *et al.*, 2006.

1. *Capsicum annuum var. annuum* L. – é o *taxo* mais cultivado e com maior variabilidade. Seu centro de diversidade é o México e a América Central.

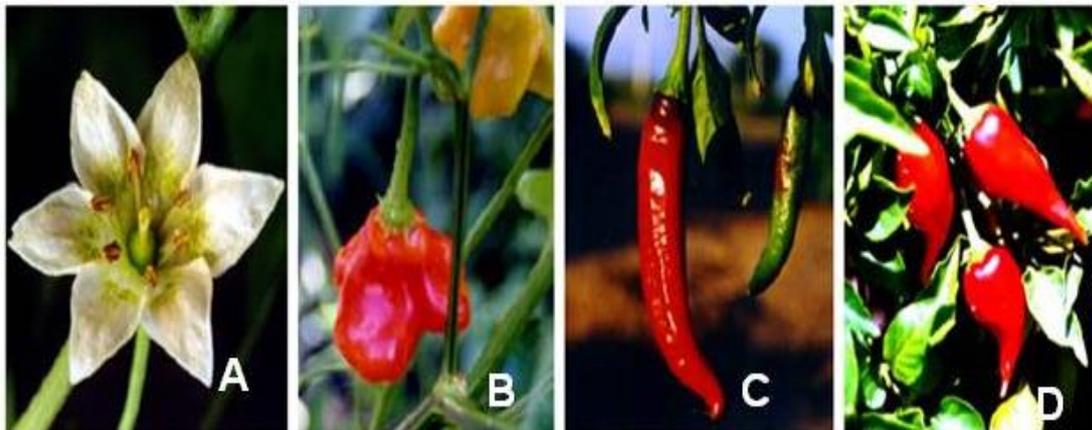
Características morfológicas: apresenta uma flor por nó, raramente mais de uma. Na antese, os pedicelos podem ser eretos, pendentes ou anulados. A corola é branca, raramente violeta, sem manchas na base dos lobos das pétalas. As anteras são geralmente azuladas. Os cálices dos frutos maduros são pouco dentados e não possuem constrição anelar na junção do pedicelo. Os frutos, geralmente pendentes e persistentes, podem exibir várias cores, tamanhos e formas (Figura 1).



**FIGURA 1.** Foto das cultivares de *Capsicum annum* var. *annum*. A: Flor *Capsicum* Solanaceae; B e C: Pimentas de mesa. Fonte: Barbosa *et al.*, (2009).

2. *Capsicum baccatum* var. *pendulum* L. – as pimentas “dedo-de-moça” e “chapéu-de-frade” são os tipos de táxon mais comuns e cultivados no Brasil. Apresentam frutos pequenos, iguais à baga. Tendo como centro de origem Bolívia e Peru.

Características morfológicas: apresentam número de uma a duas flores. Na antese, pedicelos eretos. A corola é branca, sempre com um par de manchas amareladas ou esverdeadas na base de cada lobo das pétalas. As anteras são amarelas. Os cálices dos frutos maduros são evidentemente dentados e não possuem constrição anelar na junção do pedicelo. Os frutos podem apresentar várias cores e formas (Figura 2).

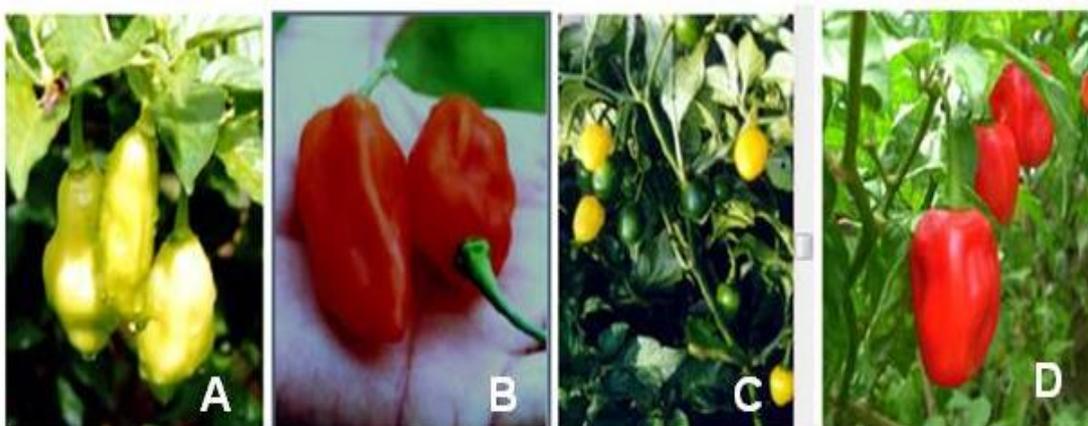


**FIGURA 2.** Fotos das cultivares de *Capsicum baccatum* var. *pendulum*. A: Flor Solanaceae; B: Pimenta Chapéu-de-frade; C: Pimenta Dedo-de-moça; D: Pimenta Unha-de-moça. Fonte: Barbosa *et al.*, (2009).

3. *Capsicum chinense* Jacq. – os frutos exibem os mais variados tipos de forma, coloração, aroma e graus de pungência. Sua maior diversidade

encontra-se na bacia amazônica. Entre as mais conhecidas estão as “pimentas-de-cheiro”, as “pimentas Cumari-do-Pará” e as “Canaimé”.

Características morfológicas: as flores são em número de duas a cinco por nó, raramente solitárias. Na antese, os pedicelos apresentam-se inclinados ou pendentes, mas também, podendo ser eretos. A corola é branca esverdeada, sem manchas, raramente branca ou com manchas púrpuras. Os lobos são planos, não se dobram. As anteras são, de modo geral, azuis, roxas ou violetas. Os cálices dos frutos maduros são pouco dentados. Apresentam-se, tipicamente, com uma constrição anelar na junção ao pedicelo. Os frutos são de várias cores e formas, geralmente pendentes e persistentes (Figura 3).



**FIGURA 3.** Foto das cultivares *Capsicum chinense*. A: Pimenta de cheiro; B: Pimenta de cheiro vermelha; C: Pimenta Cumari-do-Pará; D: Pimenta Canaimé. Fonte: Barbosa *et al.*, (2009).

4. *Capsicum frutescens* L. - no Brasil, popularmente conhecida como “malagueta”. Seus frutos são bastante pungentes. A espécie apresenta variabilidade bem menor que as demais cultivadas. Alguns autores indicam a bacia amazônica como provável centro de origem, onde a espécie é encontrada na forma silvestre. Acredita-se que sua domesticação se deu no Panamá e de lá se dispersou ao México e ao Caribe (DEWITT E BOSLAND, 1996).

Características morfológicas: cada nó pode apresentar de uma a três flores, ocasionalmente fasciculadas. Na antese, os pedicelos são tipicamente eretos. A corola é branca esverdeada, sem manchas. Os lobos, de modo geral, dobram-se para trás. As anteras são comumente azuis, roxas ou violetas. Os cálices dos frutos maduros apresentam-se pouco ou não dentados e não exibem constrição anelar à junção com o pedicelo. Os frutos

são geralmente vermelhos, cônicos, eretos e com parede muito delgada (Figura 4).



**FIGURA 4.** Foto das cultivares *Capsicum frutescens*: A: Malaguêtinha; B: Malagueta; C: Malaguetao; D: Flor da *C. frutescens*. Fonte: Barbosa *et al.*, (2009).

5. *Capsicum pubescens* R. & P. – as pimentas representantes deste *táxo* não ocorrem no Brasil. O epíteto específico significa pêlos, observados na superfície de sua parte aérea. São originadas da Bolívia e cultivadas em regiões andinas, do Chile à Colômbia. Também são encontradas, em pequenas quantidades, na Guatemala e ao sul do México. Possuem flores púrpuras e, ao contrário de todas as outras domesticadas, as quais apresentam sementes cor de palha, esta espécie exibe sementes pretas. Conhecidas por “rocotos”, nome dado pelos incas. Em outras partes do mundo, permanecem desconhecidas (ESHBAUGH, 1993; REIFSCHNEIDER; 2000)

**TABELA 1.** Distribuição das espécies e variedades do gênero *Capsicum* em diferentes categorias, conforme grau de domesticação.

| Domesticadas                              | Semidomesticadas/cultivadas                    | Silvestres                                 |
|---|--|--|
| * <i>C. annum</i> var. <i>annum</i>       | * <i>C. annum</i> var. <i>glabriuculum</i>     | * <i>C. buforum</i>                        |
|   | * <i>C. baccatum</i> var. <i>baccatum</i>      |  |
| * <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> | * <i>C. baccatum</i> var. <i>praetermissum</i> | * <i>C. campylopodium</i>                  |
| * <i>C. chinense</i>                      | <i>C. chinense</i> (forma silvestre)           | <i>C. chacoense</i> var. <i>tomentosum</i> |
|   | <i>C. frutescens</i> (forma silvestre)         | <i>C. ciliatum</i>                         |
| * <i>C. frutescens</i>                    | <i>C. cardenassi</i>                           | <i>C. coccineum</i>                        |
| <i>C. frutescens</i>                      | <i>C. eximium</i>                              | <i>C. cornutum</i>                         |
|   | <i>C. tovari</i>                               | <i>C. dimorphum</i>                        |
|   | <i>C. chacoense</i>                            | * <i>C. dusenni</i>                        |
|   | <i>C. galapagoense</i>                         | * <i>C. flexuosum</i>                      |
|   |  | * <i>C. friburgense</i>                    |
|   |  | <i>C. geminifolium</i>                     |
|   |  | <i>C. hookerianum</i>                      |
|   |  | * <i>C. hunzikerianum</i>                  |
|   |  | <i>C. lanceolanum</i>                      |
|   |  | <i>C. minutiflorum</i>                     |
|   |  | * <i>C. mirabile</i>                       |
|   |  | * <i>C. parvifolium</i>                    |
|   |  | * <i>C. pereirae</i>                       |
|   |  | <i>C. shottianum</i>                       |
|   |  | <i>C. scolnikianum</i>                     |
|   |  | * <i>C. vilosum</i>                        |

\*Espécies de ocorrência no Brasil. Fonte: Barboza e Bianchetti (2005), Reifshneider (2000) e Moreira *et al.*, (2006).

### 3.2 Os vírus em pimenteira: modo de ação, diagnóstico e controle.

Os vírus são parasitas intracelulares obrigatórios que induzem alterações no metabolismo e em vários processos fisiológicos das plantas, podendo causar sérios distúrbios no tecido vegetal (Colariccio *et al.*, 2001). Contudo, são capazes de multiplicar-se somente em células vivas de organismos superiores. Para isso, utilizam o metabolismo das células do hospedeiro (plantas).

O processo de infecção inicia-se após a entrada do vírus na planta. Mas para que isso aconteça, os vírus devem superar algumas barreiras físicas que só pode ser ocasionado através de um ferimento ou provocado. Portanto, os insetos cumprem com eficiência a penetração nas células, rompendo a parede celular e na alimentação injetam o vírus no citoplasma das células.

De acordo com Vicente (1979) e Agrios, (1988), os principais sintomas apresentados nas plantas são deformações foliares e desvios de cor do tipo mosaicos, mosqueados, clorose e amarelecimento, as quais apresentam modificações estruturais, bioquímicas e fisiológicas sofridas pela célula. Essas alterações são notáveis nos ramos, nas folhas, flores e frutos. Segundo Bergamim Filho *et al.*, (1995) os sintomas de albinismo, clorose, nanismo, mosaico, estiolamento, roseta, bronzeamento, enação são resultantes da anomalias no crescimento e irregularidade na multiplicação e na diferenciação de células infectadas por vírus. Esses autores afirmam que diferentes sintomas induzidos por um vírus na mesma planta, ou hospedeiras diversas contribuem para identificação de um vírus (Figura 5), ressaltando que para a diagnose correta é necessário que outros testes sejam realizados.



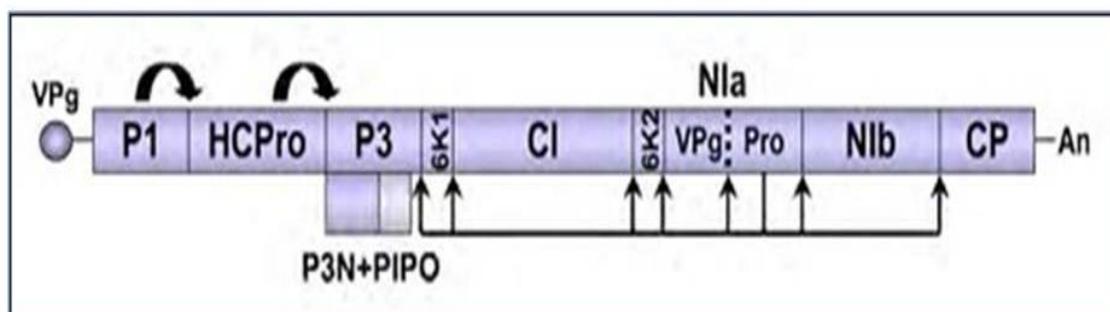
**FIGURA 5** (A): Sintomas foliar de mosaico e necrose em batata causada por estirpe necrótica de PVY. (B): sintomas de mosaico e malformação foliar causado por PVY em pimenta. Adaptado de Agrios, 2005.

A sintomatologia é uma forma de diagnóstico complementar nas infecções virais. Esse método está associado ao diagnóstico biológico que na maioria das vezes utiliza-se gama de hospedeiro. Uma boa medida de controle de doenças causadas por vírus no campo depende de um diagnóstico preciso. No diagnóstico de viroses vegetais ainda são bastante utilizados os métodos de testes biológicos (gama de hospedeiro e sintomatologia), transmissão por vetor, testes sorológicos e moleculares.

### 3.2.1 Aspectos gerais do gênero *Potyvirus*

O gênero *Potyvirus* pertence à família *Potyviridae*, a qual está organizada em seis gêneros (*Potyvirus*, *Rymovirus*, *Tritimovirus*, *Bymovirus*, *Ipomovirus* e *Macluravirus*). Essa classificação é baseada no inseto-vetor e número de componentes do genoma (BERGER *et al*, 2005).

O gênero *Potyvirus* constitui a maior e economicamente mais importantes família de vírus sendo transmitidos por afídeos (Homoptera: *Aphididae*) de maneira não-circulativa e possuem somente um componente genômico. As espécies virais classificadas no gênero *Potyvirus*, ao qual pertencem os vírus o *Potato vírus Y* (PVY) e o *Pepper Yellow mosaic virus* (pepYMV) que causam danos a cultura da pimenteira (*Capsicum* sp), apresentam como material genético uma única molécula de RNA de fita simples, sentido positivo, com aproximadamente 10.000 nucleotídeos, com uma proteína viral, denominada VPg (viral protein, genome-linked), ligada covalentemente à extremidade 5' e uma cauda poli-A ligada à extremidade 3' do RNA (Figura 6).



**FIGURA 6.** Esquema do componente genômico dos *Potyvirus*: O RNA fita simples está ligado covalentemente a extremidade 5' pela proteína VPg e a cauda poli A (Na) na extremidade 3'. As ORF (fase de leitura aberta) são indicadas como as caixas com seus nomes e divididas em linhas verticais. As setas indicam o sitio de clivagem e as proteases responsáveis por cada clivagem. Fonte: Valli *et al.*, (2008).

A maioria das proteínas dos *Potyvirus* possui mais de uma função. Essas proteínas incluem a replicase viral, proteínas de movimento célula-a-célula e a longa distância, proteínas responsáveis pela transmissão por afídeos e a proteína capsidial (Prusset *et al.*, 1997; Shukla *et al*, 1994; Verchot & Carrington, 1995b). As espécies de vírus pertencentes ao gênero

*Potyvirus* possuem características como partículas alongadas e flexuosas, com 680 a 900 nm de comprimento por 11 a 13 nm de diâmetro (Figura 7).



**FIGURA 7.** Eletromicrografia de partículas de um *Potyvirus* (PVY) contratadas negativamente (Shukla *et al.*, 1994).

Os principais sintomas ocasionados pelos *Potyvirus* incluem clorose, clareamento de nervuras, mosqueado, pontos necróticos, distorção foliar e necrose. Podendo ser afetados flores, sementes e frutos (SHUKLA *et al.*, 1994).



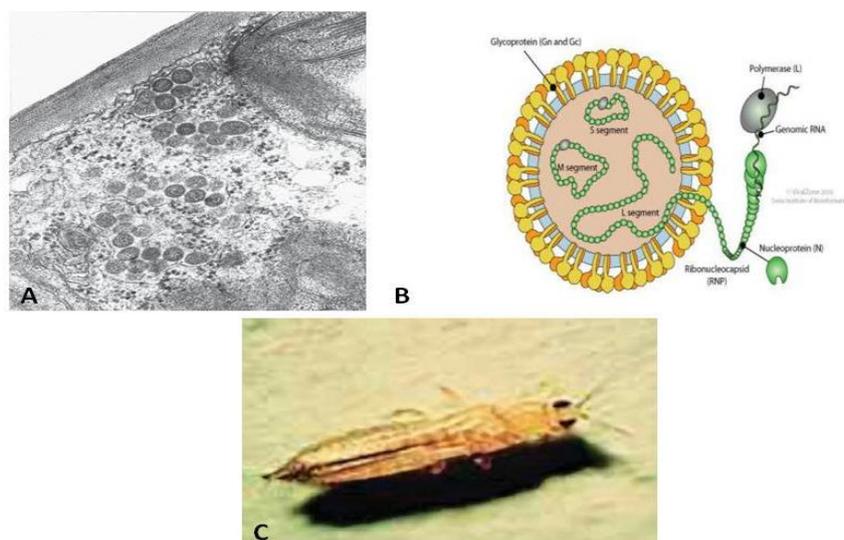
**FIGURA 8:** Infecção em pimenteira tipo bode. (A): PVY apresenta enrugamento e distorção foliar, além de redução no desenvolvimento da planta; (B): PepYMV apresenta mosaico amarelo, mosqueado e deformação de folhas. Fonte: Embrapa, (2011).

No controle de viroses, as medidas recomendadas são preventivas, visando evitar a infecção e reduzir seu efeito na produção. A utilização de variedades resistentes é considerada um método de controle mais eficiente no controle das viroses. Entretanto, medidas preventivas como a utilização de mudas saudáveis no plantio, eliminação de plantas hospedeiras contaminadas,

fazer os plantios separados uns dos outros com o melhor isolamento possível e não fazer novos plantios ao lado de campos com alta incidência da doença podendo surtir efeito positivo no controle das viroses.

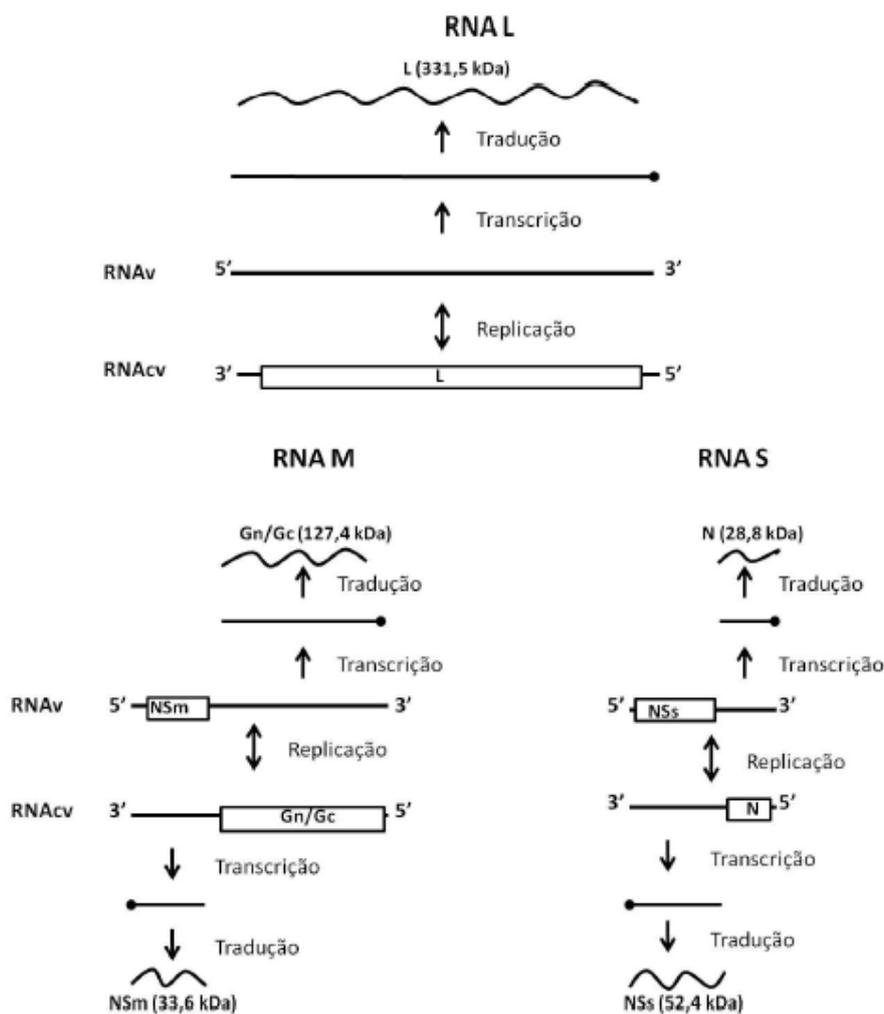
### 3.2.2 Aspectos gerais do gênero *Tospovirus*

O gênero *Tospovirus* cuja doença conhecida como “vira cabeça” pertencem à família *Bunyaviridae*, são fitopatógenos que infectam mais de 1000 espécies de plantas, possuem partículas virais esféricas de 80 – 120nm de diâmetro, revestidos por uma membrana lipoproteica, contendo genoma de três RNAs de fita simples tripartido. Pelo menos dez espécies de tripses pertencentes aos gêneros *Frankliniella*, *Thrips* e *Scirtothrips* são vetores de *Tospovirus*, de maneira circulativa e propagativa. Para que esses insetos se tornem transmissores, é necessário que adquiram o vírus na fase de ninfa (fase imatura do inseto), alimentando-se em plantas doentes. No TSWV, por exemplo, a aquisição do vírus ocorre quando as ninfas dos tripses alimentam-se em plantas infectadas por um período mínimo de quinze a trinta minutos. Após a aquisição da partícula viral, se multiplica no inseto vetor, passando por um período de incubação que varia de quatro a 18 dias em *Thrips tabaci* e de quatro a 12 dias em *Frankliniella fusca*, a partir dos quais o inseto se torna apto a transmitir o vírus para plantas ainda não infectadas (WIJKAMP *et al.*, 1993; VAN POELWIJK *et al.*, 1993) (Figura 9).



**FIGURA 9.** (A): Infecção de *Tospovirus* em célula de plantas; (B): Ilustração esquemática da partícula de um *Tospovirus*; (C): Inseto vetor tripses. Adaptado de Agrios, 2005.

A expressão das proteínas virais em *Tospovirus* exige a transcrição de RNA mensageiros subgenômicos tanto a partir do RNA viral quanto do complementar nos seguimentos ambisenso (S e M) ou somente do RNA viral no caso do segmento L (German *et al.*, 1992) (figura 10). Assim como em outros vírus de RNA ambisenso negativo, a polimerase depende de RNA de *Tospovirus* pode desempenhar inúmeras funções durante o processo de multiplicação na célula hospedeira, apresentando atividades de replicação e transcrição (TORDO *et al.*, (1992); ADDKIS *et al.*, (1995); CHAPMAN *et al.*, (2003).



**FIGURA 10.** Organização genômica e estratégica de expressão de um *Tospovirus*. Fonte: Oliveira, (2011).

De acordo com Resende *et al.*, (1996) e Bezerra *et al.*, (1999) são encontrados no Brasil várias espécies do gênero *Tospovirus*: *Tomato spotted wilt virus* (TSWV), *Tomato chlorotic spot virus* (TCSV), *Groundnut ringspot virus* (GRSV), *Chrysanthemum stem necrosis virus* (CSNV), *Zucchini lethal*

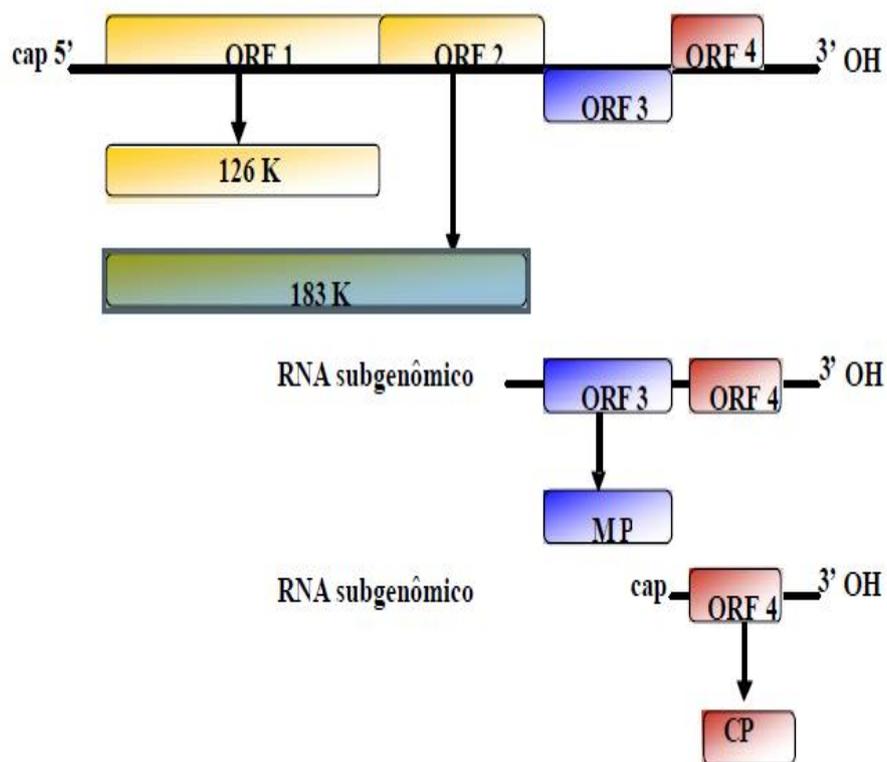
*chlorosis virus* (ZLCV) e *Iris yellow spot virus* (IYSV). O número de espécies de *Tospovirus* ocorrentes apenas no Brasil torna a América do Sul à segunda porção continental com maior diversidade, ficando somente atrás do continente Asiático (Pappu *et al.*, 2009). Dentre as espécies do gênero *Tospovirus*, tem-se um maior destaque o *Tomato spotted wilt virus* (TSWV). Esse vírus é considerado um dos principais problemas que infectam as pimentas (Bosland, 1999). Podendo, as plantas serem infectadas em todos os estádios de desenvolvimento.

A epidemiologia deste vírus está associada de maneira persistente à transmissão pelo inseto tripses. O vetor adquire o vírus ainda na fase larval permanecendo no corpo do inseto a vida toda. Os sintomas mais característicos do gênero *Tospovirus* são anéis clorótico nas folhas jovens, coloração bronzeada e distorções. Na fase mais avançada da doença, as folhas e caule apresentam necrose e morte do ponteiro, além da redução significativa da produtividade (COLARICCIO *et al.*, 2001).

As medidas de controle de viroses são, basicamente, preventivas. O controle de *Tospovirus* é complexo, considerando além do grande número de espécies de plantas que esses vírus podem infectar as diferentes espécies do vírus e do vetor. A adoção de práticas culturais, além da utilização do controle químico do vetor e da resistência genética podem reduzir as perdas devido à doença. Como medidas recomendam-se: estabelecer as sementeiras em lugares isolados, distantes de plantios mais velhos de tomateiro e/ou de outras culturas hospedeiras do vírus e/ou do vetor; fazer a aplicação sistemática de inseticidas em mudas na sementeira e após o transplante para o campo, visando controlar o tripses; eliminar plantas hospedeiras do vírus e/ou do vetor dentro e próximo às áreas cultivadas; estabelecer barreiras em volta do plantio (milho ou crotalária) como quebra-ventos para dificultar a migração do inseto- vetor. Em plantios com alta incidência de vira-cabeça, recomenda-se deixar a área sem a cultura por um período de tempo (LOPES *et al.*, 2003).

### 3.2.3 Aspectos gerais do gênero *Tobamovirus*.

Os vírus que compõem o gênero *Tobamovirus* são constituídos por dezessete espécies. De acordo com o número de nucleotídeos presentes entre as ORFs (*Open Reading Frame*) da proteína de movimento e da proteína capsidial, análise filogenética e gama de hospedeiras. De acordo com Lewandowski (2005), o gênero *Tobamovirus* apresenta morfologia alongada, cilíndrica e rígida com aproximadamente 300 nm de comprimento e 18 nm de diâmetro. Apresenta também ácido nucléico constituído por uma fita simples de RNA de polaridade positiva, com aproximadamente 6395 nucleotídeos codificando quatro proteínas: 126 kDa e 183 kDa (replicase viral), 30 kDa (proteína de movimento-MP) e a proteína capsidial (CP) de 17,5 kDa pode ser observado na (Figura 11). Várias espécies do gênero *Tobamovirus* podem infectar *Capsicum* spp., tais como o: *Tobacco mosaic virus* (TMV), *Tomato mosaic virus* (ToMV) e o *Pepper mild mottle vírus* (PMMoV) sendo este último inicialmente relatado no Brasil infectando plantas de pimenta e pimentão em cultivos protegidos desde 2001.



**FIGURA 11:** Organização do genoma de um *Tobamovirus*. O RNA viral está indicado pelas suas extremidades 5' e 3'. CP: capa protéica; MP proteína de movimento, (adaptado de Lewandowski, 2005).

A transmissão dos *Tobamovirus* ocorre por meio da ação mecânica de ferramentas contaminadas, contato entre plantas e pela ação das mãos contaminadas do homem (Tanzi *et al.*, 1986). Portanto, as medidas de controle a serem adotadas devem ser preventivas visando evitar ou reduzir a infecção das plantas. Estas incluem diversas estratégias que devem ser empregadas conjuntamente como eliminação de fontes de inóculo no campo, redução da disseminação da doença por meio do controle do vetor, plantio de sementes livres de vírus e de mudas saudáveis.

### 3.2.4 Aspectos gerais do gênero *Cucumovirus*

O gênero *Cucumovirus*, apresenta partículas isométricas de aproximadamente 30 nm de diâmetro. Segundo Ding *et al.*, (1994), o capsídeo é composto de um genoma tripartido de 3 RNAs genômicos e 1 subgenômico de fita simples, sentido positivo. Estes codificam as proteínas relacionadas com a replicação viral, que codifica uma proteína relacionada com o movimento de célula a célula. A capa protéica é traduzida a partir de um RNA mensageiro subgenômico do RNA 3, denominado RNA 4, que também é encapsidado (PALUKAITIS *et al.*, 1992).

Os sintomas mais comuns provocados pelo gênero *Cucumovirus* são os de mosaico foliar, folhas filiformes e atrofia da planta, sendo mais severos quando a infecção ocorre nas primeiras folhas verdadeiras da planta. De acordo com Atencio *et al.*, (1997), também podem ocorrer os sintomas em folhas e frutos, tais como: Malformação, atrofia de frutos, manchas e desenhos necróticos, bem como sintomas foliares de mosqueado (Nagai, 1984). Quando a infecção é precoce, pode produzir necrose do talo principal e morte da planta (VEÑALS *et al.*, 1996).

Os vírus ocasionados pelo gênero *Cucumovirus* são de difícil controle, principalmente pelo fato de apresentar a capacidade de infectar diversas espécies de plantas (Quiot *et al.*, 1979; Rist & Lorbeer, 1989), pois os insetos vetores são difíceis de serem controlados com inseticidas (Chalfant *et al.*, 1977; Wyman *et al.*, 1979; Orozco *et al.*, 1994). Brioso (1996) destaca a importância da utilização de cultivares tolerantes, pois o uso de inseticidas é

ineficiente em razão da forma de transmissão do vetor ser do tipo não circulativo (picada de prova).

### 3.3 Principais vírus em *Capsicum* spp no Brasil

O termo doença pode ser definido como qualquer anomalia provocada por microrganismos ou fatores abióticos que levam a distúrbios no metabolismo do tecido vegetal, assim como redução na produção ou na qualidade do produto final (Lopes e Ávila, 2003). Em plantas, as doenças induzidas por vírus podem variar amplamente em termos de severidade, incluindo respostas tolerantes que pouco alteram a fisiologia da planta hospedeira, até respostas severas que podem culminar com a morte da planta.

O gênero *Capsicum* é infectado por um grande número de vírus, tendo como destaque, vírus do gênero *Potyvirus*, cujas espécies *Pepper yellow mosaic virus* (PepYMV) e *Potato virus Y* (PVY) apresenta as espécies mais importantes que infecta a cultura da pimenteira. A espécie PVY é considerada a espécie “tipo” do gênero *Potyvirus* e várias estirpes deste vírus já foram identificadas (Glais *et al.*, 2002). Essa espécie é conhecida mundialmente infectando várias culturas, sendo observada primeiramente, no Brasil, infectando a cultura da batateira na década de 40 (NÓBREGA & SILBERSCHMIDT, 1944) e em pimentão na década de 50 (COSTA & ALVES, 1950).

Trabalhos de classificação e incorporação de genes de resistência iniciaram no Brasil na década de 60, pelo pesquisador Hiroshi Nagai, no Instituto Agrônomo, em Campinas (SP). Cultivares como Porto Rico Wonder, Mogi das Cruzes, Casca Dura e uma pimenta (*C. annuum*) introduzida da Flórida, denominada P11, foram utilizadas com sucesso na obtenção de resistência ao PVY, cada qual mostrando resistência específica a uma estirpe (NAGAI, 1971). Na época, foram classificadas quatro estirpes, denominadas de Yn, Yw, Yf e Yft.

De acordo com Boiteux & Pessoa, (1994); Briosso *et al.*, (1996), a introdução de gene de resistência em cultivares agrônomo ao PYY, através de programa de melhoramento iniciado por NAGAI na década de 60, mostrou-

se bastante eficiente conseguindo impedir a disseminação de todas as estirpes do vírus então presentes no Brasil. Entretanto, na década de 80, surgiu a estirpe PVY<sup>m</sup>, que superou a resistência da série Agrônômico, especialmente da cultivar Agrônômico 10G, que prevaleceu no mercado por mais de duas décadas (Nagai, 1983). Em 1983, esse vírus era apontado como um dos grandes problemas para a produção de pimentão no Estado de São Paulo (NAGAI, 1993). Dessa forma, o PVY era o único *Potyvirus* descrito em plantas do gênero *Capsicum* no Brasil (NAGAI, 1983; BRIOSO *et al*,1996).

Vários autores têm relatado a incidência de PVY no Estado de São Paulo. Echer e Costa (2002) relataram a incidência de PVY em plantio de pimentão no município de Piracicaba SP. Esses autores realizaram testes de resistência para avaliar a reação de híbrido comercial Acuario, Magali R, Nathalie e suas respectivas gerações F2 e F3, além dos híbridos Amanda, Corteso W208, CPC-6272, Dagmar, Elisa, Magali, Margarita, Monteiro, Quantum e Vivo W205, a *Potato virus Y*, estirpe m (PVY<sup>m</sup>). Como resultado os autores descreveram que os híbridos Amanda, Acuario, Corteso W208, Dagmar, Elisa, Margarita, Monteiro, Quantum e Vivo W205, considerados resistentes ao PVY, mostraram-se altamente suscetíveis à estirpe PVY<sup>m</sup>. Sacchi *et al.*, (2003), coletaram amostras de folhas de pimentão com incidência de PVY em Paulínia, SP.

Utilizaram-se progênies segregantes do programa de melhoramento de pimentão do Centro de Horticultura do IAC, oriundas de seleções embasadas em características agrônômicas e resistência à infecção natural pelo PVY. Trinta e cinco progênies de pimentão do programa de melhoramento do IAC, foram inoculadas com este isolado denominado PVY-Pa, e cinco cultivares comerciais foram inoculadas como controle positivo, pois têm uma reação conhecida ao PVY. Das progênies avaliadas sete progênies F3 derivadas de híbridos triplos de pimentão apresentaram plantas com ausência de sintomas, das quais o vírus não pode ser recuperado pela inoculação, confirmando a ausência de multiplicação do vírus nestes híbridos.

Vale ressaltar também que os mesmos identificaram uma infecção mista de *Potyvirus* e *Tobamovirus* nas amostras coletadas em Paulínia-SP, o que provavelmente pode ter interferido nos seus resultados.

Com a expansão do plantio de *Capsicum* observou-se um aumento significativo da incidência de mosaico em campos de pimentão e pimenta cultivados na época, sugerindo a emergência de novas estirpes do vírus, ou a presença de outros *Potyvirus* que não o PVY. Até há pouco tempo o único *Potyvirus* relatado em espécies de *Capsicum* no Brasil era o PVY (NAGAI, 1983; BOITEUX & PESSOA, 1994; BRIOSO, 1996; BRIOSO *et al.*, 1996).

Em 2002, Inoue-Nagata *et al.*, relataram a ocorrência de uma nova espécie de *Potyvirus* causando mosaico amarelo e distorção foliar em pimentão. Esses autores coletaram amostras de pimentão com incidência de vírus apresentando sintomas típicos de infecção por PVY. No entanto, através de análise de sequência gênica molecular desse isolado, foi observado que se tratava de uma nova espécie do gênero *Potivirus* sendo denominada PepYMV. A partir desse estudo, vários trabalhos tem relatado a ocorrência do PepYMV na culta de *Capsicum*.

Truta *et al.*, (2004), avaliaram a identidade e propriedades de isolados de *Potyvirus* provenientes de *Capsicum* spp. Amostras de plantas com sintomas de mosaico e deformação foliar foram obtidos em campos de produção de pimentão e pimenta localizados nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo, apresentando infecção viral. Além dos isolados coletados foram utilizados os isolados PVY<sup>N</sup>-BR e PVY<sup>O</sup>-BR, como controles, conforme (Tabela 2).

Avaliou-se a reação através da sintomatologia em várias plantas hospedeira (Teste Biológico) e caracterização molecular dos isolados coletados. Os autores confirmaram através da análise filogenética a identidade de seis isolados coletados como Pepper yellow mosaic virus (PepYMV), um *Potyvirus* descrito recentemente infetando pimentão no Brasil. Sugerindo dessa forma que o PepYMV pode ser a espécie de *Potyvirus* predominante em *Capsicum* spp. no Brasil. Os autores ressaltam também a importância da análise molecular para classificação proveniente de *Capsicum* spp. Uma vez que os isolados coletados e classificados apresentaram gama de hospedeiro semelhante e relacionamento sorológico, dificultando desta forma a identificação entre ambos.

Avaliou-se a reação através da sintomatologia em várias plantas hospedeira (Teste Biológico) e caracterização molecular dos isolados

coletados. Os autores confirmaram através da análise filogenética a identidade de seis isolados coletados como Pepper yellow mosaic virus (PepYMV), um *Potyvirus* descrito recentemente infectando pimentão no Brasil. Sugerindo dessa forma que o PepYMV pode ser a espécie de *Potyvirus* predominante em *Capsicum* spp. no Brasil. Os autores ressaltam também a importância da análise molecular para classificação proveniente de *Capsicum* spp. Uma vez que os isolados coletados e classificados apresentaram gama de hospedeiro semelhante e relacionamento sorológico, dificultando desta forma a identificação entre ambos.

**TABELA 2:** Origem dos isolados virais utilizados neste estudo

| <b>Isolado</b>       | <b>Hospedeiro</b>        | <b>Procedência</b>          |
|----------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 1                    | <i>Capsicum baccatum</i> | Leopoldina, MG              |
| 2                    | <i>C. annuum</i>         | Igarapé, MG                 |
| 3                    | <i>C. annuum</i>         | Igarapé, MG                 |
| 4                    | <i>C. annuum</i>         | Guidoval, MG                |
| 7                    | <i>C. annuum</i>         | Guidoval, MG                |
| 8                    | <i>C. baccatum</i>       | Guarani, MG                 |
| 9                    | <i>C. annuum</i>         | Venda Nova do Imigrante, ES |
| 10                   | <i>C. frutescens</i>     | Guarani, MG                 |
| 11                   | <i>C. baccatum</i>       | Guarani, MG                 |
| 12                   | <i>C. chinense</i>       | Montes Claros, MG           |
| 13                   | <i>C. frutescens</i>     | Guarani, MG                 |
| 14                   | <i>C. frutescens</i>     | Guarani, MG                 |
| 15                   | <i>C. frutescens</i>     | Guarani, MG                 |
| 16                   | <i>C. frutescens</i>     | Guarani, MG                 |
| 17                   | <i>C. frutescens</i>     | Guarani, MG                 |
| 18                   | <i>C. annuum</i>         | Ribeirão Vermelho, MG       |
| 19                   | <i>C. annuum</i>         | Itumirim, MG                |
| 20                   | <i>C. annuum</i>         | Valão do Barro, RJ          |
| 21                   | <i>C. annuum</i>         | Viçosa, MG                  |
| 22                   | <i>C. annuum</i>         | Bragança Paulista, SP       |
| PVY <sup>N</sup> -BR | <i>Solanum tuberosum</i> | Lavras, MG                  |
| PVY <sup>O</sup> -BR | <i>S. tuberosum</i>      | Lavras, MG                  |

Fonte: Truta, (2004).

Na Região Norte do Brasil, devido à expansão da cultura de *Capsicum* spp, têm-se observado incidência de vírus em toda área plantada. Estudos iniciais foram realizados com o intuito de caracterizar esses vírus. Costa *et al.*, (2013), iniciou os estudos de caracterização de vírus infectando *Capsicum* spp. no município de Humaitá, AM. A autora utilizou folhas jovens de pimenta malagueta com infecção viral através (teste sorológico ELISA indireto), onde a inoculação foi realizada com pimentas do tipo malagueta, murupi, pimenta de cheiro, pimenta dedo de moça, tekila (*C. chinense*)

pimenta doce comprida (*C. annum*) e pimentão Yolo Wonder (*C. annum*). Resultados preliminares indicaram a existência de PepYMV infectando várias espécies de *Capsicum*. Sendo os sintomas mais severos em pimentas do que em pimentão. Após esses relatos, é visível a incidência desse vírus infectando *Capsicum* spp em todo o Brasil.

Além da ampla distribuição e importância de infecção desses em *Capsicum* spp foi relatada a ocorrência de *Tospovirus Tomato spotted wilt virus* (TSWV), *Groundnut ringspot virus* (GRSV) e *Tomato chlorotic spot virus* (TCSV), o Tobamovírus *Pepper mild mottle virus* (PMMoV) e o cucumovírus *Cucumber mosaic virus* (CMV) (Inoue Nagata *et al.*, 2002; Pernezny *et al.*, 2003; Cezar, *et al.*, 2009; Lima *et al.*, 2010). A distribuição desses vírus também têm sido ampla em todo o Brasil.

Segundo Oliveira (2011), estudos realizados por De Ávila *et al.*, (1993); Fauquet *et al.*, (2005), inicialmente, duas espécies de *Tospovirus* (TCSV e GRSV) foram consideradas estipes de TSWV. Porém, trabalhos sorológicos e moleculares observaram diferenças na classificação taxonômica e delimitaram sequências de aminoácidos da nucleoproteína (N). No entanto, a classificação de novas espécies de *Tospovirus* é determinada quando a identidade de sequenciamento de aminoácidos da proteína N é menor que 90% em relação às demais (Fauquet *et al.*, 2005). Contudo, vários autores mostram que as sequências de aminoácidos da proteína NSm, das glicoproteínas Gn e Gc e da proteína L apresentam comportamento filogenético semelhante a proteína N, ou seja, que todas elas podem refletir a evolução natural das espécies de *Tospovirus* (Silva *et al.*, 2001; Lovato *et al.*, 2004; Bertran *et al.*, 2011). TSWV, é conhecido por infectar mais de 900 espécies de plantas, incluindo as monocotiledôneas e dicotiledôneas (Pappu *et al.*, 2009). Gerando grandes perdas na produção de frutos, refletindo diretamente na sua qualidade.

De acordo com De Ávila *et al.*, (2004), as perdas geradas por *Tospovirus* no Brasil são substanciais, principalmente no plantio de hortaliças. As espécies GRSV e TSWV, são os mais importantes vírus do gênero *Tospovirus*, causando sérios prejuízos na produção de tomate e pimentão. Até o momento, apenas dois genes dominantes de resistência a TSWV originados de vegetais foram descritos.

Os primeiros estudos de resistência ao gene TSWV foram realizados por Stevens *et al.*, (2002) e Boiteux & Giordano (1993), onde o denominado Sw-5, foi identificado em *Solanum peruvianum* apresentando ampla resistência a vários isolados de TSWV, posteriormente, passou a ser introduzido no melhoramento genético em diferentes variedades de tomate.

O segundo gene de resistência, denominado Tsw, foi primeiramente identificado em acessos de *Capsicum chinense* 'PI152225' e 'PI159236' apresentando reação de hipersensibilidade a diversos isolados de TSWV (Black *et al.*, 1991). Roggero *et al.*, (1999) com base na reação de hipersensibilidade, os autores avaliaram o gene de resistência Tsw em várias cultivares de pimentão doce e pimenteiras (*C. annuum* cv 'Yolo Wonder e acessos de *C. chinense* resistente' PI 'para Melancia mottle virus prata (WSMV)). Portanto, analisaram que essa resistência é quebrada quando o gene dominante Tsw é submetido a elevadas temperaturas. No entanto, mais pesquisas precisam ser realizadas para alcançar a meta genética de controle para as espécies de *Tospovirus* em pimenta. Principalmente, nas regiões da América do Sul, onde o GRSV e TCSV são prevalentes (ADKINS, 2000).

Cesar (2006) realizou estudo com espécies de *Tobamovirus* no Estado de São Paulo com vários isolados provenientes de produções comerciais de pimentão e pimenta das regiões produtoras de Joanópolis, Sorocaba, Lins, Salto, Cafelândia, Óleo, Santa Cruz do Rio Pardo, Itapetininga, Angatuba, Campinas, Paranapanema, Piraju e Ubirajara.

#### 4. DISCUSSÃO

Neste estudo relato a incidência de vírus infectando o gênero *Capsicum* spp. no Brasil, destacando as espécies de *Potyvirus*, *Tospovirus*, *Tobamovirus* e *Cucumovirus*. Estes vírus causam perdas significativas na cultura das pimenteiros, podendo levar a morte das plantas.

A transmissão ocorre por inoculação mecânica ou ferimento. Os insetos vetores (tripes) ou afídeos são capazes de injetar os vírus nas plantas, e conseqüentemente, a multiplicação na célula das plantas. Portanto, uma das limitações na cultura das pimenteiros são as doenças de origem viral.

O Brasil é um importante centro de diversidade de espécies do gênero *Capsicum*, ocupando uma posição importante no consumo de hortaliças. O cultivo das pimenteiros atende uma grande relevância no mercado Brasileiro, desde o pequeno agricultor até grandes agroindústrias. Sendo os principais estados produtores São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Ceará, Sergipe e Rio Grande Sul.

Entretanto, o Estado de São Paulo tem tido grande decréscimo na área de produção nas culturas do gênero *Capsicum*, isso está relacionado à grande incidência de infecção viral. Pois, a primeira espécie de vírus PVY infectando plantas do gênero *Capsicum* no Brasil foi detectada na década de 50, em Campinas, SP. Sendo, posteriormente encontrado em outros plantios nos municípios de Piracicaba e Paulínia.

O PVY é a principal espécie de vírus do gênero *Potyvirus* transmitidos por afídeos. Até então, o PVY era o único *Potyvirus* descrito infectando plantas do gênero *Capsicum* e tradicionalmente controlado pela resistência genética nas cultivares Agrônomo. Na década de 80, surgiu uma nova estirpe de PVY<sup>m</sup> superando a resistência das série Agrônomo, está prevaleceu no mercado durante anos. Contudo, só no ano de 2002 através de outros estudos perceberam que a espécie PVY<sup>m</sup> se tratava de uma nova espécie de *Potyvirus*, denominada de PepYMV. Ou seja, uma nova espécie de vírus foi detectada na cultura do gênero *Capsicum*. Atualmente a resistência genética aos *Potyvirus* no Brasil se baseia na utilização de híbridos como Amanda, Acuario, Corteso W208, Dagmar, Elisa, Margarita, Monteiro, Quantum e Vivo W205.

O gênero *Potyvirus* é o mais importante vírus infectando *Capsicum* spp. no Brasil, seu agente causador é o isento tripes. Atualmente, as espécies PVY e PepYMV estão distribuídas em quase todos os estados brasileiros, causando sérios danos na produção. Os principais sintomas apresentados em plantas causado do estes vírus são: clorose, clareamento nas nervuras, mosqueados, pontos necróticos e distorções foliares. Porém, esses vírus são de difícil de controle, uma vez a planta infectada, não tem como reverter a situação. Pois, o melhor método de controle é através da utilização de cultivares resistentes.

Outro importante vírus infectando as pimenteiros do gênero *Capsicum* spp. é o *Tospovirus*. A ocorrência desse vírus tem sido ampla em todo Brasil. As espécies GRSV e TSWV, são importantes vírus no plantio de pimenteiros, causando sérios danos na produção. O TSWV, pode infectar plantas em vários estádios de desenvolvimento, ocasionando os sintomas severos de necrose nas folhas e frutos. Já o GRSV, essa espécie de vírus pode ser transmitida com alta incidência pelo inseto tripes, causando retardo do crescimento das plantas acarretando perdas na produção.

Dessa forma, é importante lembrar que para diagnosticar com precisão as espécies virais citadas acima devem ser realizados testes laboratoriais específicos.

## 5. CONCLUSÃO

Em síntese, o presente trabalho ressalta a importância das doenças causadas por vírus em pimenteiras, a qual pode ser atacada por muitas doenças no plantio e em diversas condições climáticas, principalmente as causadas pelos vírus Potato vírus Y (PVY) e PepYMV. Pois, em se tratando de doenças virais, são particularmente de difícil controle, de modo que é importante a busca por cultivares resistentes ao gênero *Capsicum spp.*

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADKINS S. Tomato spotted wilt virus - positive steps towards negative success. *Molecular Plant Pathology* 1, 151-157. 2000.

ADKINS, S. QUADT, R.; CHOI, T.J.; AHQUIST, P. GRMAN, T. An RNA-dependent RNA polymerase activity associated with virus, a plant-and insect-infecting Bunyavirus. *Virology*. 207: 308-311. 1995.

AGRIOS, G. N. *Plant pathology*. 5. ed. Amsterdam: Elsevier, 2005. 922 p.

AGRIOS, G.N. **Plant Pathology**. 3. ed. Academic Press, 803p. 1988.

ANDREWS, J. *Peppers, The Domesticated Capsicums*, University of Texas Press, Austin. 1995.

ATENCIO, F.A., GRACIA, O., MENDONZA, E.E.A. Detection of both subgroups I and II of Cucumber mosaic *cucumovirus* and their satellite RNAs on pepper in Argentina. **Plant Disease**, v.81, p.695, 1997.

ÁVILA A.C. de, INOUE-NAGATA A. K., COSTA H, BOUITEUX L. S., NEVES L. O. Q., PRATES R. S., BERTINI, L. A. **Ocorrência de viroses em tomate e pimentão na região serrana do estado do Espírito Santo**. *Horticultura Brasileira* 22: 655-658. 2003.

BARBOSA et al, (2009). Peppers(solanaceae: *Capsicum*) of Roraima, Brazilian Amazonia Project "Peppers(*Capsicum*spp.) of Roraima" INPA/Embrapa/MIRR.

BARBOZA, G.E.; BIANCHETTI, L.B. Three New Species of *Capsicum* (Solanaceae) and a Key to the Wild Species from Brazil. **Systematic Botany**.p.863-871, 2005.

BASU, S.K.; DE, A.K. *Capsicum*: historical and botanical perspectives. In: *Capsicum: the genus Capsicum*. London: Taylor & Francis. 2003. p. 1-15.

BERGER, P.H.; ADAMS, M.J.; BARNETT, O.W.; BRUNT, A.A.; HAMMOND, J.; HILL, J.H.; JORDAN, R.L.; KASHIWAZAKI, S.; RYBICKI, E.; SPENCE, N.; STENGER, D.C.; OHKI,S.T.; UYEDA,I.; van ZAAYEN, A. VALKONEN, A.; VETTEN, H.J. *Potyviridae*. In: Fauquet, C.M.; MAYO, M.A.; MANILOFF, J.; DESSELBERGER, U.; BALL, L.A. Eighth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses, p. 819-841, 2005.

BERTRAN, A.G.M.; OLIVEIRA, A.S.; NAGATA, T.; RESENDE, R.O. Molecular characterization of the RNA polimerase from Groundnut ringspot virus (genus *Tospovirus*, family (Bunyaviridae). *Archives of Virilogy*. Submitted. 2011.

BEZERRA, I.C.; RESENDE, R.O.; POZZER, L.; NAGATA, T.; KORMELINK, R.; DE ÁVILA, A.C. Increase of tospoviral diversity in Brazil with the identification of two new tospovirus species, one from *Chrysanthemum* and one from zucchini. *Phytopathology*, v.89, n.11, p.823-830, 1999.

BIANCHETTI, L.B.; CARVALHO, S.I.C. Subsídio à coleta de germoplasma de espécies de pimenta e pimentões do gênero *Capsicum* (Solanaceae). In: WALTER, B.M.T.; CAVALCANTE, T.B. (Ed.). **Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. p.335-385. 2005.

BLACK L.L.; HOBBS, H.A.; GATTI, J.M. Tomato spotted wilt virus resistance in *Capsicum chinense* PI152225 and 159236. *Plant Disease* 75, 863. 1991.

BOITEUX, L.S. & PESSOA, H.B.S.V. Additional sources of resistance to isolates of PVYm in *Capsicum* germoplasm. *Fitopatologia Brasileira* 19:291. 1994. (Resumo).

BOITEUX, L.S. & GIORDANO, L.B. genetic basic of resistance against two tospovirus species in tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Euphytica*. 71: 151-154.1993.

BOSLAND. Peppers: Vegetable and spice *Capsicum*. CABI. Publishing, v.1, n.3 p. 201- 204. 1999.

BRIOSO, P.S.T., PEREIRA, M.A. & OLIVEIRA, D.E. "Potato virus "Y" Identificação de estirpe infectando naturalmente pimentão (*Capsicum annuum* L.) e fonte de resistência. *Fitopatologia Brasileira* 21:226-235. 1996.

BUSO, G. S. C. et. al. **Análise de seqüências de DNA cloroplástico de espécies do gênero *Capsicum***. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2002. 21 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 37).

Embrapa hortaliças: versão eletrônica, 2004. Disponível [www.cnph.embrapa.br/sistprod/pimenta/botanica.htm](http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/pimenta/botanica.htm)>. Acesso em: 10 jun. 2007.

CARVALHO, S.I.C.; BIANCHETTI, L.B.; HENZ, G.P. Germplasm collection of *Capsicum* spp. maintained by Embrapa Hortaliças (CNPH). **Capsicum and Eggplant Newsletter**, v.22, p.17-20, 2003.

CASALI, V. W. D.; COUTO, F. A. A. Origem e botânica de *Capsicum*. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 113, p. 8-10, 1984.

CEZAR, M.A. Tobamovírus em *Capsicum* spp no Estado de São Paulo: ocorrência, análise da variabilidade e avaliação da resistência. Botucatu, 2009. Tese de Doutorado em Agronomia (Proteção de Plantas) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

CHALFANT, R.B.; JAWORSKI, C.A.; JOHNSON, A.W.; SUMMER, D.R. Reflective film mulches, millet barriers, and pesticides effects on watermelon mosaic virus, insects, nematodes, soil borne fungi, and yield of yellow summer squash. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, n. 102, p.11-15, 1977.

CHAPMAN, E.J.; HILSON, P.; GERMAN, T.L. Association of the L protein and in vitro tomato spotted wilt virus RNA-dependent RNA polymerase activity. *Intervirology*. 46:177-181. 2003.

CNPH, Projeto *Capsicum*. Embrapa Hortaliças. 2001. <http://www.cnph.embrapa.br/projetos/capsicum/index.html>. Acesso: 27 de março de 2009.

COLARICCIO, A.; CHAGAS, C.M.; ALBA, A.P.C. & VICENTE, M. Identificação de um isolado do vírus do mosaico do tomateiro (ToMV) no Estado de São Paulo. *Fitopatologia bras.*, 15(4): 347-350, 2001.

COSTA et al. Caracterização biológica e sorológica de um isolado viral obtido de pimenta (*Capsicum* spp.) No município de Humaitá, Am, 2012. 42p.

COSTA, A.S., ALVES, S. Mosaico do pimentão. *Bragantia*, v.10, p.95-96, Campinas, 1950.

CRUZ, D.M.R; BANCI, C.A. Produção de mudas e plantio. In: RIBEIRO, C.S.C de. *Pimentas – Capsicum*. Embrapa Hortaliças, Brasília, p.73-79, 2008.

De ÁVILA A.C.; INOUE-NAGATA A. K., COSTA H, BOUITEUX L. S., NEVES L. O. Q., PRATES R. S., BERTINI, L. A. **Ocorrência de viroses em tomate e pimentão na região serrana do estado do Espírito Santo**. *Horticultura Brasileira* 22: 655-658. 2004

De ÁVILA, A.C.; De HAAN, P.; KORMELINK, R.; RESENDE, R. de O.; GOLDBACH, R.W.; PETERS, D. Classification of tospoviruses based on phylogeny of nucleoprotein gene sequences. *Journal of general Virology*. 128: 211-227. 1993.

De ÁVILA, A.C.; INOUE-NAGATA, A.K.; COSTA, H.; BOITEX, L.S.; NEVES, L.O.Q.; PRATES, R.S.; BERTIINI, L.A. Ocorrência de viroses em tomate e pimentão na região serrana do estado do Espírito Santo. *Horticultura Brasileira*. 22: 655-658. 2002.

DEWITT, D.; BOSLAND, P. W. **Peppers of the world: an identification guide**. Berkeley: Ten Speed 1996. 219 p.

DING, S.W., ANDERSON, B.J., HAASE, H.R., SYMONS, R.H. New overlapping gene encoded by the Cucumber mosaic virus genome. **Virology**, v.198, p.593-601, 1994.

ECHER et al. Reaction of Sweet Pepper to the Potato Virus Y (PYY). 2002.

Embrapa, 2011. Disponível em:  
<http://www.cnpq.embrapa.br/capsicum/doencas.htm>. Acesso em agosto/2013.

ESHBAUGH, W. H. Peppers: history and exploitation of a serendipitous new crop discovery. In: JANICK, J.; SIMON, J. E. (Eds.). **New Crops**. New York: John Wiley, 1993. p. 132-139.

FAUQUET, C.M.; MAYO, M.A.; MANILOFF, J.; DESSELBERG, U.; BALL, L.A. Virus Taxonomy, Eighth report of the International Committee on Viruses. Elsevier/Academic Press, London. 2005.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 402p. 2008

FONSECA, R. M. **Caracterização morfológica de acessos de *Capsicum chinense* Jacq. do Alto Rio Negro – AM**. 51 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Sustentabilidade da Amazônia/Agroecologia)-Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2006.

GERMAN TL, M.A.U; RFL & FUJIMOTO F.M (1992) Dot blot detection of tomato spotted wilt virus RNA in plant and thrips tissues by cDNA clones. *Plant Disease* **74**, 274-276.

GLAIS, L.; KERLAN, C.; ROBAGLIA, C. Variability and evolution of *Potato virus Y*. the type species of the *Potyvirus* genus. In: Plant viruses as a molecular pathogens, New York: Haworth Press, p. 225-253, 2002.

HULL R. 2002. *Matthew's Plant Virology*. 4. ed.: Academic Press, p.1001.

INOUE-NAGATA, A. K.; FONSECA, M. E. N.; RESENDE, R. O.; BOITEUX, L. S.; MONTE D.S.; DUSI A.N.; DE ÁVILA A.C.; VAN DER VLUGT R.A.A. **Pepper yellow mosaic virus, a new potyvirus in sweet pepper, *Capsicum annuum***. Archives of Virology 147:849-855. Isolates of tomato spotted wilt tospovirus overcome the hypersensitive response of a pepper (*Capsicum annuum*) hybrid with resistance introgressed from *C. chinense* PI152225. *Plant Disease* 83, 965. 2002

LEWANDOWSKI D.J. Genus *Tobamovirus*. In: Virus Taxonomy 8: Report of the International Committee on the Taxonomy of Viruses, Fauquet, C.M., M.A. Mayo, J. Maniloff, U. Desselberger and L.A. Ball (Eds.). Elsevier, San Diego, pp: 1009-1014. 2005.

LIMA, MF; MELO, W.F.; VALE, LSR.; MORGADO, HS; INOUE-NAGATA,K.; REIFSCHNEIDER, FJB. Detecção e incidência de vírus em 89 acessos de pimenta (*Capsicum* spp.) no Município de Ceres, Goiás. *Horticultura Brasileira* 28: S1187-S1194. 2010.

LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C. de. Doenças do pimentão: diagnose e controle. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2003. 96 p.

LOVATO, F.A.; NAGATA, T.; RESENDE, R.O.; DE ÁVILA, A.C.; INOUE-NAGATA, A.K. Sequence analysis of the glycoproteins of tomato chlorotic spot virus and groundnut ringspot virus and comparison with other tospoviruses. *Virus genes*. 29: 321-328.2004.

MCLEOD, M. J.; GUTTMAN, S. I.; ESHBAUGH, W. H. Early evolution of chile peppers (*Capsicum*). **Economic Botany**, New York, v. 36, p. 361-386, 1982.

MONTEIRO, A.J.A.; COSTA, H.; ZAMBOLIM, L. Doenças causadas por fungos e bactérias em pimentão e pimenta. In: ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R. do; COSTA, H. Eds. **Controle de doenças de plantas: hortaliças**. v.2. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora Ltda, 2000. p.637-675.

MOREIRA, G. R. et. al. Espécies e variedades de pimentas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 235, p. 16-29, 2006.

MOSCONE, E. A. et. al. Analysis of nuclear DNA content in *Capsicum* (Solanaceae) by Flow Cytometry and Feulgen Densitometry. **Annals of Botany**, London, v. 92, p. 21-29, 2003.

NAGAI, H. Pimentão, pimenta doce e pimentas. In: Furlani, A.M.C. & Viegas, G.P. (Eds.) O melhoramento de plantas no Instituto Agronômico. Campinas, São Paulo: Instituto Agronômico de Campinas. p.276-294.1983

NAGAI, H. Pimentão, pimenta-doce e pimentas. In: FURLANI, a.M.C.; VIEGAS, G.P. (Eds.). O melhoramento de plantas no Instituto Agronômico. Campinas: IAC, cap.7, p.276-294, 1993.

NAGAI, H. Viroses do pimentão e pimenta. *Informe agropecuário*. 10:52-54. 1984.

NOBREGA, N.R.; SILBERSSCHMIDT, K. Uma provável variante do vírus Y da batatinha (*Solanum vírus 2*, Orton) que tem a peculiaridade de provocar necroses em plantas de fumo. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.15, p.307-333, 1944.

OLIVEIRA et al, 2011. Bean necrotic vírus: um novo e distinto tospovirus brasileiro.

OROZCO, S.M.; LOPEZ, A.O.; PEREZ, Z.O.; DELGADILLO, S.F. Effect of transparent mulch, floating row covers and oil sprays on insect populations, virus disease and yield of cantaloupe. **Biological Agriculture and Horticulture**, v.10, p.229-234, 1994.

PALUKAITIS, S.P., ROOSSINK, M.J., DIETZGEN, R.G.FRANCKI, R.I.B. Cucumber mosaic virus. **Advances of Virus Research**, Orlando, v.41, p. 281-348, 1992.

PAPPU, H.R.; JONES, R.K. Global status of tospovirus epidemics in diverse cropping systems: Successes achieved and challenges ahead. *Virus research*. 141: 219-236. 2009.

PERNEZNY, K; ROBERTS, PD; MURPHY, JF; Goldberg, NP. (Eds.) *Compendium of pepper diseases*. APS Press. St. Paul. 63p, 2003.

PRUSSET, G., Ge, X., Shi, X.M., CARRINGTON, J. C E VANCE, V.B. Plantsinergismo viral: o genoma potyviral codifica uma gama ampla patogenicidade potenciador que transactiva a replicação de heterólogo vírus. *Plant Cell*, 9, 859-868. Ratcliff, F., Harrison, B.D. e B. 1997.

QUIOT, J.B., MARCHOUX, G., ARCHANGE, P. Index of plants susceptible to cucumber mosaic virus bibliographical study. **Annals of Phytopathology**, v.11, p.439-475, 1979.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Org.). **Capsicum**: pimentas e pimentões no Brasil. Brasília, DF: EMBRAPA Hortaliças, 2000. 113 p.

REIFSCHNEIDER, F.J.B.; RIBEIRO, C.S.C. Cultivo. In: RIBEIRO, C.S.C.; CARVALHO, S.I.C.; HENZ, G.P.; REIFSCHNEIDER, F.J.B. **Pimentas Capsicum**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008.

RESENDE, R.O.; POZZER, L.; NAGATA, T.; BEZERRA, I.C.; LIMA, M.I.; KITAJIMA, E.W.; DE ÁVILA, A.C. New Tospoviruses Found in Brazil. Proceedings of the International Symposium on Tospovirus and Thrips of Floral and Vegetable Crops. *Acta Hort.*, The Hage, v.431, n.1, p.78-89, 1996.

RIBEIRO, S.F.F.; CARVALHO, A.O.; DA CUNHA, M.; RODRIGUES, R.; CRUZ, L.P.; MELO, V.M.M.; VASCONCELOS, I.M.; MELO, E.J.T.; GOMES, V.M. Insolation and characterization of novel peptides from chilli pepper seeds: Antimicrobial activities against pathogenic yeasts. *Toxcon*, 50: 600-611.2007

RIST, D.L., LORBEER, J.W. Occurrence and overwintering of cucumber mosaic virus and broad bean wilt virus in weeds growing near commercial lettuce fields in New York, USA. **Phytopathology**, v.79, p.65-69, 1989.

ROGGERO P, MELANI V, CIUFFO M, TAVELLA L, TEDESCHI R AND STRAVATO VM. 1999b. Two field .

SACCHI. Reação de progênies de pimentão ao Potato vírus Y. 2003.

SHUKLA, D.D., WARD, C.W & BRUNET, A.A. The Potyviridae. Wallingford, UK: **CAB International**. 512p. 1994.

SILVA, M.S.; MARTINS, C.R.F.; BEZERRA, I.C.; NAGATA, T.; DE ÁVILA, A.C.; RESENDE, R.O. Sequence diversity of NSm movement protein of tospoviruses. *Archives of Virology*. 146: 1267-1281. 2001.

STEVENS, M.R.; SCOTT, S.J. GERGERICH, R.C. Inheritance of a gene for resistance to tomato spotted wilt virus (TSWV) from *Lycopersicon peruvianum* Mill. *Euphytica*. 59: 9-17. 1992.

TANZI, M.; BETTI.; CANOVA, A. Behaviour of two new commercial pepper cvs. With L1 , L3 genotype towards TMV pepper strain infection. **Capsicum and Eggplant Newsletter**, Grugliasko v. 5, n. 2, p. 45, 1986.

TORDO, N. DE HAAN, P.; GOLDBACH, R.; POCH, O. Evolution of negative-stranded RNA genomes. *Semin. Virol.* 3: 341-357.1992.

TRUTA. Identidade e propriedade de isolados de Potyvirus proveniente de *Capsicum* spp. 2004.

VEÑALS, F.N.; ORTEGA, R.G.; GARCIA, J.C. **El cultivo de pimientos, chiles e ajíes**, 607 p. Mundi-Prensa, Madrid.1996.

VERCHOT, J. & CARRINGTON. J.C. Debilitation of plant potyvirus infectivity by P1 proteinase-inactivating mutations and restoration by secondy-site modifications. **Jornal of virologia** 69: 1582-1590.1995.

VICENTE, M. **Fisiologia de plantas infectadas por vírus**. *Fitopatologia Brás.* v.4, p.181-187, 1979.

VOINNET. RNA silencing as a plant immune system against viruses. 2001 Aug;17(8):449-59.

WIJKAMP, L.; VAN LET, J.; KORMELINK, R.; GOLDBACH, R.; PETERS, D. Multilpication of tomato spotted wilt virus in its insect vector, *Frankliniella occidentalis*. *Journal of General Virology.* 74: 341-349. 1993.

WYMAN, J.A.; TOSCANO, N.C.; KIDO, K.; JOHNSON, H.; MAYBERRY, K. Effects of mulching on the spread of aphid-transmitted watermelon mosaic virus to summer squash. **Journal of Economic Entomology**, n.72, p.139-143, 1979.