

ANA LUISA RODRIGUES DE ARAUJO

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE GENÓTIPOS DE
TOMATEIRO E REAÇÃO A GEMINIVÍRUS**

RECIFE, 2014

ANA LUISA RODRIGUES DE ARAUJO

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE GENÓTIPOS DE
TOMATEIRO E REAÇÃO A GEMINIVÍRUS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia “Melhoramento Genético de Plantas”, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Agronomia.

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:

Prof. Dr. Dimas Menezes – Orientador – UFRPE

Profa. Dra. Márcia Vanusa da Silva – Coorientadora – UFPE

Dra. Mina Karasawa – Coorientadora – UFRPE

RECIFE

2014

Ficha catalográfica

A663d	Araújo, Ana Luisa Rodrigues de
e	Desempenho agrônomo de genótipos de tomateiro
Araujo. –	reação a geminivírus / Ana Luisa Rodrigues de
	Recife, 2014.
	58 f.: il.
	Orientador: Dimas Menezes.
	Dissertação (Mestrado em Agronomia -
Melhoramento	Genético de Plantas) – Universidade
Federal Rural de	Pernambuco, Departamento de
Agronomia, Recife,	2014.
	Referências.
	1. <i>Solanum lycopersicum</i> 2. Melhoramento vegetal
	3. <i>Geminivírus</i> I. Menezes, Dimas, orientador II.
Título	
	CDD 581.15

“DESEMPENHO AGRONÔMICO DE GENÓTIPOS DE TOMATEIRO E REAÇÃO A GEMINIVÍRUS”

ANA LUISA RODRIGUES DE ARAUJO

Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora em: 31/01/2014.

ORIENTADOR:

Professor Dr. Dimas Menezes
DEPA/UFRPE

EXAMINADORES:

Professor Dr. Roberto de Albuquerque Melo
DEPA/UFRPE

Dra. Clébia Maria de Almeida
Departamento de Bioquímica/UFPE

Professora Dra. Rejane Rodrigues da Costa e Carvalho
DEPA /UFRPE

RECIFE – PE, BRASIL.

Janeiro, 2014.

A Deus,
Ofereço

A Deus, pela saúde, capacidade, pela fé nos momentos difíceis e por ter me apresentado com uma mãe e amiga maravilhosa, EDILEUZA MARIA, que sempre me apoiou e incentivou em todas as etapas da minha vida.

Dedico

“É que tem mais chão nos meus olhos do que cansaço nas minhas pernas,
mais esperança nos meus passos do que tristeza nos meus ombros,
mais estrada no meu coração do que medo na minha cabeça.”

Cora Coralina

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por estar sempre ao meu lado me proporcionando crescimento pessoal, profissional e iluminando sempre meu caminho.

Ao Prof. Dr. Dimas Menezes pela orientação, dedicação, amizade e confiança em mim depositada.

Aos pesquisadores do Instituto Agrônomo de Pernambuco: Dra. Maria Cristina Lemos da Silva, Dra. Mina Karasawa, Dr. Ednardo Ferraz, Dr. Luiz Evandro de Lima e Dra. Palmira Cabral Sales de Melo, pela amizade e total apoio durante a realização deste trabalho.

À Prof. Dra. Márcia Vanusa da Silva e à Dra. Clébia Maria Alves de Almeida pelo apoio, amizade e pela orientação nesta dissertação.

À Dra. Adriana Guedes Magalhães pelo apoio na realização desse trabalho, amizade e confiança.

Ao Prof. Dr. Roberto de Albuquerque Melo pela amizade e confiança em mim depositada.

Ao Prof. Dr. José Luiz Sandes de Carvalho Filho pelos ensinamentos e amizade.

Ao apoio institucional da Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico Tecnológico – CNPq pelo apoio ao Projeto de Melhoramento Genético de Solanáceas em Diferentes Sistemas de Cultivo.

À Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco – FACEPE pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao Instituto Agrônomo de Pernambuco-IPA, pelo apoio institucional concedido.

Aos meus colegas de laboratório de Biologia Molecular, em ordem alfabética para ninguém se sentir menos importante: Ana Paula, Caroline Malafaia, Lívia Caroline, Taiane, Túlio Diego e Weber Melo.

Aos funcionários e estagiários de campo da Estação Experimental Luiz Jorge da Gama Wanderley – IPA de Vitória de Santo Antão que sempre me ajudaram: Diana Oliveira, Sueli, Eduardo, Jaime, Maciel, Isaías, Macena e Reginaldo, acho que vai ser difícil lembrar de todos... Mas de qualquer modo, agradeço por tudo que aprendi com vocês.

Aos funcionários da Estação Experimental de Belém do São Francisco:

Deusdete, Evaristo pelo apoio no campo. A Dona Expedita pelo carinho e hospedagem.

Aos professores de mestrado: Gerson Quirino, José Luiz Sandes Filho, Vivian Loges, Luiza Sêmen, Clodoaldo da Anunciação, Edson Ferreira, da Pós-graduação em Melhoramento Genético de Plantas pelos conhecimentos transmitidos, os quais permitiram meu aperfeiçoamento profissional.

Aos professores Gilvan Pio Ribeiro e Genira Andrade da Pós-graduação em Fitopatologia pelo os ensinamentos e amizade.

À secretária do Programa de Pós-graduação Bernadete Pinto de Lemos pela paciência, atenção e ajuda fornecida durante o mestrado.

À minha família pela confiança, apoio e incentivo em todos os momentos.

Aos colegas da pós-graduação Allison Coutinho, João Filipi, Lucas Silva, Rebeca Cardoso, Luciana Herculano, Marília Gabriela, Amaro Epifânio, Paulo Rocha, Tamires Kempner, Rafaela Araujo e Lenivânia Maria, Cláudia Cristina, pela amizade e pelos momentos de descontração durante o Mestrado.

Aos amigos mais próximos que fiz durante a Graduação e o Mestrado: Horace Jimenez, Adriana Guedes, Isis Saboia, Leila, Greecy Mirian, Erlen Keila, Luiz Gustavo, Ana Verônica, Jocelane Cavalcanti, Juliet Emília, Elisabete Albuquerque, Hidelblandi Melo, Natália Oliveira, Milka Lacerda, Drielle, Tiago Vinícius, Thiago Prates, Ricardo Valadares, Profa. Izabel Galindo, Profa. Angélica Valois, Alysson Jalles, Gustavo Hugo, João Alburquerque, Liliane Pinheiro, Paulo Ricardo.

SUMARIO

LISTA DE TABELAS	xi
RESUMO.....	xii
ABSTRACT	xiii

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO GERAL	15
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 Aspectos gerais da cultura do tomateiro	17
2.2 Tomaticultura no Brasil.....	18
2.3 Geminivirose em tomateiro.....	19
2.3.1 Família geminiviridae em tomateiro.....	20
2.3.2 Transmissão de Geminivírus.....	21
2.3.3 Sintomatologia.....	22
2.3.4 Controle do inseto vetor	23
2.4 Melhoramento genético e o uso de marcadores moleculares	23
2.5 Identificação e caracterização por marcadores moleculares.....	24
2.6 Ocorrência e distribuição de geminivírus no Brasil.....	25
3 REFERÊNCIAS.....	27

CAPÍTULO II

REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE TOMATEIRO A GEMINIVIRUS EM CONDIÇÃO DE CAMPO POR MEIO DE MARCADOR MOLECULAR

RESUMO.....	33
ABSTRACT	34
INTRODUÇÃO	35
MATERIAL E MÉTODOS.....	36
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
AGRADECIMENTO.....	44
REFERÊNCIAS.....	44

CAPÍTULO III

DESEMPENHO PRODUTIVO DE LINHAGENS DE TOMATEIRO SOB SISTEMA CONVENCIONAL DE PRODUÇÃO	50
RESUMO.....	50
ABSTRACT	50
INTRODUÇÃO	51
MATERIAL E MÉTODOS.....	52
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
AGRADECIMENTO.....	57
REFERÊNCIAS.....	57

LISTA DE TABELAS

Páginas

CAPÍTULO II

SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE TOMATEIRO PARA RESISTÊNCIA A GEMINIVIRUS EM CONDIÇÃO DE CAMPO POR MEIO DE MARCADOR MOLECULAR

- Tabela 1.** Identificação via PCR com primers específicos para geminivírus e identificação por similaridade com sequências conhecidas de geminivírus. 30
- Tabela 2.** Caracterização de genótipos de tomateiro quanto à sintomatologia ao vírus ToMoLCV em condições naturais de infecção Belém do São Francisco, PE, 2012. 31
- Tabela 3.** Percentual de plantas infectadas pelo *Tomato mottle leaf curl vírus* (ToMoLCV), aos 70 dias de avaliação do experimento em condições naturais de infecção Belém do São Francisco, PE, 2012. 32

CAPÍTULO III

DESEMPENHO PRODUTIVO DE LINHAGENS DE TOMATEIRO SOB SISTEMA CONVENCIONAL DE PRODUÇÃO

- Tabela 1.** Número de frutos total (NFT), comercial (NFC) e não comercial (NFNC) de genótipos de tomateiro em condição de campo. Vitória de Santo Antão, IPA, 2012. 41
- Tabela 2.** Produtividade total (PT), comercial (PC) e não comercial (PNC) de genótipos de tomateiro em condição de campo. Vitória de Santo Antão, IPA, 2012. 42

RESUMO

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE GENÓTIPOS DE TOMATEIRO E REAÇÃO A GEMINIVÍRUS

O tomateiro é a segunda hortaliça com maior importância econômica no mundo. No Brasil seu cultivo ocorre em diferentes estados e durante grande parte dos meses do ano, favorecendo assim o surgimento de inúmeras doenças de importâncias econômicas causadas por vírus. Dentre as viroses consideradas como limitantes a esta cultura destacam-se as causadas pelo geminivírus, responsáveis por perdas consideráveis na produção. Os geminivírus são transmitidos com grande eficiência pelo vetor *Bemisia tabaci*, popularmente conhecida como mosca-branca. A alta incidência dessa doença em tomateiro deve-se principalmente à introdução e dispersão do biótipo B do inseto vetor. Uma forma de controle do geminivírus é o desenvolvimento de cultivares resistentes, que apresenta como uma das melhores estratégias para dispersão da doença. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a resistência a geminivírus em linhagens avançadas e em híbridos comerciais de tomates, em condições de infecção natural de campo, no município de Belém do São Francisco e o desenvolvimento agrônomo desses materiais no município de Vitória de Santo Antão. Para isto, realizaram-se dois experimentos, ambos em condições de campo. Os materiais utilizados nos experimentos foram linhagens avançadas oriundas do Programa de melhoramento da UFRPE e do IPA e híbridos comerciais. O primeiro experimento, de campo, foi realizado na Estação Experimental do IPA de Vitória de Santo Antão. O delineamento experimental foi blocos casualizados com três repetições e dez plantas por parcela. Os fatores de estudo da pesquisa foram: produtividade total, produtividade comercial, produtividade não comercial e número de frutos totais, número de frutos comerciais e número de frutos de descartes. O segundo experimento foi realizado na Estação Experimental do IPA de Belém do São Francisco. Os materiais utilizados e o delineamento experimental também foram os mesmos descritos anteriormente. Os fatores de estudos foram: avaliar a resistência a begomovírus, identificar por marcadores moleculares a espécie de *Begomovirus* via PCR com primers específicos e confirmar a identidade das sequências amplificadas por meio de sequenciamento do DNA.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*, geminivirose, marcador molecular.

ABSTRACT

TOMATO GENOTYPES AGRICULTURE PERFORMANCE AND REACTION THE GEMINIVIRUS

The tomato plant is the second most economically important vegetable crop in the world. In Brazil cultivation occurs in different states and for most of the months of the year, thereby favoring the onset of many diseases of economic importance caused by viruses. Among the viruses considered to be limiting this culture stand out from those caused by geminivirus, responsible for considerable losses in production. The geminiviruses are transmitted very efficiently by the vector *Bemisia tabaci*, popularly known as whitefly. The high incidence of this disease in tomato plants is mainly due to the introduction and spread of the B biotype of the insect vector. One way to control geminivirus is the development of resistant cultivars, which features as one of the best strategies for spreading the infection. Thus, the present study aimed to evaluate the resistance to geminivirus in advanced lines and commercial hybrids of tomato plants in natural conditions in the field, in the area of Belem do Sao Francisco and agronomic development of these materials in Vitoria de Santo Antao municipality. For this, there were two experiments, both under field conditions. The materials used in the experiments were derived from advanced lines of program improvement of UFRPE and IPA and commercial hybrids. The first experiment, under field conditions, was carried out in the IPA station of Vitória de Santo Antao. The experimental design was completely randomized with three replications and ten plants per plot. Factors research study were: total productivity, marketable productivity, non-commercial productivity and numbers of total fruits, numbers of commercial fruit and fruit numbers of discharges. The second experiment was conducted at the experimental station of the IPA in Belem do Sao Francisco. The materials used and the experimental design were also the same as described previously. Factors study were: to evaluate tomato lines and hybrids for resistance to begomoviruses, identify by molecular markers the *Begomovirus* species through PCR with specific primers and confirm the identity of amplified sequences by DNA sequencing.

Keywords: *Solanum lycopersicum*, geminiviruses, molecular markers.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL

1. INTRODUÇÃO GERAL

O tomateiro, *Solanum lycopersicum* L., é originário da parte ocidental da América do Sul. É uma das olerícolas de maior importância econômica e também uma das mais difundidas no mundo, devido a sua grande aceitabilidade e consumo. É uma hortaliça cultivada em quase todos os estados do país, dividindo sua produção em tomate de mesa e para processamento, porém, mesmo com o crescimento da área cultivada de tomate industrial, a maior parte da produção é destinada ao consumo *in natura*.

No cenário agrícola mundial, o tomate destaca-se por ser a mais apreciada entre as hortaliças cultivadas. No Brasil, em 2010, a tomaticultura alcançou uma produção de 3,6 milhões de toneladas em uma área de aproximadamente 60 mil hectares colhidos, destacando-se em produção os estados de Goiás e Minas Gerais (AGRIANUAL, 2011). A região Nordeste produziu em 2010, 595.626 toneladas de tomate em uma área de 14.474 hectares, sendo o estado da Bahia, o mais representativo, com produção de 302.783 toneladas em 7.332 hectares. Entretanto, em 2011 a produção obtida foi de 325.932 toneladas, em uma área de 7.529 hectares, sendo o maior estado produtor do Nordeste (IBGE, 2011).

O grande consumo de derivados de tomate tem colocado o país como o maior consumidor da América do Sul, importando aproximadamente 27 mil toneladas em 2009 (SECEX, 2010). Embora seja considerada a segunda hortaliça de maior importância econômica no mundo, perdendo apenas para batata, seu cultivo é considerado um investimento de alto risco, devido à ocorrência de problemas fitossanitários, na maior parte causados por pragas, principalmente insetos (TOGNI et al., 2009).

Estima-se que o controle químico de pragas e doenças tem um custo total de 30% da produção do tomateiro (EMBRAPA, 2003), isso devido às excessivas aplicações de produtos de amplo espectro. Além de elevar o custo de produção, a utilização indevida de defensivos agrícolas provoca danos à saúde humana, contaminam o meio ambiente, provoca quebra de resistência a pragas e o surgimento de biotipos mais agressivos.

Na década de 1970, surgiu o primeiro relato de begomovírus no Brasil (COSTA, 1976). O vírus depois de caracterizado foi denominado *Tomato golden mosaic virus* (TGMV). Além do TGMV, identificaram-se outros cinco vírus

transmitidos por mosca-branca, contudo sem causar prejuízo econômico a cultura (MATYIS et al., 1975).

As doenças induzidas por vírus de plantas variam amplamente em termos de severidade, incluindo respostas tolerantes que pouco alteram a fisiologia da planta hospedeira, até mesmo respostas severas que podem culminar com a morte da planta (HULL, 2002). Os begomovírus possuem grande importância econômica e representam uma das ameaças à agricultura, principalmente, em regiões tropicais e subtropicais (BRIDDON, 2003).

A infecção causada pelos begomovírus inicia-se geralmente com clareamento acentuado nas nervuras foliares. Nas folhas, podem ser vistos inúmeras manchas cloróticas na forma de mosqueado e mosaico, além de um intenso mosaico amarelo. Quando a infecção ocorre precocemente, a planta tem seu crescimento e desenvolvimento paralisado; já na infecção ocorrida tardiamente, a planta pode crescer e produzir, quase como uma planta sadia (VILLAS-BÔAS, 2009).

No entanto, uma simples observação visual destes sintomas não indica a presença desses vírus, uma vez que, tais sintomas podem ser facilmente confundidos com os causados por desequilíbrios nutricionais, diferenças varietais e infecção por outros vírus. Nesse contexto, a obtenção de cultivares visando à resistência a viroses, através dos métodos de melhoramento convencionais podem proporcionar novas oportunidades de um controle efetivo e menos dispendioso para as fitoviroses. Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar linhagens e híbridos de tomateiro quanto à resistência a begomovírus em condições de infecção natural de campo, identificar por marcadores moleculares a espécie de *Begomovirus* via PCR com primers específicos e confirmar a identidade das sequências amplificadas por meio de sequenciamento do DNA.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais da cultura do tomateiro

O centro primário de origem do tomateiro se estende do Norte do Chile ao Sul da Colômbia e costa do Pacífico (RICK, 1982). Passou a ser cultivado e “melhorado”, no seu segundo centro de origem, o México. Na Europa, foi introduzido como planta ornamental pelos espanhóis, entre os anos de 1523 a 1554 (FILGUEIRA, 2008) tendo seu consumo retardado na gastronomia por ser considerado uma planta venenosa. A planta era conhecida como “*pomi d’oro*”, *poma amoris* (maça do amor) e maçã do jardim, persistindo estas denominações até o século XIX (RICK, 1987; PERALTA et al., 2006). No Brasil, a introdução dessa planta deveu-se a imigrantes europeus, no final do século XIX (ALVARENGA, 2004).

O tomateiro é uma dicotiledônea da ordem Tubiflorae, pertencente à família Solanaceae (FILGUEIRA, 2008) e atualmente ao gênero *Solanum*. O gênero *Solanum*, seção *Lycopersicon*, de acordo com o grau de cruzamento com *Solanum lycopersicum*, engloba 13 espécies agrupadas em dois complexos. O complexo Esculentum engloba: *S. lycopersicum* L., *S. cheesmaniae* (L. Riley), Fosberg, *S. pimpinellifolium* L.; *S. chmielewskii* (C. M. Rick, Kesicki, Fobesberg & M. Holle) D. M. Spooner, G.J. Anderson & R. K. Jansen, *S. habrochaites*, S.Knapp & D. M. Spooner, *S. pennellii* Correll, *S. Neorickii* (C.M. Rick, Kesicki, Fobes & M.Holle) D. M. Spooner, G. J. Anderson & R.K. Jansen e *S. Galapagense* S. Darwin & Peralta. O complexo Peruvianum inclui as espécies *S. chilense* (Dunal) Reiche, *S. peruvianum* L., *S. arcanum* Peralta, *S. corneliomuelleri* J. F. Macbr. e *S. huaylasense* Peralta (PERALTA et al., 2005).

A planta pode se desenvolver de forma rasteira, semi-ereta ou ereta. Assume hábitos de crescimento indeterminado e determinado. Nas plantas do tipo indeterminado há dominância da gema apical sobre as gemas laterais ocorrendo na maioria das cultivares de mesa, as quais devem ser podadas e tutoradas. Nas plantas de hábito determinado, o crescimento é contínuo e o caule, ou ramo principal, cresce mais que as ramificações laterais, devido à presença de dominância apical. Os cachos florais são formados a cada três internódios, e são separados por três folhas, constituindo as unidades de fonte e dreno. Em plantas de crescimento do tipo determinado, não ocorre dominância apical, as hastes crescem de modo uniforme e apresentam crescimento vegetativo menos vigoroso. Nestas

plantas, não existe necessariamente uma unidade de fonte e cada haste ou ramificação produz um cacho floral apical, o que limita o seu desenvolvimento vegetativo (ALVARENGA, 2004; FILGUEIRA, 2008).

É uma solanácea que se cultiva como anual, embora seja perene, de folhas pecioladas com números ímpares de folíolos e caule flexível (FILGUEIRA, 2008). As flores são hermafroditas, pequenas e amarelas, dispostas de forma helicoidal. Exibem taxa de fecundação cruzada inferior a 5%, o que lhe confere a autogamia. O fruto é uma baga suculenta e carnosa, apresentando dois ou mais lóculos. O sistema radicular constitui-se de raiz principal, secundária e adventícia, podendo a raiz principal atingir 1,5 m de profundidade. As raízes secundárias tornam-se mais ramificadas e superficiais ao encontrarem algum tipo de impedimento no solo durante seu desenvolvimento (ALVARENGA, 2004).

Dentre os fatores que afetam a cultura do tomateiro a umidade relativa, luminosidade e temperatura exercem influência sobre as características dos frutos de modo geral (FERREIRA et al., 2006). O tomateiro exige temperatura diurna e noturna entre 21° e 28°C e 15° a 20°C, respectivamente. A temperatura noturna também é considerada um fator limitante durante a fase de pegamento dos frutos (FILGUEIRA, 2008). Em ambientes com temperaturas diurnas e noturnas superiores a 30°C ocorre abortamento, incidência de frutos pequenos, prejuízo na firmeza e alteração na cor dos frutos, inibindo a síntese de licopeno e de outros pigmentos que lhe conferem a coloração vermelha (SILVA; GIORDANO, 2000).

2.2 Tomaticultura no Brasil

O tomateiro é uma das olerícolas mais difundidas no mundo e tem sido cultivado nas mais diferentes latitudes e em diversos sistemas de cultivo, seja em campo ou sob telados (SHIRAHIGE, 2009). No Brasil, a região Sudeste e Centro Oeste destacam-se no consumo de tomate fresco, embora haja o cultivo em quase todos os estados do Brasil. Em função das condições climáticas, tem-se um período de plantio para cada região geográfica (FILGUEIRA, 2008).

As áreas cultivadas de tomateiro crescem gerando boas perspectivas econômicas, visto que é uma cultura que apresenta ciclo relativamente curto e um bom rendimento (SOUSA et al., 2011). A produção e área cultivada mundial de tomate alcançaram em 2011, 159,02 milhões de toneladas e 4,73 milhões de hectares, com produtividade de 33,59 t/ha. Os países líderes em produção de

tomate são China, Estados Unidos, Turquia, Índia, Itália, Egito, Irã e Brasil. Apesar de ocupar a oitava posição no ranking de produção, o Brasil detém apenas 2,8% da produção global (FAOSTAT, 2013). Os países com maior consumo *per capita* de tomate são a Turquia e o Egito com 85,7 e 84,4 kg/hab/ano, respectivamente. O Brasil ocupa a sétima posição no consumo dessa hortaliça, com 18,5 kg/hab/ano (FAOSTAT, 2011).

A crescente demanda no consumo foi reforçada pelo fato do tomate ser considerado um alimento funcional. Estudos têm mostrado que o licopeno, presente tanto no fruto fresco quanto no processado, possui função preventiva para diferentes tipos de câncer, sobretudo o do aparelho digestivo (CARVALHO, 2007).

No Brasil, em 2011, a produção foi de 4,42 milhões de toneladas em 69,31 mil ha com produtividade média de 63,85 t/ha⁻¹. É uma cultura que se encontra distribuída em diversas regiões geográficas do país, destacando-se as regiões Sudeste (35,4%) e Centro-Oeste (34,2%), seguidas da região Sul (15,8%) e Nordeste (14,4%). O estado de Goiás é o mais representativo em termos de produção nacional com cerca de 1,44 milhões de toneladas, dos quais 80% é destinado à indústria de processamento. Outros estados que se destacam no âmbito nacional são: São Paulo (19,5 %), Minas Gerais (10,8%) e no Nordeste, a Bahia (7,7%) (IBGE, 2013).

Um dos fatores limitantes à cultura é a suscetibilidade a várias doenças (VALE et al., 2007), às quais têm interferido na produção, levando à uma perda da qualidade do produto final e a redução da produtividade (EMBRAPA, 2000). Os frutos, por serem o produto de interesse comercial, não devem apresentar manchas e injúrias. Nesse contexto, as viroses são um dos principais problemas que afetam diretamente a qualidade e a quantidade de frutos do tomateiro, causando perdas severas na produção.

2.3 Geminivirose em tomateiro

A produção de diversas culturas economicamente importantes, tais como algodão, mandioca, feijão e tomate estão entre as que sofrem grandes prejuízos com as geminivirose causadas por vírus do gênero *Begomovirus*, gerando perdas significativas nas regiões tropicais e subtropicais (GRAHAM et al., 2010).

Atribui-se à ocorrência de dois eventos para o aumento da incidência das geminivirose no país. O primeiro, decorrente da expansão da área cultivada de

soja, verificando-se um grande surto populacional da mosca-branca, sendo a soja uma excelente hospedeira desse inseto vetor e por não sofrer danos com o ataque. Na década de 70, essa doença tornou-se fator limitante ao cultivo de feijão no Brasil (FARIA, 1994). O outro evento ocorreu na década de 90, com a introdução da *Bemisia tabaci* biótipo B no país, advindo de um elevado surto de geminivirose em várias culturas, principalmente no tomateiro (VALLE & LOURENÇÃO, 2002).

O primeiro relato de geminivírus em tomateiro, no Brasil, ocorreu na década de 70. Em 1994, no Distrito Federal, foi observada a ocorrência de uma nova espécie de geminivírus, não relatada em outras regiões do mundo (RIBEIRO et al., 1994). Em 1995, a virose expandiu-se por toda a Região Centro-Oeste, causando perdas de 40% a 100% (BEZERRA et al., 1996). Esse reaparecimento ocorreu após relato da nova espécie de mosca-branca *B. tabaci* biótipo B, associada a tomateiros (FRANÇA et al., 1996). Esta virose ainda é considerada um fator limitante à produção da hortaliça em várias regiões do Brasil, devido à dificuldade de controle do vetor, agravada pela constante migração entre as lavouras (ARNAUD et al., 2007; FARIA et al., 2000; LIMA et al., 2004). De acordo com Villas-Bôas et al. (1999) o biótipo B tem uma rápida disseminação e dispersão no campo, sendo considerada a espécie de mosca-branca que comumente devasta os cultivos agrícolas, nas várias regiões geográficas do país.

Na Região Nordeste, o primeiro relato de geminivírus ocorreu em 1996, no município de Seabra, na Bahia. Sintomas de mosaico amarelo foram observados em cultivos de tomateiro com incidência de 100% da doença. Em 1997, a doença foi relatada na maior região produtora de tomate para processamento industrial do Brasil, o Submédio São Francisco (BEZERRA et al., 1997).

2.3.1 Família geminiviridae em tomateiro

Geminiviridae constitui uma das famílias de maior importância econômica dentre os vírus de plantas. Esta família engloba as viroses conhecidas como geminivirose, denominadas dessa forma por serem representadas pelos geminivírus que são vírus de DNA com partículas geminadas, quando observadas em microscópio eletrônico.

A família é composta por quatro gêneros: *Mastrevirus*, *Curtovirus*, *Tospovirus* e *Begomovirus* divididos com base no tipo de inseto vetor, gama de hospedeiros e organização genômica (STANLEY et al., 2005).

O gênero *Begomovirus* destaca-se dentro da família *Geminiviridae*, cujo nome remete a uma importante fitovirose causada pelo *Bean golden mosaic virus* (BGMV), transmitido por *B. tabaci*, na América do Sul (FARIA, 1994; 1997). Os vírus pertencentes a este gênero infectam plantas dicotiledôneas (VILLAS-BÔAS, 2009) causando perdas significativas na produção de muitas culturas, no mundo (STANLEY et al., 2005). Dentre as 180 espécies descritas para o gênero, 50 delas podem infectar o tomateiro (FAUQUET et al., 2008).

Os geminivírus são constituídos por uma estrutura denominada de capsídeo, formado por dois icosaedros incompletos geminados, com genoma composto por DNA circular de fita simples (ssDNA), que se replica no núcleo de células infectadas via forma replicativa intermediária de DNA de fita dupla. Os genomas desses vírus podem ser mono ou bipartidos, cujos genes são arranjados em dois grupos divergentes de 280 a 350 nucleotídeos, separados por uma região intergênica. O genoma bipartido tem de cinco a sete genes distribuídos em dois componentes, DNA-A e DNA-B. O componente A, contém genes envolvidos na replicação do vírus e no encapsulamento, e o componente B contém genes relacionados com a movimentação do vírus (SANTOS, 2009). Ambos os componentes, DNA-A e DNA-B são necessários para que ocorra a infecção sistêmica nas plantas hospedeiras (FERNANDES et al., 2006).

2.3.2 Transmissão de Geminivírus

A transmissão não se dá por semente e nem por contato entre plantas infectadas e sadias. No local de cultivo, a disseminação se dá pela ação da mosca-branca, a partir de fontes de vírus de áreas próximas, podendo ser provenientes de cultivos antigos, como de hospedeiros alternativos no campo (FARIA et al., 2000).

Os geminivírus são transmitidos pela mosca-branca, *B. tabaci*. A relação entre geminivírus e *B. tabaci* é do tipo persistente-circulativa, ou seja, o inseto adquire o vírus durante o processo de alimentação e este circula no seu corpo até atingir as glândulas salivares.

Quando o adulto de mosca-branca infectada se alimenta de uma planta sadia, o vírus é inoculado no sistema vascular da planta juntamente com a saliva, onde se replica. Após um período de latência que pode variar de quatro a vinte horas, de acordo com o tipo de vírus e as condições ambientais, a mosca-branca estará apta a transmitir o geminivírus por um período de dez dias, ou até vinte dias, em casos

excepcionais. Ao se alimentarem do floema as moscas-brancas extraem aminoácidos e carboidratos necessários à sua sobrevivência, reproduzindo-se e disseminando-se rapidamente pelas plantas (SANTOS, 2009).

2.3.3 Sintomatologia

Os sintomas causados pelos geminivírus são os mais diversos, no entanto, a infecção geralmente inicia-se com um clareamento pronunciado das nervuras foliares. Trata-se de um sintoma bem característico das begomoviroses, mas que nem sempre pode ser observado (VILLAS-BÔAS, 2009).

Nas folhas, os vários níveis de manchas cloróticas podem ser observados na forma de mosaico e mosqueados e com bastante frequência, verifica-se um intenso mosaico amarelo. Pode haver a ocorrência de deformação, enrolamento e diminuição da área foliar. Nos frutos, não são vistos sintomas, contudo ocorre a redução do tamanho e número de frutos em plantas infectadas. A planta apresenta crescimento paralisado ou severamente afetado em infecções precoces, já sob infecções tardias, a planta pode crescer e produzir quase como uma planta sadia (VILLAS-BÔAS, 2009).

A infecção do geminivírus na planta pode provocar desordens fisiológicas de ordem direta ou indireta. As desordens fisiológicas diretas, provenientes da injeção de toxinas e sucção de seiva, alteram o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da planta, (SILVA et al., 2008) e as indiretas são consideradas as mais sérias, provenientes da transmissão da virose, causando amarelecimento e nanismo nas plantas, além de enrugamento das folhas terminais (VILLAS-BÔAS et al., 1997; FARIA et al., 1997; MATOS et al., 2003), podendo gerar perdas de até 100% da cultura (LACERDA; CARVALHO, 2008).

Estes vírus são encontrados basicamente no floema das plantas infectadas e, entretanto, alguns vírus podem atingir outros tipos de tecidos mais externos, como as células do mesófilo. Esta capacidade de colonizar o tecido epidérmico pode ser derivada de características genéticas adquiridas por algumas espécies, como por exemplo, o *Tomato golden mosaic virus* (TGMV) e também o *Bean golden mosaic virus*, quando associado ao TGMV (MORRA; PETTY, 2000). A partir do momento em que a infecção é estabelecida no ponto de inoculação, esta se torna sistêmica, ou seja, atinge toda planta.

2.3.4 Controle do inseto vetor

Há várias estratégias de controle da mosca-branca *B. tabaci* biotipo B, e dentre as principais, encontram-se as medidas culturais, que tem por objetivo reduzir a população remanescente na área (VILLA-BÔAS & BRANCO, 2009). Além disso, medidas biológicas, como o uso de inimigos naturais, tais como: parasitoides, predadores e os entomopatógenos responsáveis por reduzir a população de mosca-branca a níveis de equilíbrio, podendo ocorrer simultaneamente ou em períodos subsequentes; e através de medidas químicas, com o uso de inseticidas, como os neonicotinóides, piretróides, organoclorados, carbamatos e os reguladores de crescimento, introduzidos para o controle de mosca-branca em 1980 (SILVA, 2012).

O controle químico da mosca-branca é dificultado pela constante migração de grandes populações do inseto, de lavouras mais velhas para as mais novas, e também, devido à possibilidade de se tornarem resistentes aos inseticidas (HARRISON, 1985; GERLING, 1990). Portanto, as medidas de controle devem enfatizar a eliminação ou a redução das fontes de vírus, redução da população do inseto vetor e, finalmente, alterações do nível de suscetibilidade do hospedeiro (MATOS, 2003).

Os inseticidas ainda representam o meio mais utilizado para o controle da mosca-branca. Apesar disso, sabe-se que o uso excessivo desses produtos favorece o desenvolvimento de resistência por parte dos insetos-praga (PRABHAKER et al., 1985; BALDIN et al., 2005). A utilização de Cultivares resistentes, resultantes do melhoramento genético convencional, é um método promissor para o manejo da doença (MATOS et al., 2003). Em geral, são realizados cruzamentos e posteriormente, fenotipagem dos indivíduos. Devido às dificuldades em fenotipar e selecionar os indivíduos desejados quanto a resistência a fitovirose, a identificação de marcadores moleculares ligados a alelos de resistência, torna-se um dos principais objetivos dos programas de melhoramento para a cultura do tomateiro (NOGUEIRA, 2011).

2.4 Melhoramento genético e o uso de marcadores moleculares

A utilização de espécies silvestres para a introgressão de genes de resistência a begomovirose é uma alternativa duradoura e eficiente de manejo, devido à vulnerabilidade dos genótipos cultivados e ao aparecimento de novas espécies de geminivírus no campo.

As espécies de tomateiro pertencentes ao gênero *Solanum* seção *Lycopersicum* abrange 17 espécies, sendo a maioria silvestres e não utilizadas comercialmente na agricultura por produzir frutos de sabor desagradável e pequenos. Algumas das espécies silvestres, principalmente, *Lycopersicum peruvianum*, *L. pimpinellifolium*, *L. chilense* e *L. hirsutum* são exploradas em programas de melhoramento, para incorporação de caracteres relacionados à resistência a pragas ou aspectos nutritivos (ARAGÃO et al., 2002; GORDILHO et al., 2008).

Segundo Santana (2001), na Europa foram identificados genótipos de tomate resistentes à TYLCV, que apresentam um grau de resistência, na presença de geminivírus bipartido (MATOS et al., 2003), a partir da introgressão do alelo Ty-1 da espécie selvagem *L. chilense*. Estudos realizados no Brasil mostraram que o loco Ty-1 confere resistência a distintas espécies de Begomovírus bipartidos (BOITEUX et al., 2008; NIZIO, 2008).

2.5 Identificação e caracterização por marcadores moleculares

De acordo com Bezerra et al. (1998), a identificação e a caracterização de geminivírus não podem ser baseadas apenas na sintomatologia, uma vez que os sintomas podem sofrer variações conforme as condições ambientais, idade da planta hospedeira e a ocorrência de infecções virais múltiplas, além de poderem ser confundidos com os causados por deficiências nutricionais (PAPLOMATAS et al., 1994).

A identificação precisa pode contribuir para estabelecer estratégias de melhoramento e verificar se há necessidade de controle efetivo ou não da doença (ROJAS et al., 1993). A diagnose via técnicas sorológicas é a menos utilizada, já que esses vírus não atingem elevadas concentrações nas plantas, dificultando a purificação das partículas virais para a produção de anti-soros (SANTANA et al., 2001).

A detecção mais precisa de vírus vem sendo feita por meio de técnicas moleculares que permitem a diagnose das fitoviroses, inclusive em nível de espécie (HAJI et al., 2004). Podem ser empregadas duas técnicas eficientes para a detecção de geminivírus: a reação da polimerase em cadeia (PCR) e hibridização de ácidos nucléicos utilizando sondas radioativas (SANTANA et al., 2001; NAGATA et al., 2004).

A técnica de PCR possibilitou o desenvolvimento e aplicação de marcadores moleculares, para estudos específicos de sequências desejadas, clonagem de genes, construção de árvores filogenéticas, genes condicionantes para características de interesse e mapeamento genômico (OLIVEIRA, 2010).

A hibridização é uma técnica extremamente sensível, baseada na imobilização do ácido nucléico a ser detectado, fita simples, fixado em uma membrana de 'nylon' e na formação de híbridos, fita dupla, com a sonda utilizada para detecção. Entre os métodos de hibridização o dot-blot tem sido mais empregado no diagnóstico das fitoviroses (ALMEIDA & LIMA, 2001; ZERBINI et al., 2006). A hibridização com sondas radioativas é um método altamente específico e de amplo uso em detecção, porém esbarra na necessidade de uma infraestrutura adequada, de treinamento de pessoal e no aumento de riscos para a saúde dos usuários (SANTANA et al., 2007).

2.6 Ocorrência e distribuição de geminivírus no Brasil

No Brasil, o primeiro relato de geminivírus em cultivo comercial ocorreu em feijão comum, *Phaseolus vulgaris* L., no ano de 1965. A esse vírus, transmitido pela mosca-branca foi dado o nome de *Bean golden mosaic virus* (BGMV) (COSTA, 1965). Com o aumento da área de cultivo de soja no país observou-se um crescimento na população da *B. tabaci*, o que fez com que esta doença tornasse um fator limitante a produção de feijão no Brasil (FARIA, 1994).

Na década de 1960, no estado de São Paulo, foi relatada pela primeira vez uma doença causada por um vírus do gênero *Begomovirus* em tomateiro, levando à expressão de sintomas como o mosaico-dourado e clorose infecciosa (FLORES et al., 1960). Posteriormente, este vírus foi purificado e identificado como *Tomato golden mosaic virus* (TGMV) (MATYIS et al., 1975).

Em 1994, novamente, foi detectado geminivírus em tomateiro no Distrito Federal (RIBEIRO et al., 1994), na mesma época em que foi relatada a introdução de *B. tabaci* biótipo B, proveniente possivelmente através de plantas ornamentais importadas dos EUA (FRANÇA et al., 1996). De acordo com Bezerra et al. (1996), nessa localidade a incidência da doença aumentou rapidamente, e em 1995, o volume de perdas na produção variaram de 40 a 100%, dependendo do estágio de desenvolvimento da planta. Em seguida, a doença foi detectada em vários estados

brasileiros, como Minas Gerais (FERNANDES, 2002) e Bahia (RIBEIRO et al., 1996).

O novo biótipo introduzido no Brasil foi também um dos responsáveis pelo abandono da tomaticultura intensiva na região do Submédio do Vale São Francisco, que até os anos de 1997 e 1998, era o principal produtor de tomate para processamento industrial do país (COTRIM et al., 2007).

3 REFERÊNCIAS

AGRIANUAL 2011: Anuário da agricultura brasileira. São Paulo: **FNP consultoria e agroinformativo**. 2011. 457-464p.

ALMEIDA, A.M.R.; LIMA, J.A. **Princípios e Técnicas de diagnose aplicados em fitovirologia**. Londrina: EMBRAPA Soja/Brasília SBF, 2001, 43-103p.

ALVARENGA, M.A.R. **Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 2004, 400 p.

ARAGÃO, F.A.S. et al. Cultivo de embriões de tomate *in vitro* visando a introgressão de genes de *Lycopersicon peruvianum* em *L. esculentum*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 4, p. 605-610, 2002.

ARNAUD, L.S.E.P. et al. Predominância de begomovírus em tomateiros na região produtora da Ibiapaba, Ceará, e sua detecção em plantas daninhas. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 3, p. 241-246, 2007.

BALDIN, E.L.L.; VENDRAMIM, J.D.; LOURENÇÃO, A.L. Resistência de genótipos de tomateiro à mosca-branca *Bemisia tabaci* (*Gennadius*) biótipo B (Hemiptera: *Aleydidae*). **Neotropical Entomology**. Brasília, DF, v. 34, p. 435-44, 2005.

BEZERRA, I.C. et al. New record of geminivirus occurring in Northeast region of Brazil. **Encontro Nacional de Virologia**, São Lourenço MG. 1998.p.143.

BEZERRA, I.C. et al. Occurrence of geminivirus in tomato producing areas in Submédio São Francisco. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, p 331, 1997.

BEZERRA, I.C. et al. Survey of geminivirus infection in tomato producing areas in Federal District. **Encontro Nacional de Virologia**, 8., 1996, São Lourenço-MG.

BOITEUX, L.S.; MELO P.C. T.; VILELA, N.J. Tomate para consumo in natura. In: Albuquerque A.C. S, Silva A.G. (Eds). **Desenvolvimento da Agricultura Tropical: Quatro Décadas de Inovações Tecnológicas, Institucionais e Políticas**. Brasília, DF: Embrapa 1, p 557 -67, 2008.

BRIDDON, R.W. Cotton leaf curl disease, a multicomponent *Begomovirus*. Complex. **Molecular plant Pathology**, v.4, p. 427-434, 2003.

CARVALHO, J.L.; PAGLIUCA, L.G. Tomate, um mercado que não pára de crescer globalmente. **Hortifruti Brasil**, p. 6-14, 2007.

COSTA, A.S. Increase in the population density of *Bemisia tabaci*, a threat to widespread virus infection of legume crops in Brazil. In: BIRD, J.; MARAMOROSCH, K. (Eds.). **Tropical Diseases of Legumes**. New York: Academic Press, p.171, 1975.

COTRIM, M.A. de A. et al. Diversidade genética de begomovírus em cultivos de tomateiro no Centro-Oeste Paulista. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 3, p. 300-303, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema de produção**. 2003. Disponível em:

<http://sistemasdeproducao.cnptia.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial.htm>. Acesso em: 27 de Outubro 2013.

FAO STATISTIC DIVISION (FAOSTAT). 2011. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>>. Acesso em: 20 set. 2013.

FAO STATISTIC DIVISION (FAOSTAT). Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>>. Acesso em: 15 mar. 2013.

FARIA, J.C. et al. A new geminivirus associated with tomato in the State of São Paulo, Brazil. **Plant Disease**, v.81, n.4 p.423, 1997.

FARIA, J.C. et al. Situação atual das geminiviroses no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.25, p.125-137, 2000.

FARIA, J.C. Mosaico dourado. In: SARTORATO, A.; AND RAVA, C. A. (Eds). **Principais doenças do feijoeiro e seu controle**. EMBRAPA-CNPAP, p. 262-284, 1994.

FAUQUET, C.M. et al. Geminivirus strain demarcation and nomenclature. **Archives of virology**, v.153, p. 783-821, 2008.

FERNANDES, J.J. Identificação e Caracterização Biológica e Molecular de Begomovirus Infectando Tomateiro na Região de Triângulo Mineiro, MG. Viçosa: UFV, p. 147, 2002.

FERNANDES, J.J. et al. Biological and molecular properties of *Tomato rugose mosaic virus* (ToRMV), a new tomato-infecting *Begomovirus* from Brazil. **Plant Pathology**, v.55, p.513-522, 2006.

FERREIRA, M.M.M. et al. Qualidade do tomate em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas estações. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.24, n.2, p. 141-145, 2006.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura**: agroecologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFFV, 2008. 412 p.

FLORES, E.; SILBERSCHMIDT, K.; KRAMER, M. Observações de "clorose infecciosa" das malváceas em tomateiros do Campo. **O Biológico** v. 26, n.1, p.65-69, 1960.

FRANÇA, F.H.; VILLAS BÔAS, G.L.; CASTELO-BRANCO, M. Ocorrência de *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring (Homoptera:Aleyrodidae) no Distrito Federal. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.25, p.369-372, 1996.

GERLING, D. **Whiteflies**: their bionomics, pest status, and management. Hants: Intercept, 1990. p.147-185.

GORDILHO, L.F. et al. Screening two *Lycopersicon peruvianum* collections for resistance to *Tomato spotted wilt virus*. **Plant Disease** v. 92, p.694-704,2008.

GRAHAM, A.P.; MARTIN, D.P.; ROYE, M.E. Molecular characterization and phylogeny of two begomoviruses infecting *Malvastrum americanum* in Jamaica: evidence of the contribution of inter-species recombination to the evolution of malvaceous weed-associated begomoviruses from the Northern Caribbean. **Virus Genes**, v.40, p. 256-266, 2010.

HARRISON, B.D. Advances in Geminivirus Research. **Annual Review of Phytopathology**, v 23: p 55-82, 1985.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2011. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. 2010. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_20101.pdf. Acesso em: 24 Maio 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2011. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201212.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2013.

LACERDA, J.T.; CARVALHO, R. A. Descrição e manejo integrado da mosca-branca (*Bemisia* spp.) transmissora de geminivirus em culturas econômicas. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.2, n.2, p.15-22, 2008.

LIMA, M.F. et al. Geminivírus na cultura do tomate. In: HAJI, F. N. P.; BLEICHER, E. (Eds.). Avanços no manejo da mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). Petrolina: **Embrapa**, 2004. p. 111-120.

MATOS, E.S. et al. Resistência de Genótipos de Tomateiro a um Isolado de Geminivírus do Cinturão Verde de Campinas, São Paulo. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília, v. 28, n.2, p. 159-165, 2003.

MAYTIS, J.C. et al. Purificação e morfologia do vírus mosaico dourado de tomateiro. **Summa Phytopathologia**, 1:267-275, 1975.

MORRA M.R.; PETTY I.T.D. (2000) Tissue Specificity of Geminivirus Infection Is Genetically Determined. **The Plant Cell Online**, v.12, p. 2259-2270, 2000.

NAGATA, T. et al. Print-capture PCR for detection of tomato begomoviruses from plants and whiteflies. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 91-93, 2004.

NIZIO, D.A.C.; et al. Caracterização de genótipos de tomateiro resistentes a begomovírus por marcador molecular co-dominante ligado ao gene Ty-1. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.43, n.12, p.1699-1705, 2008.

NOGUEIRA, D.G. et al. Marcador microssatélite associado ao alelo Ty-1 de resistência a *Begomovirus* em tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.4, p. 412-419, 2011.

OLIVEIRA, T.M.S. PCR em tempo real: métodos e aplicações. Dissertação Mestrado, Universidade de Aveiro, 2010. 111f.

PERALTA, I.E.; KNAPP, S.; SPOONER, D.M. New Species of Wild Tomatoes (*Solanum* Section *Lycopersicon*: *Solanaceae*) from Northern Peru Systematic Botany. **American Society of Plant Taxonomists**, v 30, n. 2, p 424-434, 2005.

PERALTA, I.E.; KNAPP, S.; SPOONER, D.M. Nomenclature for wild and cultivated tomatoes. **Report on Tomato Genetics Cooperative**, Cornell, v. 56, n. 1, p. 6-12, 2006.

PRABHAKER, N.; COUDRIET, D.L. & MEYER-DIRK, D.E. Insecticide resistance in the sweetpotato-whitefly *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). **Journal of Economic Entomology**, v.78, n.4, p.748-752, 2008.

RIBEIRO, S.G. et al. Tomato infection by a geminivirus in the Federal District, Brazil. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília, v.19, p.330, 1994.

RICK, C.M. Genetic resources *Lycopersicon*. In: NEVINS, D. J.; JONES, R. A. (Eds.). **Tomato biotechnology**. New York: Alan Liss Publishers, p. 17-26, 1987.

RICK, C.M. The potencial of exotic germplasm for tomato improvement. In: VASIL, I. K.; SCOWCROFT, W. R.; FREY, H. J.(Eds.) **Plant improvement and somatic cell genetics**. New York: Acad. Press, p.478-495, 1982.

ROJAS, M.R. et al. Use of degenerate primers in the polymerase chain reaction to detect whitefly-transmitted geminiviruses. **Plant Disease**, v 77, p. 340-347, 1993.

SANTANA, F.M. et al. Detecção de um begomovírus em amostras foliares de tomateiro com sondas não radioativas. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 37, n. 1, p. 269-272, 2007.

SANTANA, F.M. et al. Sources of resistance in *Lycopersicon* spp. to a bipartite whitefly-transmitted geminivirus from Brazil. **Euphytica**, v 122, p 45-51, 2001.

SANTOS, F.F.B. **Obtenção e seleção de híbridos de tomate visando à resistência *Tomato yellow vein streak virus* (ToYVSV)**. 2009. 86 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agrônômico, Campinas – SP.

SECEX, (2010). Sistema de análise das informações de comércio exterior via internet. In: Exterior, S.d.C.(ed).

SHIRAHIGE, F.H. et al. Produtividade e qualidade de híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) dos segmentos Santa Cruz e Italiano em função do raleio de frutos, em ambiente protegido. **Piracicaba-SP**, 2009.

SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L. B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Brasília, Embrapa Hortaliça. 168 p. 2000.

SILVA, K.F.A.S. **Resistência de genótipos de tomateiro à *bemisia tabaci* (genn.) (hemiptera: aleyrodidae) biótipo B**. 2012. 67 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SILVA, L.J. et al. Basal defoliation and their influence in agronomic and phytopathological traits in tomato plants. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, p. 377- 381, 2008.

STANLEY, J. et al. Family Geminiviridae. In: FAUQUET, C. M.; MAYO, M. A.; MANILOFF, J.; DESSELBERGER, U.; BALL, L. A. (Eds.). **Virus Taxonomy. Eighth Report o f the International Committee on Taxonomy of the viruses**. San Diego: Elsevier Academic Press, p. 301-326, 2005.

TOGNI, P.H.B. **Bases Ecológicas para o Manejo de Bemisia tabaci (Genn.)biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em Sistema Orgânico de Produção de Tomate**. 2009. 110f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade de Brasília.

VALE, F.X.R. et al. Manejo de doenças fúngicas em tomateiro. In: Tomate: tecnologia de produção. **Viçosa**: UFV, 2007. p. 159-197.

VALLE, G.E.; LOURENÇÃO, A.L. Resistance of Soybean Genotypes to *Bemisia tabaci* (Genn.) Biotype B (Hemiptera: *Aleyrodidae*). **Neotropical Entomolog**,v. 31, p. 285-295, 2002 .

VILLAS-BÔAS, G.L.V.; BRANCO, M. C. **Manejo Integrado da Mosca-Branca (*Bemisia tabaci* biótipo B) em Sistema de Produção Integrada de Tomate Indústria (PITI)**. Brasília: Embrapa, p.16, 2009. (Comunicado Técnico).

VILLAS-BÔAS, G.L.; et al. **Manejo integrado da mosca-branca *Bemisia argentifolii***. Brasília: EMBRAPA-CNPQ. p.11, 1997. (Circular Técnica da Embrapa Hortaliças).

ZERBINI, F.M.; CARVALHO, M. G. de; ZAMBOLIM, E. M. **Introdução a Virologia Vegetal**. Viçosa: UFV, 2006, cap. 10, 115-133p.

CAPÍTULO II

Reação de genótipos de tomateiro a geminivirus em condição de campo por meio de marcador molecular

Artigo enviado para publicação na Revista
Biological Agriculture & Horticulture

REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE TOMATEIRO A GEMINIVIRUS EM CONDIÇÃO DE CAMPO POR MEIO DE MARCADOR MOLECULAR

RESUMO

O gênero *Begomovirus* engloba os patógenos que causam os maiores danos econômicos ao cultivo do tomateiro no mundo. O cultivo em quase todas as regiões brasileiras e praticamente em toda época do ano propicia condições favoráveis ao desenvolvimento de pragas e fitopatógenos. No Brasil, as espécies de begomovírus de genoma bipartido transmitido por *Bemisia tabaci* biótipo B foi caracterizado infectando o tomateiro. O objetivo do trabalho foi avaliar a tolerância de genótipos de tomateiro a geminivírus em condição de infecção natural de campo e identificar por marcador molecular a espécie de *Begomovirus* presente. Em condição de campo foram quantificadas as plantas que apresentavam sintomas de geminivírus e os valores obtidos transformados em porcentagem. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com três repetições. Paralelamente, o DNA total das plantas foi extraído e a presença de begomovírus foi detectada por PCR, utilizando primers universais a fim de identificar o vírus. O vírus encontrado nos 20 genótipos analisados foi identificado como *Tomato mottle leaf curl virus*. Os genótipos SM16, Caline IPA-6, IPA7 e as linhagens 100 e 72 mostram-se as mais sensíveis com 83,3, 91,7, 83,3, 75,0 e 100% respectivamente. As linhagens 01 e 25 e os híbridos EW SE 1065, EW 15044 apresentaram tolerância tanto visual quanto por reação de PCR. Contudo, as linhagens 02, 35, 72, 76, 78, 84, 98, 115 e 106 mostram-se sintomáticas em condições de campo e em testes de PCR apresentaram-se negativas para presença do vírus. Isso vem a confirmar que a sintomatologia visual não é parâmetro suficiente para a identificação de fitopatógenos e que as técnicas moleculares apresenta uma maior relevância, uma vez que permite o com eficiência e rapidez a detecção e estudo de variabilidade genética de vírus.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*, *Geminiviridae*, Polymerase Chain Reaction (PCR).

SELECTION OF TOMATO GENOTYPES FOR RESISTANCE TO GEMINIVIRUS UNDER FIELD CONDITION BY MEANS OF MOLECULAR MARKER

ABSTRACT

Viral species of *Begomovirus* gender are the pathogens that cause the greatest economic damage of tomato cultivation in the world. Growing in almost all regions of Brazil and in any time of year provides favorable conditions for the development of pests and pathogens. In Brazil, the species of bipartite geminiviruses genome transmitted by *Bemisia tabaci* biotype B was characterized infecting tomatoes. The objective of this study was to evaluate the tolerance of the geminivirus in tomato genotypes under natural field infection and identify by molecular marker the specie of geminivirus present. In field conditions the plants showing symptoms of geminivirus were evaluated and the values obtained were transformed into percentage. The experimental design used was a randomized blocks with three repetitions. Simultaneously, total DNA plants were extracted and the presences of geminiviruses were tested by PCR using universal primers to identify the virus. The virus found in 20 genotypes was identified as ToMoLCV. The genotypes SM16, Caline IPA -6, IPA7 and the inbred lines 100 and 72 were the most sensitive and showed 83.3, 91.7, 83.3, 75.0 and 100% respectively. The inbred lines 01 and 25 and the hybrid SE EW 1065, EW 15044 showed tolerance both visually and by PCR. However, the lines 02, 35, 72, 76, 78, 84, 98, 115 and 106 showed symptomatic under field conditions but were negative for the presence of virus by PCR tests. This comes to confirm that the visual symptomatology is not sufficient parameter for the identification of phytopathogens and the molecular techniques has greater relevance since it allows with efficiently and rapidity the detection and study of genetic variability of the virus.

Keywords: *Solanum lycopersicum*, *Geminiviridae*, Polymerase Chain Reaction (PCR).

INTRODUÇÃO

A produção do tomate, *Solanum lycopersicum* L., por ser uma hortaliça de ampla aceitação entre os mais diversos mercados consumidores torna-se uma atividade agrícola de importância socioeconômica bastante difundida no mundo (Silva *et al.*, 2010). Com um percentual de 4% da produção desta hortaliça, o Brasil ocupa a sétima posição no ranking mundial, conforme o World Processing Tomato Council (WPTC), produzindo aproximadamente, 1,2 milhões de toneladas de tomate industrial e movimentando mais de R\$ 2,6 bilhões por ano (Vilela *et al.*, 2012). No entanto, fatores abióticos e bióticos interferem na sua produção ocasionando perdas econômicas.

Dentre os fatores bióticos os agentes fitopatogênicos de origem viral estão entre os fitopatógenos que têm acarretado grandes prejuízos econômicos aos produtores de tomate (Inoue-Nagata *et al.*, 2009).

Conforme o Comitê Internacional de Taxonomia de Vírus (ICTV) (2011) a família *Geminiviridae* é constituída pelos gêneros: *Mastrevirus*, *Curtovirus*, *Topocuvirus* e *Begomovirus*, e recentemente, também por: *Becurtovirus* (Hernández-Zepeda *et al.*, 2013), *Eragrovirus* e *Turncurtovirus* (Adams *et al.*, 2013).

Das 17 espécies de geminivírus isoladas de tomateiro no Brasil (Albuquerque *et al.*, 2010), a *Tomato mottle leaf curl virus* (ToMLCV), pertencente ao gênero *begomovirus*, é encontrada na região Nordeste (Fernandes *et al.*, 2008). Os *begomovirus*, assim como os *tospovirus* têm acarretado prejuízos para os produtores de tomate *in natura* e para processamento industrial (Hurtado *et al.*, 2012). Em casos em que são observadas elevada densidade populacional do inseto vetor, as perdas na produção podem chegar a 100% (Baldin *et al.*, 2005).

Os *begomovirus* relatados no Brasil são bipartidos, normalmente contendo DNA-A e componentes de DNA-B (Albuquerque *et al.*, 2010; Andrade *et al.*, 2006; Fernandes *et al.*, 2006; Ribeiro *et al.*, 2007). Os vírus do gênero *Begomovirus* são transmitidos pela *Bemisia tabaci* Genn. (Homoptera: Aleyrodidae) conhecida popularmente por mosca-branca (Fauquet *et al.*, 2008).

O controle de *B. tabaci* é realizado por meio de inseticidas químicos, muitas vezes com baixa eficácia (Peixoto, 2014). O uso indiscriminado de inseticidas convencionais envolve riscos à saúde do homem, poluição do meio ambiente e o desenvolvimento de resistência às formulações sintéticas, por parte dos insetos

(Baldin *et al.*, 2007).

Nesse cenário, a melhor alternativa no combate das fitoviroses transmitidas pela mosca branca é a utilização de genótipo resistente, aliado ao manejo adequado para a cultura (Giordano *et al.*, 2005; Lima *et al.*, 2005). Para a obtenção de genótipos resistentes à begomovírus em melhoramento genético têm sido realizados vários estudos (Nizio *et al.*, 2008) representando uma estratégia importante quando busca-se a resistência a vírus. As limitações dos métodos tradicionais de identificação viral em condições naturais, aliadas ao avanço tecnológico na área de biologia molecular fazem das técnicas moleculares ferramentas úteis que vem sendo bastante utilizadas em programas de melhoramento. Dentre essas técnicas, a Reação em Cadeia de Polimerase (PCR) é uma técnica extremamente sensível e específica para detecção e identificação de fitopatógenos e pode ser usada para investigar questões importantes a cerca da composição de populações de patógenos e a diversidade genética dos vírus (Capote *et al.*, 2012)

O uso de marcadores moleculares pode contribuir nas estratégias de seleção de genótipos resistentes, uma vez que marcadores ligados aos locos de resistência reduzem a necessidade de fenotipagem e possibilitam a identificação e seleção precoce de plantas resistentes na ausência do patógeno (Bouchez *et al.*, 2002). Assim, este estudo objetivou avaliar linhagens e híbridos de tomateiro, quanto à resistência a geminivirus em condições naturais de infecção via PCR com primers específicos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condição de campo na Estação Experimental de Belém do São Francisco-PE, entre os meses de outubro de 2012 e janeiro de 2013 e, posteriormente, no Laboratório de Biologia Molecular do Departamento de Bioquímica da Universidade Federal de Pernambuco.

Foram avaliados 20 genótipos de tomateiro compreendendo 13 progênies, sendo 11 do Programa de Melhoramento da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e duas do Instituto de Agrônômico de Pernambuco (IPA), cinco cultivares híbridas (SM 16, Ty 2006, Inlay 019, EW 15044 e EW SE 1065) e duas cultivares de polinização aberta (Caline IPA-6 e IPA-7). As cultivares IPA-7,

Caline IPA-6 e SM 16 são considerados padrões de suscetibilidade e os híbridos Ty 2006, Inlay 019, EW 15044, EW SE 1065, como padrões de resistência.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 20 tratamentos e três blocos. A parcela foi composta por 12 plantas distribuídas em três fileiras simples. As mudas de tomateiro foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido, contendo 128 células contendo substrato comercial. O transplante para campo foi realizado 25 dias após a semeadura, no espaçamento de 1,50 m entre fileiras e 0,30 m entre plantas.

Os tratos culturais foram realizados conforme recomendado para a cultura, de acordo com o seu desenvolvimento, sendo as adubações administradas via sistema de fertirrigação localizado, através de gotejamento. As plantas não foram tratadas com inseticidas para o controle da mosca-branca, durante todo o ciclo, a fim de se ter na área de cultivo uma população suficiente do vetor, que garantisse a inoculação natural de geminivírus e infecção do material avaliado.

As plantas foram avaliadas visualmente aos 30, 45 e 70 dias após o transplantio. Foram quantificadas as plantas que exibiam sintomas típicos de infecção e obtido um percentual de plantas sintomáticas por acesso classificando-se como suscetíveis ou resistentes.

Extração total de DNA das amostras

Foram coletadas e preservadas a -20°C , amostras foliares apresentando sintomas típicos de infecção por begomovírus, tais como redução de crescimento, enrolamento, encarquilhamento foliar e mosaico. As amostras foram submetidas à extração de DNA total utilizando-se o método CTAB (Doyle; Doyle, 1987) com algumas modificações. As folhas foram maceradas, até a formação de um pó bem fino, e incubados em tubos eppendorf de 1,5 mL. Posteriormente, adicionou-se a cada eppendorf contendo 100 mg de tecido, 700 μL do tampão de extração (20 mM EDTA; 100 mM Tris-HCL pH 8,0; 2 M NaCl; 2% CTAB; 2% PVP; 2% β -mercaptoetanol), sendo submetidos a incubação em banho-maria, a 65°C por 30 min. O DNA foi separado da solução de extração por precipitação com a adição de 600 μL de CIA (clorofórmio : álcool isoamílico 24:1). Agitou-se vigorosamente por 5 min e em seguida os tubos foram submetidos à centrifugação por 10 min a 14000 rpm. O sobrenadante foi transferido para um novo eppendorf e adicionou-se 500 μL

de isopropanol. Os tubos foram agitados manualmente por inversão, e resfriados a -20° C por um período de 30 min e centrifugados a 8000 rpm por 5 min. O sobrenadante foi descartado e o precipitado lavado com 1000 µL de etanol 70% e, posteriormente centrifugado por 2 min a 6000 rpm e seco a temperatura ambiente. Depois de extraído, o DNA foi ressuspendido em TE (10 mM Tris-HCl pH 8,0; 1mM EDTA), tratado com RNase (10 mg/mL) a 37°C por 30 min e armazenado a -20°C até o momento do uso. A quantificação foi realizada em gel de agarose 0,8%.

Teste de detecção do DNA viral via PCR

Para confirmar da presença de begomovírus nas amostras coletadas, o DNA obtido foi usado como molde em reações de PCR (Polymerase Chain Reaction) utilizando o par de primers “universais” PAL1v1978 (5’GCATCTGCAGGCCCACTYGTCTTYCCNGT3’) e PAR1c496 (5’AATACTGCAGGGCTTYCTRRTACATRGG3’) que amplifica o fragmento de aproximadamente, 1,2 Kb do DNA-A dos begomovírus (Rojas *et al.*, 1993). As reações de amplificação foram realizadas em um volume final de 25 µL contendo 2.5 µL de Tampão 10X da enzima Taq DNA Polymerase (100 mM Tris-HCl, pH 8,3 e 500 mM KCl (Invitrogen,)), 1.0 µL de MgCl₂ (50 mM, Invitrogen), 0.5 µL dNTPs (2,5 mM, Invitrogen), 1.0 µL de cada primer PALv1978/PARc715 (10uM), 0.3 µL da enzima Taq DNA Polimerase (5U/µL, Invitrogen), água MiliQ e 100ng de DNA. As amostras foram submetidas a amplificação em termociclador Master Cycler, nas condições de desnaturação inicial a 94°C por 5 min, seguida de 35 ciclos (94°C por 30 s; 55°C por 1 mine 72°C por 3 min) e extensão final a 72°C durante 7 min.

Sequenciamento e identificação de Geminivírus

As sequências correspondentes ao fragmento amplificado do genoma dos isolados virais foram obtidas a partir do consenso dos fragmentos sequenciados com os iniciadores senso e anti senso, em sequenciador automático ABI Prism 3100 (Applied Biosystems). As sequências editadas foram analisadas para níveis de identidade com as disponíveis no banco de dados do GenBank usando o algoritmo BLASTn disponível no National Center for Biotechnology Information (NCBI) (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/blast>). O alinhamento das sequências foi realizado por

meio do software Megalign (Lasergene)® DNASTar (Madison, WI), utilizando-se o método CLUSTAL W.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Amostras de tomateiro em condições de infecção natural de campo tiveram seus DNA totais extraídos e analisados por PCR. As amplificações do material genético dos genótipos de tomateiro com o par de primers PAL1v1978 e PAR1c496 foram correspondentes ao fragmento do DNA-A de begomovírus (1482 pb) em 7 das 20 amostras estudadas (Tabela 1).

Tabela 1. Identificação via PCR com primers específicos para geminivírus e identificação por similaridade com sequências conhecidas de geminivírus. (Identification by PCR with specific geminivirus identification and similarity to known sequences of primers geminivirus).

Genótipo	*PCR com #específico para Begomovírus	Espécie viral	BLASTn (%)	Acesso no Gen Bank	Acrônimo
SM 16	+	<i>Tomato mottle leaf curl vírus</i>	97	AY049227.1	ToMoLCV
Ty2006	+	<i>Tomato mottle leaf curl vírus</i>	97	AY049227.1	ToMoLCV
Caline IPA-6	+	<i>Tomato mottle leaf curl vírus</i>	97	AY049227.1	ToMoLCV
EW 15044	-				
EW SE 1065	-				
Inlay 019	-				
Linhagem 01	-				
IPA-7	+	<i>Tomato mottle leaf curl vírus</i>	97	AY049227.1	ToMoLCV
Linhagem 100	+	<i>Tomato mottle leaf curl vírus</i>	97	AY049227.1	ToMoLCV
Linhagem 78	-				
Linhagem 76	+	<i>Tomato mottle leaf</i>	97	AY049227.1	ToMoLCV

Genótipo	*PCR com #especifico para Begomovírus	Espécie viral	BLASTn (%)	Acesso no Gen Bank	Acrônimo
Linhagem 72	+	<i>curl vírus</i> <i>Tomato mottle leaf curl virus</i>	97	AY049227.1	ToMoLCV
Linhagem 84	-				
Linhagem 25	-				
Linhagem 30	-				
Linhagem 02	-				
Linhagem 35	-				
Linhagem 115	-				
Linhagem 106	-				
Linhagem 98	-				

*Primers PAL1v1978 e PAR1c496 correspondente ao DNA-A de begomovírus;
+, presença do fragmento do gene de begomovírus;
-, ausência do fragmento do gene de begomovírus

Esses primers têm apresentado consistentes ampliações na identificação de geminivírus em diversos trabalhos (Rojas; Kon, 2007; Kumar *et al*, 2012; Almeida *et al*, 2013). Após o sequenciamento, a análise das sequencias revelou 94 - 98% de identidade as sequencias de outros begomovírus depositadas no GenBank (Tabela1), identificando as sequencias virais amplificadas como *Tomato mottle leaf curl vírus* (ToMoLCV), uma das 12 espécies de *Begomovirus* ocorrentes no Brasil (Fauquet *et al*, 2008). Relatos de infecção naturais por ToMoLCV em tomateiro já foram relatado por Ribeiro *et al.*, (2003) no Distrito federal, mais recentemente em Pernambuco (Fernandes, 2010).

A sequência completa do genoma do ToMoLCV recentemente determinada Albuquerque *et al.*, (2012) e isolados pertencentes a esta espécie estão mais relacionados com um novo geminivírus que infecta maracujazeiro o *Passionfruit severe leaf distortion virus* (PSLDV) (Ferreira *et al.*, 2010).

Bem como no trabalho realizado por Albuquerque *et al.*, (2012), o ToMoLCV foi a espécie predominante nesse trabalho, sendo portanto a espécie que parece se apresentar como mais frequência em plantas de tomate em Pernambuco. Ainda de acordo com Albuquerque *et al.*, (2012) ocorrem no Brasil dois diferentes grupos de ToMoLCV, o grupo “ToMoLCV-PE” que engloba isolado oriundos da Bahia e Pernambuco e o grupo “ToMoLCV-DF” do Distrito federal inclui os isolados que pertence ao estado de Goiás. Os autores concluíram através das análises de recombinação que os isolados do grupo “ToMoLCV-DF” surgiram a partir de recombinação entre o “ToMoLCV-PE” e o *Tomato chlorotic mottle vírus* (ToCMoV).

No campo, as reações sintomatológicas dos genótipos foram observadas em três leituras 30, 45 e 70 dias após o transplântio. No entanto, aos 70 dias iniciaram-se a reprodutibilidade dos sintomas, dentre os 20 genótipos testados, 14 mostram-se sensíveis apresentando mosaico, nanismo, redução de área foliar, enrolamentos dos bordos foliar, sintomas típicos de geminivírus conforme mostra a (Tabela 2).

Tabela 2. Caracterização de genótipos de tomateiro quanto à sintomatologia ao vírus ToMoLCV em condições naturais de infecção. (Characterization of tomato genotypes regarding symptomatology ToMoLCV the virus under natural conditions of infection) Belém do São Francisco, PE, 2012.

Genótipos	Sintomas (DAT)		
	30	45	70
SM 16	AS*	AS*	MO, EB
Ty 2006	AS	AS	MO
Caline IPA-6	AS	AS	MS; RF
EW 15044	AS	AS	AS
EW SE 1065	AS	AS	AS
Inlay 019	AS	AS	AS
Linhagem 01(IPA)	AS	AS	AS
IPA-7	AS	AS	MS; RF
Linhagem 100	AS	AS	MO
Linhagem 78	AS	AS	MO; EB
Linhagem 76	AS	AS	MO; EB
Linhagem 72	AS	AS	MS; RF; NA
Linhagem 84	AS	AS	EB
Linhagem 25	AS	AS	AS

Linhagem 30	AS	AS	MO
Linhagem 02 (IPA)	AS	AS	MO
Linhagem 35	AS	AS	MO; EB
Linhagem 115	AS	AS	MO; EB
Linhagem 106	AS	AS	EB
Linhagem 98	AS	AS	MO; EB

*Sintomas: MO= mosaico; MS= mosaico severo; AS=ausência de sintomas; RF= redução foliar; NA= nanismo; EB= enrolamento dos bordos foliar voltado para cima; DAT= dias após transplantio.

Os percentuais de infecções variaram de 0,0 a 100% nas plantas quantificadas em campo. Os genótipos SM16, Caline IPA-6, IPA7 e as linhagens 100 e 72 mostram-se as mais sensíveis com 83,3, 91,7, 83,3, 75,0 e 100% respectivamente. Por sua vez, as linhagens 01 e 25 e os híbridos EW SE 1065, EW 15044, Ty 2006 e o Inlay obtiveram 0% de infecção (Tabela 3). Testes complementares tornaram-se necessários para confirmar a tolerância desses genótipos. Os híbridos Ty 2006 e Inlay utilizados como controle de tolerância embora tenham sido assintomáticos na avaliação visual, mesmo assim, foram considerados positivos para presença do vírus na reação de PCR com primer universais PAL1v1978 e PAR1c496 (Rojas *et al.*,1993). O Ty 2006 é um híbrido comercial que tem o gene Ty-1 que confere resistência ao *Tomato yellow leaf curl vírus* (TYLCV), utilizado no Brasil como forma de controle de doenças causadas pelo geminivírus (Pereira-Carvalho, 2009).

Tabela 3. Percentual de plantas infectadas pelo *Tomato mottle leaf curl vírus* (ToMoLCV), aos 70 dias de avaliação do experimento em condição naturais de infecção. (Percentage of plants infected by Tomato mottle leaf curl virus (ToMoLCV), after 70 days of experiment evaluation in natural infection status) Belém de São Francisco, PE, 2012.

Genótipos	Sintomas e comportamento			
	To	CS	SS	% CS
SM 16	36*	30	6	83,3
Ty 2006	36	09	27	25,0
Caline IPA-6	36	33	3	91,7
EW 15044	36	00	36	0,0
EW SE 1065	36	00	36	0,0

Inlay 019	36	00	36	0,0
Linhagem 01(IPA)	36	00	36	0,0
IPA-7	36	30	6	83,3
Linhagem 100	36	27	9	75,0
Linhagem 78	36	21	15	58,3
Linhagem 76	36	24	12	66,7
Linhagem 72	36	36	0	100,0
Linhagem 84	36	12	24	33,3
Linhagem 25	36	00	36	0,0
Linhagem 30	36	15	21	41,7
Linhagem 02 (IPA)	36	12	24	33,3
Linhagem 35	36	18	18	50,0
Linhagem 115	36	15	21	41,7
Linhagem 106	36	09	27	25,0
Linhagem 98	36	15	21	41,7

*To= total de plantas; CS= com sintomas; SS= sem sintomas; % CS= Porcentagem de plantas com sintomas.

As linhagens 01 e 25 e os híbridos EW SE 1065, EW 15044 apresentaram tolerância tanto visual quanto por reação de PCR. Contudo as linhagens 02, 35 72,76, 78, 84, 98, 115 e 106 mostram-se sintomáticas em condições de campo e em testes de PCR apresentaram-se negativas para a presença do vírus (Tabela 2). De acordo com Bezerra *et al.*, (1998) a sintomatologia não é parâmetro para identificar e diferenciar os geminivírus, uma vez que variações de sintomas são encontradas dependendo do estádios de desenvolvimento das plantas, do hospedeiro, de fatores ambientes e da ocorrência de infecção viral mista, além de serem facilmente confundidos por aqueles causados por deficiência nutricional (Paplomatas *et al.*, 1994). O método mais seguro na identificação de uma espécie tem sido a determinação da sequência completa do DNA-A do geminivírus (Stanley *et al.*, 2005). Portanto, tem-se recorrido a PCR, técnica molecular que têm permitido o desenvolvimento de métodos de detecção universal de forma rápida segura e de forma otimizada e estudo de variabilidade genética de geminivírus (Lima; Assunção 2001).

AGRADECIMENTO

À UFRPE, pelo apoio institucional, à FACEPE por conceder a bolsa de mestrado e ao Instituto Agrônômico de Pernambuco-IPA/Belém de São Francisco.

REFERÊNCIAS

- Adams, M.J., A.M.Q. King AND E.B. Carstens, 2013. Ratification vote on taxonomic proposals to the International Committee on Taxonomy of Viruses (2013). *Arch. Virol.*, 158:2023–30
- Albuquerque, L.C., A. Varsani, F.R. Fernandes, B. Pinheiro, D.P. Martin, P.T.O. Ferreira, T.O. Lemos and A.K. Inoue-Nagata, 2012. Further characterization of tomato-infecting begomoviruses in Brasil. Further characterization of tomato-infecting begomoviruses in Brasil. *Arch. Virol.*, 157(4): 747-752
- Albuquerque, L.C., D.P. Martin, A.C. Ávila, and A.K. Inoue-Nagata, 2010. Characterization of tomato yellow vein streak virus, a begomovirus from Brazil. *Virus Genes*, 40: 140-147
- Almeida, L.M., 2013. Replicação e movimento diferencial de ToCMoV e perfil de expressão de microRNAs em linhas resistentes e suscetíveis de tomateiro. Mestrado, Universidade de Brasília.
- Andrade, E.C., G.G. Manhani, P.F. Alfenas, R.F. Calegario, E.P. Fontes and F.M. Zerbini, 2006. Tomato yellow spot virus, a tomato-infecting begomovirus from Brazil with a closer relationship to viruses from *Sida* sp., forms pseudorecombinants with begomoviruses from tomato but not from *Sida*. *J Gen Virol.*, 87: 3687-96
- Bacci, L., A.L.B. Crespo, T.L. Galvan, E.J.G. Pereira, M.C. Picanço, G.A. Silva, and M. Chediak, 2007. Toxicity of insecticides to the sweetpotato whitefly (Hemiptera: Aleyrodidae) and its natural enemies. *Pest Management Science*, 63: 699-706

- Baldin, E.L.L., D.R. Souza, E.S. Souza and R.A. Beneduzzi, 2007. Controle de mosca-branca com extratos vegetais, em tomateiro cultivado em casa-de-vegetação. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, 25: 602-606
- Bezerra, I. C., S.G. Ribeiro, J.C. Faria, F.M. Zerbini, M.F. Lima and A.C. Ávila, 1998. Distribuição e caracterização de geminivirus no Brasil. IN: Congresso Brasileiro de Olericultura 38, PE. Anais. Petrolina: SOB/EMBRAPA-CPTSA/SUDENE/BYER
- Bouchez, A., F. Hospital, M. Causse, A. Gallais and A. Charcosset, 2002. Markerassisted introgression of favorable alleles at quantitative trait loci between maize elite lines. *Genetics*, Baltimore, 162: 1945-1959
- Capote, N., A.M. Pastrana, A.Aguado and O.S. Torres, 2012. Molecular Tools for Detection of Plant Pathogenic Fungi and Fungicide Resistance, *Plant Pathology*, Dr. Christian Joseph Cumagun (Ed.), ISBN: 978-953-51-0489-6, In Tech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/plantpathology/molecular-tools-for-detection-of-plant-pathogenic-fungi-and-fungicide-resistance>
- Doyle, J.J., and J.L Doyle, 1987. A rapid DNA isolation procedure from small quantities of fresh leaf tissues. *Phytochem Bull* 19: 11–15
- Fauquet C. M., R.W. Briddon, J.K. Brown, E. Moriones, J. Stanley, F.M. Zerbini and X. Zhou, 2008. Geminivirus strain demarcation and nomenclature. *Arch Virol.*, 153:783-821
- Fernandes, N.A.N, 2010. Variabilidade genômica e geográfica de espécies de begomovírus em tomateiro e em dois gêneros de plantas daninhas no Brasil. 135f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia). Universidade de Brasília. Brasília, Brasil
- Fernandes, J. J., M.G. Carvalho, E.C. Andrade, S.H. Brommonschenkel, E.P.B Fontes and F.M. Zerbini, 2006. Biological and molecular properties oh tomato rugose mosaic vírus (ToRMV), a new tomato-infecting begomovirus from Brazil. *Plant Pathology*, 55: 513-522

- Fernandes F.R., L.C. Albuquerque, L.B. Giordano, L.S. Boiteux, A.C. Ávila and A.K. Inoue, 2008. Diversity and prevalence of Brazilian bipartite begomovirus species associated to tomatoes. *Virus Genes*, 36: 251-258
- Ferreira, S. S., D.R. Barros, M.R. de Almeida and F.M. Zerbini, 2010. Characterization of passionfruit severe leaf distortion virus, a novel begomovirus infection in passionfruit in Brazil reveals a close relationship with tomato-infecting begomoviruses. *Plant Pathology*, 59: 221-230
- Giordano, L.B., M.E.N. Fonseca, J.B.C. Silva, A.K. Inoue-Nagata and L.S. Boiteux, 2005. Efeito da infecção precoce por begomovirus com genoma bipartido em características de frutos de tomate industrial. *Horticultura Brasileira*, 23:815-818
- Hernández-Zepeda, C., A. Varsani, and J.K. Brown, 2013. Intergeneric recombination between a new, spinach-infecting curtovirus and a new geminivirus belonging to the genus Becurtovirus: first New World exemplar. *Arch Virol.*, 158: 2245-2254
- Hurtado, F.D., M.A. Gil, Y.M. Zubiaur, J.G. Aguilera, C.A.D. Xavier, F.M. Zerbini Junior and D.J.H. Silva, 2012. Fontes de resistência em tomateiro aos begomovirus bissegmentados Tomato yellow spot virus e Tomato severe rugose virus. *Horticultura Brasileira*. 30: 639-644
- Inoue-Nagata, A.K., A.C. Ávila and G.L. Villas-Bôas, 2009. Geminivirus em sistema de produção integrada de tomate indústria. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 12 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 71)
- Kon, T., P. Sharma, and M. Ikegami, 2007. Suppressor of RNA silencing encoded by the monopartite tomato leaf curl Java begomovirus. *Arch Virol.*, 152:1273-82
- Kumar Vinoth, R., A.K. Singh and S. Chakraborty, 2012. A new monopartite begomovirus species, chilli leaf curl Vellanad virus, and associated betasatellites infecting chilli in the Vellanad region of Kerala, India. *New Dis Rep.* 25:20

- Lima, G.S.A., I.P. Assunção, L.V. Resende, M.A.J. Ferreira, T.H.V. Pedroza, F.A.T. Gallindo and N.S.A. Freitas, 2002. Detecção de begomovirose associados a plantas invasoras no estado de Pernambuco e caracterização molecular parcial de um isolado de *Sida rhombifolia*. *Summa Phytopathologica*, 28: 353-356
- Nizio, D.A.C., W.R. Maluf, A.R. Figueira, D.W. Nogueira, V.F. Silva and A.C. Gonçalves Neto, 2008. Caracterização de genótipos de tomateiro resistentes a begomovírus por marcador molecular co-dominante ligado ao gene Ty-1. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43: 1699-1705
- Papomatas, E.J., V.P. Patel, Y.M. Hou, A.O. Nogueira and R.L. Gilbertson, 1994. Molecular characterization of a new sap-transmissible bipartite genome geminivirus infecting tomatoes in Mexico. *Phytopathology*, 84: 1215-1224
- Pereira-Carvalho, R.C., 2009. Expressão fenotípica e mecanismos de ação de genes envolvidos na resistência ampla a begomovírus monopartidos e bipartidos em tomate: Teses de Doutorado. Universidade de Brasília
- Ribeiro, S.G., L.P. Ambrozevícius, A.C. Ávila, I.C. Bezerra, R.F. Calegário, J.J. Fernandes, M.F. Lima, R.N. Mello, H. Rocha and F.M. Zerbini, 2003. Distribution and genetic diversity of tomato-infecting begomoviruses in Brazil. *Arch Virol.*, 2003, 148(2): 281–295
- Ribeiro, S.G., D.P. Martin, C. Lacorte, I.C. Simoes, D.R. Orlandini and A.K. Inoue-nagata, 2007. Molecular and biological characterization of tomato chlorotic mottle virus suggests that recombination underlies the evolution and diversity of Brazilian tomato begomoviruses. *Phytopathology*, 97(6):702-711
- Rojas, M.R., R.L. Gilbertson, D. R. Russell and D. P. Maxwell, 1993. Use of degenerate primers in the polymerase chain reaction to detect whitefly-transmitted geminiviruses. *Plant Dis.* 77: 340-347
- Rojas, M.R., T. Kon, E.T. Natwick, J.E. Polston, Akad F, Gilbertson RL. First report of Tomato yellow leaf curl virus associated with tomato yellow leaf curl disease in California. *Plant Dis.* 2007, 91(8):1056

- Silva, A.K.F., C.D.G. Santos and A.K.Q. Nascimento, 2010. Transmissão de begomovírus de plantas daninhas para tomateiros pela mosca-branca. *Planta Daninha*, 28: 507-514
- Stanley, J., D.M. Bisaro, R. W. Briddon, J. K. Brown, C. M. Fauquet, B. D. Harrison, E. P. Rybicki and D. C. 2005. Família Geminiviridae. pp 301-326. In: *Vírus taxonomia : oitavo relatório da Comissão Internacional de Taxonomia de Vírus*. p. pp 301-326. Fauquet, C. M., M. A. Mayo; J. Maniloff, U. Desselberger and L. A. Bola, (Ed.) San Diego: Elsevier Academic Press
- Vilela, N.J., P.C.T. Melo, L.S. Boiteux and F.M. V.T. Clemente, 2012. Perfil Socioeconômico da Cadeia Agroindustrial no Brasil. pp 17–27 In: *Produção de Tomate para Processamento Industrial*. pp 17–27. Clemente, F.M.V.T. and, L.S. Boiteux. Embrapa. Organizadores. 1ª ed. Brasília-DF.

CAPÍTULO III

DESEMPENHO PRODUTIVO DE LINHAGENS DE TOMATEIRO SOB SISTEMA CONVENCIONAL DE PRODUÇÃO

DESEMPENHO PRODUTIVO DE LINHAGENS DE TOMATEIRO SOB SISTEMA CONVENCIONAL DE PRODUÇÃO

RESUMO

A avaliação de novos materiais lançados é de suma importância para encontrar cultivares e, ou híbridos com melhor desempenho para as diferentes regiões produtoras. Objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico de cinco híbridos comerciais, duas cultivares e 13 linhagens de tomateiro. O experimento foi conduzido em condição de campo no município de Vitória de Santo Antão, Pernambuco, de outubro de 2012 a janeiro de 2013. O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições. Foram avaliados a produtividade total de frutos, produtividade comercial, produtividade não comercial, número total de frutos, número de frutos comerciais e número de frutos não comerciais. De modo geral os híbridos TY 2006 e SM 16 foram superiores às linhagens na produtividade de frutos comerciais e número de frutos comerciais. Os híbridos TY 2006 e SM 16 já são cultivados na região por apresentarem vigor e tolerância às doenças que incidem sobre a cultura do tomate.

Palavras chave: *Solanum lycopersicum*, Cultivo convencional, Produtividade.

PRODUCTIVE PERFORMANCE OF LINES OF TOMATO UNDER CONVENTIONAL PRODUCTION SYSTEM

ABSTRACT

The evaluation of new materials released is of paramount importance to find cultivars and hybrids with better performance or to the different producing regions. Objective of this study was to evaluate the agronomic performance of five commercial hybrids, two cultivars and 13 tomato lines. The experiment was conducted under field conditions in Vitoria de Santo Antao municipality, Pernambuco, from October 2012 to January 2013. The irrigation system was used drip. The experimental design was a randomized block with three replications. Were evaluated the total fruit yield, marketable yield, non-commercial productivity, total number of

fruit, commercial fruit number and number of unmarketable fruits. In general the TY 2006 hybrid SM and 16 strains were higher than the productivity of commercial fruits and number of marketable fruits. The TY 2006 hybrid and SM 16 are already cultivated in the region for having force and tolerance to diseases that affect the tomato crop.

Keywords: *Solanum lycopersicum*, Conventional culture, Productivity

INTRODUÇÃO

O tomateiro, *Solanum lycopersicum* L., encontra-se entre as olerícolas mais consumidas, sendo sua quantidade produzida superada apenas pela batata (SILVEIRA et al., 2011), é também uma das mais importantes, não apenas em produção, mas também em valor socioeconômico. Possui uma grande versatilidade de produtos para alimentação humana nas formas de suco, molho, pasta, doce dentre outros (FAO, 2012), compondo uma importante fonte de vitaminas e sais minerais (COSTA et al., 2011).

A safra de tomate no Brasil, em 2013, totalizou aproximadamente 4 milhões de toneladas em uma área cultivada de 60 mil hectares e rendimento médio de 66 t/ha. A região Nordeste obteve uma produção de 455,024 mil toneladas e enquanto que o rendimento é de 43,2 t/ha sendo inferior à média nacional (IBGE, 2014). Nessa região o tomateiro é cultivado principalmente por pequenos produtores rurais (VIDAL, 2010).

No estado do Ceará a produção é 128,4 mil toneladas e rendimento médio de 46 t/ha. A Bahia produz de 204,7 mil toneladas, com rendimento de 48,49 t/ha e Pernambuco apresenta produção de em torno 93,4 mil toneladas e um rendimento em torno 38,8 t/ha (IBGE, 2014). No entanto, as principais regiões produtoras são: Sudeste com 1,6 milhões de toneladas e Centro-Oeste, com 1,3 milhões de toneladas, podendo-se destacar o estado de Goiás que lidera com 1,2 milhões de toneladas e rendimento de 80 t/ha sendo, portanto o maior estado produtor (IBGE, 2014).

A safra mundial em 2010, para tomate de mesa e indústria totalizou 145,6 milhões de toneladas em área cultivada de 4,33 milhões de ha. O Brasil produziu 3,69 milhões de toneladas, em aproximadamente 61 mil ha, colocando-se em 9º e

13^o lugares, respectivamente, na escala mundial. O segmento de tomate de mesa é produzido em regiões do Brasil sob períodos e sistemas de cultivos distintos e contribui com 63,4% da produção (FAOSTAT, 2012; IBGE, 2012). A produção de tomate a campo requer cultivares bem adaptadas e que propiciem além de alto rendimento, produtos de elevado padrão de qualidade (PEREIRA et al., 2012).

Diante dessa relevância, o tomateiro tem sido alvo de bastante pesquisa, sobretudo no que se refere ao aumento de produtividade e no desenvolvimento de genótipos cada vez mais produtivos (CHARLO et al., 2009). Para obtenção de genótipos produtivos, a fonte principal para ampliar a base genética das espécies são encontradas em bancos de germoplasma, por adquirirem genótipos de diferentes regiões do mundo o que pode apresentar materiais com características diversas, quando comparada ao genótipo tido como padrão comercial (GUIMARÃES et al., 2010; SOUZA SOBRINHO et al., 2010).

A avaliação de novos materiais liberados é de suma importância para encontrar cultivares e, ou híbridos com melhor desempenho para as diferentes regiões produtoras. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico de cinco híbridos comerciais, duas cultivares e 13 linhagens de tomateiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre os meses de outubro de 2012 a janeiro de 2013, na Estação Experimental Luiz Jorge da Gama Wanderley do Instituto Agrônômico de Pernambuco IPA, localizada na Mesorregião da Mata Pernambucana, em Vitória de Santo Antão, PE. As coordenadas geográficas são 8°8'00'S, 35°22'00"W de longitude e 150 m de altitude.

Foram avaliados 20 genótipos, as cultivares híbridas SM 16, Ty 2006, EW 15044, EW SE 1065, INLAY 019; as cultivares Caline IPA-06 e IPA-07 de polinização aberta e ainda duas linhagens do Banco de Germoplasma da Estação Experimental de Belém de São Francisco-IPA e 11 linhagens do Banco de Germoplasma da UFRPE (Tabela1).

As linhagens do banco de germoplasma da UFRPE foram oriundas do híbrido SE 1055 F₁, desenvolvido para condições quentes e úmidas pela empresa East West Seeds. O SE 1055 F₁ apresenta resistência ao *Fusarium oxysporum* f.sp lycopersici

raça 2, ao vírus do mosaico do tomateiro (TomV), *verticilium dahliae* e geminivírus (TYLCV).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições. Cada parcela foi composta por dez plantas, sendo avaliadas as oito plantas centrais. O espaçamento utilizado foi de 1,60 m entre linha e 0,50 m entre plantas. O sistema de irrigação utilizado na área foi o de gotejamento. O preparo da área constou de uma aração, de uma gradagem e em seguida levantamento dos canteiros. A correção do solo e a adubação de plantio foram realizadas de acordo com os resultados obtidos na análise de solo e conforme indicado nas Recomendações de Adubação para o Estado de Pernambuco (IPA, 2008).

As mudas foram produzidas em bandejas de isopor com 128 células, preenchidas com substrato comercial Basaplant para hortaliças, semeando-se três sementes por célula, mantidas em casa de vegetação e irrigadas por microaspersão. Após a germinação procedeu-se o desbaste, deixando-se apenas uma plântula por célula. O transplante das mudas para a área experimental foi realizado quando as mesmas desenvolveram de quatro a cinco folhas definitivas, aos 27 dias após a semeadura.

Foram adotados tratos culturais convencionais da cultura e o controle de plantas invasoras foi realizado manualmente, assim como aplicações preventivas de defensivos foram feitas para o controle de pragas com produtos registrados para a cultura. As adubações de cobertura foram efetuadas diariamente via fertirrigação de acordo com a análise de solo e aos estágios de desenvolvimento da cultura.

A colheita foi realizada de acordo com o estágio de maturação dos frutos. Foram realizadas duas colheitas, em seguida selecionaram-se os frutos de acordo com o peso e sem nenhum dano físico aparente. Para a avaliação do desempenho agrônômico dos genótipos foram analisadas as seguintes variáveis: produtividade total (PT) em kg; produtividade comercial (PC) em kg; produtividade não comercial de frutos (PNF) em kg, número total de frutos (NTF) em unidade, total de frutos comerciais (FC) em unidade e não comerciais (FNC) de materiais colhidos na área útil. Os frutos comerciais foram classificados na classe extra, com massa entre 100 e 150 g e frutos descartes, com massa menor que 100 g.

Os valores das características avaliadas foram submetidos à análise de variância e após a constatação da homogeneidade das variâncias residuais, as

médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de possibilidade através programa estatístico statistix.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a característica número total de frutos (NTF), observou-se diferença significativa para linhagem 106 pelo maior valor, mas diferiu apenas das linhagens 35, 78, 72, 115 e 30. Para o componente número de frutos (NFC) comercial, destaca-se o híbrido TY 2006 com maior valor, sendo significativo e diferindo apenas do híbrido SM 16. Com relação ao número de frutos não comerciais (NFNC), que é uma característica indesejável as linhagens 78, 106, 35, 115, 72, 76 e 30 apresentaram os maiores valores (Tabela 1).

Tabela 1. Número total de frutos (NTF), comercial (NFC) e não comercial (FNC) de genótipos de tomateiro em condição de campo. (Number of fruits (NFT), commercial (NFC) and noncommercial (FNC) of tomato genotypes under field condition) Vitória de Santo Antão, IPA, 2012.

Genótipos	NFT	NFC	NFNC
Híbrido SM 16	316,66 abc	188,00 ab	173,67 e
Híbrido TY 2006	454,00 abc	217,33 a	236,67 cde
Cultivar Caline IPA – 6	442,66 abc	74,33 cdef	368,33 abcde
Híbrido EW 15044	411,66 abc	66,00 def	345,67 abcde
Híbrido EW SE 1065	464,00 abc	16,00 f	448,00 abc
Híbrido Inlay 019	259,66 c	121,67 bcde	138,00 e
Linhagem 01 IPA	309,66 bc	142,33 bc	167,33 e
Cultivar IPA – 7	339,66 abc	57,00 ef	282,67 bcde
Linhagem 100 IPA	318,00 abc	140,67 bcd	177,33 e
Linhagem 78	560,33 ab	-	560,33 a
Linhagem 76	511,66 abc	6,67 f	505,00 ab
Linhagem 72	528,33 ab	23,00 f	505,33 ab
Linhagem 84	443,33 abc	14,67 f	428,67 abcd
Linhagem 25	457,33 abc	23,00 f	434,33 abcd
Linhagem 30	519,33 ab	18,67 f	500,67 ab
Linhagem 02 IPA	264,00 c	57,67 ef	206,33 de
Linhagem 35	562,00 ab	8,67 f	553,33 a

Linhagem 115	525,66 ab	18,00 f	507,67 ab
Linhagem 106	570,66 a	23,00 f	547,67 a
Linhagem 98	462,00 abc	-	461,00 abc
CV (%)	18,58	36,00	20,20

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a ($p < 0,05$).

Na Tabela 2, encontram-se os dados referentes à produtividade total (PT), produtividade comercial (PC) e produtividade não comercial (PNC). A primeira é característica considerada quando se avalia o desempenho de cultivares é a produtividade comercial, uma vez que é quantificado apenas os frutos que possuem padrão de mercado (GUALBERTO et al., 2007). Para os componentes de produtividade total e comercial de tomateiro analisados, houve efeito significativo para híbridos e linhagens.

Tabela 2. Produtividade total (PT), comercial (PC) e não comercial (PNC) de genótipos de tomateiro em condição de campo. (total factor productivity (PT), commercial (PC) and noncommercial (PNC) of tomato genotypes under field condition) Vitória de Santo Antão, IPA, 2012.

Genótipos	PT(t ha ⁻¹)	PC (t ha ⁻¹)	PNC (t ha ⁻¹)
Híbrido SM 16	63,38 ab	38,17 a	25,21 def
Híbrido TY 2006	70,85 a	40,62 a	30,23 bcdef
Cultivar Caline IPA-6	55,94 ab	12,85 ab	43,09 abcde
Híbrido EW 15044	49,78 ab	12,41 ab	37,37 abcdef
Híbrido EW SE 1065	49,80 ab	4,18 bcd	45,61 abcd
Híbrido Inlay 019	47,41 ab	26,65 a	20,76 f
Linhagem 01 IPA	51,08 ab	29,39 a	21,69 ef
Cultivar IPA 07	43,28 ab	10,25 abc	33,03 abcdef
Linhagem 100 IPA	50,56 ab	26,57 a	23,99 def
Linhagem 78	41,02 b	0,00 f	41,02 abcdef
Linhagem 76	49,28 ab	1,31 def	47,97 abc
Linhagem 72	56,81 ab	4,25 bcd	52,55 ab
Linhagem 84	41,30 b	2,82 cdef	38,47 abcdef
Linhagem 25	51,65 ab	4,06 bcd	47,58 abc
Linhagem 30	51,75 ab	3,82 cdef	47,92 abc
Linhagem 02 IPA	37,83 b	11,08 abc	26,75 cdef

Linhagem 35	55,71 ab	1,62 def	54,09 a
Linhagem 115	47,99 ab	2,96 bcdef	45,02 abcd
Linhagem 106	55,75 ab	3,89 bcde	51,85 ab
Linhagem 98	40,30 b	0,20 ef	40,09 abcdef
CV (%)	18,52	22,54	18,60

(1) Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a ($p < 0,05$).

A produtividade total de frutos variou de 37,8 a 70,8 t/ha. A cultivar híbrida TY 2006, destacou-se com maior produção, diferindo estatisticamente das linhagens 84, 78, 98 e 02. No entanto, não diferiu estatisticamente dos demais genótipos, conforme (Tabela 2). A cultivar híbrida TY 2006 apresentou produtividades superiores à média nacional (66,7 t/ha) e à média do estado de Pernambuco de 2013 (38,8 t/ha) (IBGE, 2014). Machado et al., (2007), trabalhando com diferentes densidades de plantio em tomate italiano obteve uma produtividade total de 75,1 t/ha com a cultivar híbrida Heinz em plantas com espaçamento de 0,5 m. Matos et al., (2012), obtiveram produtividades entre 89,2 a 103,37 t/ha com cultivares Débora Pto e Alambra em ambiente aberto sob manejo convencional. A cultivar híbrida SM 16 também obteve valor significativo com 63,38 t/ha. Resultados diferentes foram encontrados por Karasawa et al. (2010), que observaram produtividade total de 88,86 t/ha em cultivo de tomate rasteiro cultivados em vasos.

Para produtividade comercial, os híbridos TY 2006, SM 16, Inlay 019 e as linhagens IPA 01 e IPA 100 obtiveram os maiores valores: 40,62, 38,17, 29,39, 26,65 e 26,57 t/ha, diferindo das demais (Tabela 2). Gualberto et al.,(2007) avaliou cinco híbridos de tomate em campo aberto, a média da produtividade comercial variou de 63,11 a 112,97 t/ha. Caliman et al., (2005) avaliou três cultivares de tomate e obteve no campo uma produtividade de 24,78 t/ha. A produtividade não comercial de frutos variou de 20,7 a 54,0 t/ha (Tabela 2). A linhagem 35 diferiu estatisticamente dos híbridos Ty 2006, SM16, Inlay 019 e das linhagens IPA 01 e IPA 100. Portanto, os materiais que apresentaram os cinco maiores valores para produtividade comercial de fruto foram os híbridos TY 2006, SM 16 e Inlay 019 e as linhagens IPA 01 e IPA 100.

AGRADECIMENTO

À UFRPE e ao Instituto Agrônômico de Pernambuco-IPA/Vitoria de Santo Antão pelo apoio institucional e à FACEPE por conceder a bolsa de mestrado e ao CNPq pelo financiamento do projeto de “Melhoramento Genético de Solanáceas em Diferentes Sistemas de Cultivo”.

REFERÊNCIAS

CALIMAN, F.R.B.; SILVA, D.J.H.; FONTES, P.C.R.; STRINGHETA, P.C.; MOREIRA, G.R.; CARDOSO, A.A. Avaliação de genótipos de tomateiro cultivados em ambiente protegido e em campo nas condições edafoclimáticas de Viçosa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.23, n.2, p. 255-259, 2005.

CHARLO, H.C.O.; SOUZA, S.C.; CASTOLDI, R.; BRAZ, L.T. Desempenho e qualidade de frutos de tomateiro em cultivo protegido com diferentes números de hastes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, n. 2, p.144-149, 2009.

COSTA, C.A.D.; SILVA, A.C.D.; SAMPAIO, R.A.; MARTINS, E.R. Productivity of determinate growth tomato lines tolerant to heat under the organic system. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 4, p.590-593, 2011.

EMPRESA PERNAMBUCANA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Recomendações de Adubação para o Estado de Pernambuco**. 2.ed. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, 2008. 198p.

FAO STATISTIC DIVISION (FAOSTAT). Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>>. Acesso em: 20 nov. 2012.

GUALBERTO, R.; OLIVEIRA, P.S.R.D.; GUIMARÃES, A.D.M. Desempenho de cultivares de tomateiro para mesa em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, n. 2, p. 244-246, 2007.

GUIMARÃES, L.M.S.; TITON, M.; LAU, D.; ROSSE, L.N.; OLIVEIRA, L.S.S.; ROSADO, C.C. G.; CHRISTO, G.G.O.; ALFENAS, A.C. Eucalyptus pellita as a source of resistance to rust, ceratocystis wilt and leaf blight. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v.10, p.124-131, 2010.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. 2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicad>. Acesso em 6 de janeiro 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em:<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201212.pdf>. Acesso em: 30 out. 2014.

KARASAWA, M.; MESQUITA, J.C.P.; MENEZES, D.; FERRAZ, E.; SILVA, M.C.L. Potencial produtivo de tomateiros rasteiros em vasos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.28, n.2, 2010. (Suplemento CD - Rom).

MACHADO, A.Q.; ALVARENGA, M.A.R.; FLORENTINO, C.E.T. Produção de tomate italiano (saladete) sob diferentes densidades de plantio e sistemas de poda visando ao consumo in natura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, n.2, p. 149-153, 2007.

MATOS, E.S.; SHIRAHIGE, F.H.; MELO, P.C.T. Desempenho de híbridos de tomate de crescimento indeterminado em função de sistemas de condução de plantas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 2, p. 240-245, 2012.

PEREIRA, M.A.B.; AZEVEDO, S.M.D.; FREITAS, G.A.D.; SANTOS, G.R.D.; NASCIMENTO, I. R.D. Adaptabilidade e estabilidade produtiva de genótipos de tomateiro em condições de temperatura elevada. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, CE, v. 43 p. 330-337, 2012.

SILVEIRA, J.; GALESKAS, H.; TAPETTI, R.; LOURENCI, I. Quem é o consumidor brasileiro de frutas e hortaliças. **Hortifruti Brasil**, n.103, p. 8-23, 2011.

SOUZA, S.F.; AUAD, A.M.; LÉDO, F.J.S. Genetic variability in *Brachiaria ruziziensis* for resistance to spittlebugs. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v.10, p. 83-88, 2010.

VIDAL, M.F. Produção e Área Colhida de Tomate no Nordeste. In: **Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste Etene**. Ano 4, nº 21, 2010.