

**MELHORAMENTO GENÉTICO EM ACESSOS DE MELÃO BRASILEIRO
RESISTENTES AO VÍRUS DO MOSAICO DO PEPINO; ESTRATEGIA PARA A
PRODUÇÃO E SEGURANÇA ALIMENTAR**
***GENETIC IMPROVEMENT IN BRAZILIAN MELON ACCESSIONS RESISTANT TO
CUCUMBER MOSAIC VIRUS; STRATEGY FOR PRODUCTION AND FOOD SAFETY***

Autor(es): Nadia Carolina Sanabria Verón¹, João Emílio de Souza Junior², Plinio Esteban Ramirez Alvarez¹, Ronan Xavier Corrêa²

Filiação: ¹Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.

²Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA

E-mail: nsanabria@agr.una.py

Grupo de Trabalho (GT): << GT10. Abastecimento, segurança alimentar e nutricional e dinâmicas de consumo >>

Resumo

O objetivo deste trabalho foi analisar os resultados de diferentes artigos científicos sobre as características do CMV, estimar o efeito do CMV sobre o melão do ponto de vista biológico e o impacto na economia agrícola que ele pode gerar na produção. Com a análise de diferentes fontes de publicações, foi possível verificar a presença do CMV em 50% dos estados do Brasil desde o Estado de Paraná, no Sul, até Amazônia no Norte, afetando a diferentes espécies de plantas sendo o de maior incidência a família *Cucurbitaceae*. No melão, a infecção pelo CMV produz alterações fisiológicas e bioquímicas que resultam em baixa produção e, consequentemente, perdas econômicas. De acordo com a coleta de dados os sintomas podem variar de leves a graves, passando desde cloroses, mosaicos, necroses, nanismo, pouco desenvolvimento até a morte da planta. No campo, a transmissão do CMV continua sendo por ofídios de maneira não persistente, também constatado infecções mistas em cucurbitáceas o que pode modificar a virulência do vírus. Da perspectiva econômica, o cultivo do melão é de grande importância, principalmente para a região Nordeste do Brasil, o que torna necessário o estudo das áreas de plantio e estudos de acessos como fonte de resistência natural. O conhecimento dos diferentes mecanismos de defesa da planta e os métodos de controle da transmissão do vírus podem ajudar a reduzir os impactos econômicos futuros.

Palavras-chave: *Cucumber Mosaic Virus*, *Cucumis melo*, produtividade, melhoramento, segurança alimentar.

Abstract

The objective of this study was to analyze the results of different scientific articles on the characteristics of CMV, to estimate the effect of CMV on melons from a biological point of view and the impact it can have on agricultural production. By analyzing different sources of publications, it was possible to verify the presence of CMV in 50% of the states of Brazil, from the state of Paraná in the South to the Amazon in the North, affecting different species of plants, with the *Cucurbitaceae* family being the most prevalent. In melons, CMV infection produces physiological and biochemical changes that result in low production and, consequently, economic losses. According to the data collected, the symptoms can vary from mild to severe, ranging from chlorosis, mosaics, necrosis, dwarfism, poor development and even death of the plant. In the field, CMV transmission continues to be by aphids in a non-persistent manner, and mixed infections have also been observed in cucurbits, which can modify the virulence of the virus. From an economic perspective, melon cultivation is of great importance, especially for

the Northeast region of Brazil, which makes it necessary to study planting areas and access studies as a source of natural resistance. Knowledge of the different defense mechanisms of the plant and methods of controlling virus transmission can help reduce future economic impacts.

Keywords: *Cucumber mosaic virus*, *C. melo*, productivity, breeding, food security.

1. INTRODUÇÃO

A diversidade e a relação genética são cruciais para o melhoramento de plantas, pois determinam a utilização eficiente dos materiais genéticos e a seleção de pais potenciais. As informações da diversidade genética e das relações entre os melões cultivados e selvagens são úteis para a organização e utilização eficientes desses materiais em programas de melhoramento atuais (HU et al., 2019). Segundo Guiu-Aragonés (2014), o complexo controle genético da resistência ao CMV em melão, é monogênico para algumas linhagens, mas oligogênico e quantitativo para outras linhagens.

O melão tem níveis muito altos de compostos bioativos benéficos (BCs), incluindo carotenóides (α -, β caroteno e β -criptoxantina), polifenóis (flavonóides e ácidos fenólicos) e ácidos graxos (ácido oleico, linoleico e palmitoleico) (GÓMEZ-GARCÍA et al., 2020). O sabor e o aroma dos diferentes tipos de melão são consequência do acúmulo equilibrado de muitos compostos, principalmente de açúcares, responsável pelo sabor doce característico, e do acúmulo de carotenóides, responsável pela cor da polpa, quase sessenta e três genes envolvidos no metabolismo do açúcar (GARCIA-MAS et al., 2012).

O Nordeste do Brasil é caracterizado por contar com empresas produtoras e exportadoras de frutas que utilizam irrigação, grande parte dessas e outras cucurbitáceas são produzidas por pequenos produtores em condições de sequeiro. As variedades utilizadas nas lavouras irrigadas não foram desenvolvidas para as condições climáticas predominantes no Nordeste do Brasil, em especial a melancia e o melão (SILVEIRA et al., 2009).

O objetivo deste trabalho foi analisar os resultados de diferentes artigos científicos sobre as características do CMV, estimar o efeito do CMV sobre o melão do ponto de vista biológico e o impacto que ele pode gerar na produção agrícola e na economia dos estados produtores.

2. METODOLOGIA

Foi criado um banco de dados dos artigos obtidos nas plataformas virtuais no programa Excel® (Figura 1). Esta revisão teve como objetivo estudar dois aspectos principais, em primeiro lugar, realizar uma análise em termos de estudos biológicos em relação à fisiologia e interação vírus/planta (item 1) e, em segundo lugar, apresentar uma abordagem econômica da produção de melão e como o vírus poderia influenciar a economia do Brasil (item 2). Foi realizado um mapeamento da incidência do vírus CMV no Brasil, além dos estados com maior área plantada de melão, utilizando o software Qgis®.

A análise econômica do melão no período de 2010 a 2023 foi realizada com base na produção (t), área colhida (ha), produtividade (t/ha) e quantidade (t) de melão, para o período em questão. Para a coleta de dados foram utilizados bancos de dados públicos das seguintes instituições: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) por meio do sistema de recuperação automática do IBGE (SIDRA) e Organização da Agricultura e Alimentação (FAO). As análises foram realizadas de forma exploratória, utilizando-se estatística descritiva por meio de gráficos e tabelas informativas.

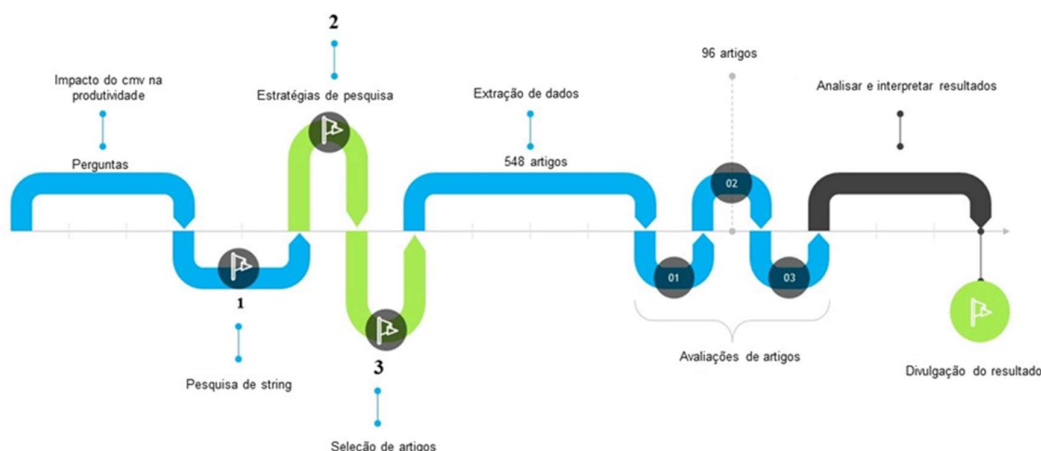


Figura 1. Processo de seleção e execução dos artigos. Fonte: Própria, segundo os dados da pesquisa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Descoberta do gene resistente ao CMV

O gene *cmv1* seria suficiente para conferir resistência a algumas linhagens, mas para outras a contribuição de pelo menos outros dois QTLs ou combinações (Tabela 1), sendo mais um exemplo da corrida entre patógenos e a resistência montada pelos hospedeiros (ESSAFI et al., 2009).

Por outro lado, na resistência ao CMV, três genes recessivos foram descritos no cruzamento Pepino de Freemans x Noy Amid. Sete QTLs estão envolvidos na resistência a três diferentes estirpes deste cucumovirus no cruzamento Védraçais x PI 161375 (PITRAT, 2002). Recentemente, acessos resistentes pertencentes a três grupos diferentes de melão (*Conomon*, *Makuwa* e *Dudaim*) foram relatados. Nesses acessos resistentes, o vírus conseguiu se replicar e passar de célula para célula, mas não conseguiu atingir o floema que é controlado pela proteína CmVPS41 (PASCUAL et al., 2019).

Tabela 1. Genes e proteínas envolvidos na resistência do melão ao CMV.

<i>C. melo</i>	Tipo de resistência	Gene de resistência	Proteína	Referência
	Infecção	Três genes recessivos	-	Pitrat (2002)
	Infecção	<i>cmv</i> (sete QTLs)	-	Pitrat (2002)
	Infecção	<i>cmv1</i>	-	Essafi et al., (2009)
	Transmissão por pulgões	Vat	CC-NBS-LRR	Pitrat (2002)
	Entrada de floema em melão.	<i>cmv1</i>	CmVPS41	Pascual et al., (2019)

Fonte: Própria, segundo dados da pesquisa.

Vale destacar também o Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Universidade Federal do Semiárido (UFERSA), que possui um banco de germoplasma de acessos de melão brasileiro, utilizando o locus *CmeIF4E* ligado ao gene *cmv1* indicou a presença em nove acessos brasileiros, genótipos com o cultivar resistente a alelos PI161375

(Sanabria-Verón et al., 2019), esses alelos estão presentes em acessos brasileiros, que possuem genótipos 100% homozigotos (Tabela 2).

Tabela 2. Principais grupos de acessos de melão Brasileiro com potencial de resistência ao CMV.

Genótipos	Grupo Botânico ¹	Score	QTL SNP-CAP CMV Resistência		
			PS 40-E11	AI 33-H11	CmeIF4E
A7	<i>Cantaloupensis</i>	0.8	bb	Bb	Ab
A9	<i>Conomon</i>	1.1	ab	Aa	Aa
A14	<i>Cantaloupensis</i>	1.2	ab	Aa	Aa
A16	<i>Conomon</i>	0.4	ab	Ab	Bb
A28	<i>Cantaloupensis</i>	1.3	aa	Ab	Aa
A29	<i>Cantaloupensis</i>	0.8	ab	Aa	Aa
A36	<i>Cantaloupensis</i>	1.0	ab	Bb	Aa
A37	<i>Momordica</i>	1.0	bb	Bb	Bb
A42	<i>Momordica</i>	0.5	ab	Aa	Ab
PI161375 ²	<i>Chinensis</i>	0.3	bb	Bb	Bb
Piel de Sapo ²	<i>Inodorus</i>	4.8	ab	Ab	Aa

¹Classificação de grupo botânico estabelecida por TORRES FILHO et al. (2009) de acordo com STEPANSKY et al. (1999); ²cultivares de referência para níveis de resistência ao CMV.

Estratégia da produção

Uma das estratégias mais eficientes e sustentáveis para o controle de infecções por vírus de plantas é o uso de plantas geneticamente resistentes (RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ, 2012; PACUAL et al., 2019) e a supressão de sintomas não depende necessariamente de uma diminuição na replicação do vírus e engenharia genética para aumentar a resistência a vírus de plantas cultivadas (HARRISON et al., 1987).

Finalmente, recomenda-se a eliminação de fontes de vírus, especialmente de espécies selvagens de cucurbitáceas nas proximidades de cultivos de cucurbitáceas. Além do controle de plantas daninhas vetoras, bem como o uso de cultivares resistentes ou tolerantes e uma leve proteção contra estirpes sempre que disponíveis (YUKI et al., 2000).

Incidência do vírus do CMV no Brasil

No Brasil, foram identificadas 213 espécies de vírus de plantas e 6 espécies de viróides, pertencentes a 57 gêneros, 22 famílias e 6 ordens de 1926 a 2018. Dentre elas, o CMV foi o vírus que infestou o maior número de diferentes espécies de plantas, seguido pelo vírus da batata Y (PVY) e vírus da murcha do tomateiro (TSWV) (KITAJIMA, 2020).

Alguns dos achados sobre os vírus vêm de campos experimentais, como os encontrados no Instituto Agrônomo do Paraná, onde foram encontrados maracujazeiros dourados com manchas douradas brilhantes. Testes de transmissão, gama de hospedeiros e ELISA demonstraram que as plantas estavam infestadas com CMV. Este foi o primeiro relato deste vírus na cultura do maracujazeiro no Paraná (BARBOSA et al., 1999).

Foram realizadas visitas de campo a plantios de espécies de cucurbitáceas em áreas produtoras do Maranhão e coletadas amostras de folhas, todas as amostras foram testadas contra antissoros específicos para os principais vírus das famílias *Bromoviridae*, *Comoviridae* e *Potyviridae* que infectam cucurbitáceas no Nordeste (MOURA et al., 2001). Os resultados revelaram identificação sorológica de *Papaya ringspot virus* (PRSV) em 64,4% das amostras analisadas, seguido de *Watermelon mosaic virus-2* (WMV-2) por 15,2%, *Cucumber mosaic virus* (CMV) por 6,8% (MOURA et al., 2001).

Apesar da ampla ocorrência do CMV, ele foi encontrado em um número reduzido de amostras foliares (5,02%), das quais foram coletadas em campos de cucurbitáceas do estado de Goiás (Cidade de Uruana) e da Bahia (Cidade de Sento Sé). A maior ocorrência de CMV foi observada nas culturas de melão (6,96%) e abóbora (4,29%) (LIMA et al., 2015). O último relato foi sobre *Capsicum chinense* no estado do Amazonas, Brasil (SOUZA et al., 2020). Esses dados representam uma incidência do vírus CMV distribuída em quase todos os estados do Brasil (Figura 2).

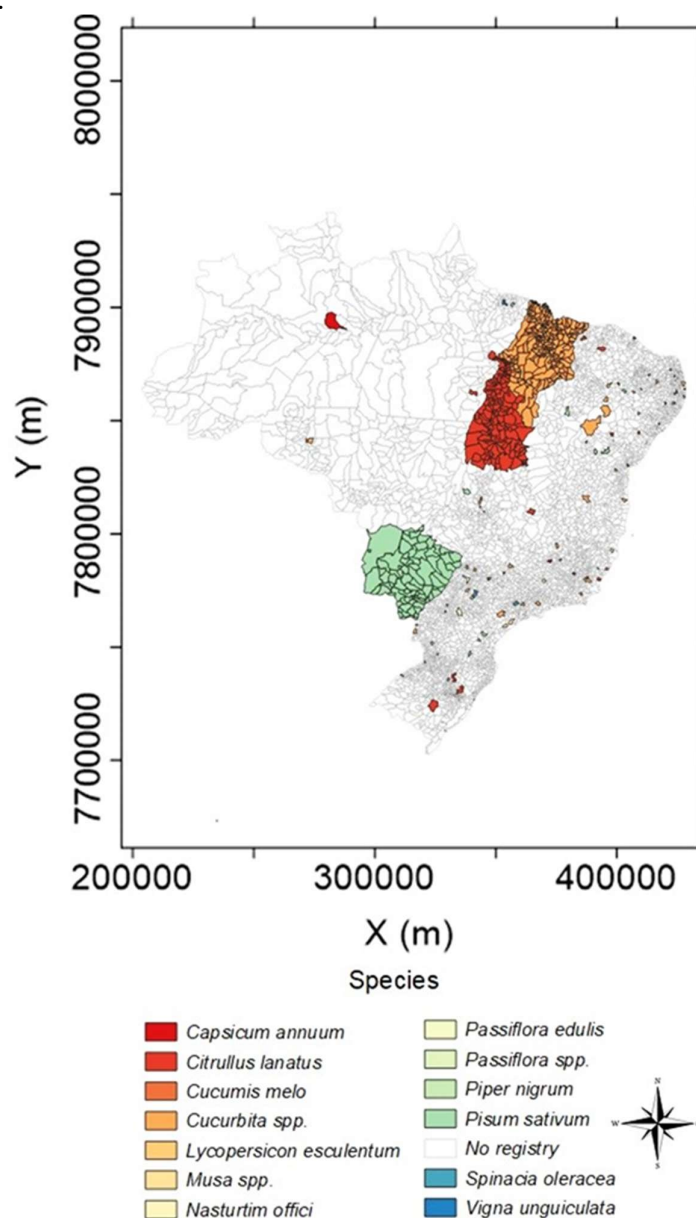


Figura 2. Distribuição espacial do CMV encontrado infectando diferentes espécies no Brasil.

A fruticultura é uma atividade economicamente importante no Brasil, principalmente para as regiões Nordeste, Sudeste e Sul, onde as condições e diversidade climática favorecem o desenvolvimento do setor de fruticultura e a produção de uma grande variedade de espécies frutíferas (ADAMI et al., 2016). O melão é cultivado em aproximadamente 100 países, e a produção nacional concentra-se na região Nordeste, sendo responsável por mais de 95% da produção nacional, com destaque para Ceará e Rio Grande do Norte, estados que concentram mais de 80% do melão brasileiro na última década.

Produção mundial de melão

A produção mundial de melão segue liderada pela China, Turquia e Índia, de acordo com os dados da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO, 2024).

A China, apesar de liderar o *ranking* mundial, com uma produção de 28.212,60t de melão em 2023, apresentou decréscimo produtivo da ordem de 16% quando comparado com a produção do ano de 2010, que era de 33.557,69t (FAOSTAT, 2024). A perda de produção da China pode estar atrelada a redução da área produtiva, uma vez que em 2010 o país apresentava um total de 23.763ha destinados a produção de melão, no entanto, em 2023 essa área correspondia a 19.098ha, uma redução de 19,63% da área.

Produção de melão no Brasil

A produção de melão no Brasil, no período compreendido entre os anos de 2010 e 2023, apresentou um crescimento significativo de 80,3%, levando o país a ocupar a 11ª posição no *ranking* mundial. O crescimento da produção pode ter como consequência principal o aumento da área plantada, que em 2010 representava 18.870ha e em 2023 passou para 30.635ha (IBGE, 2024).

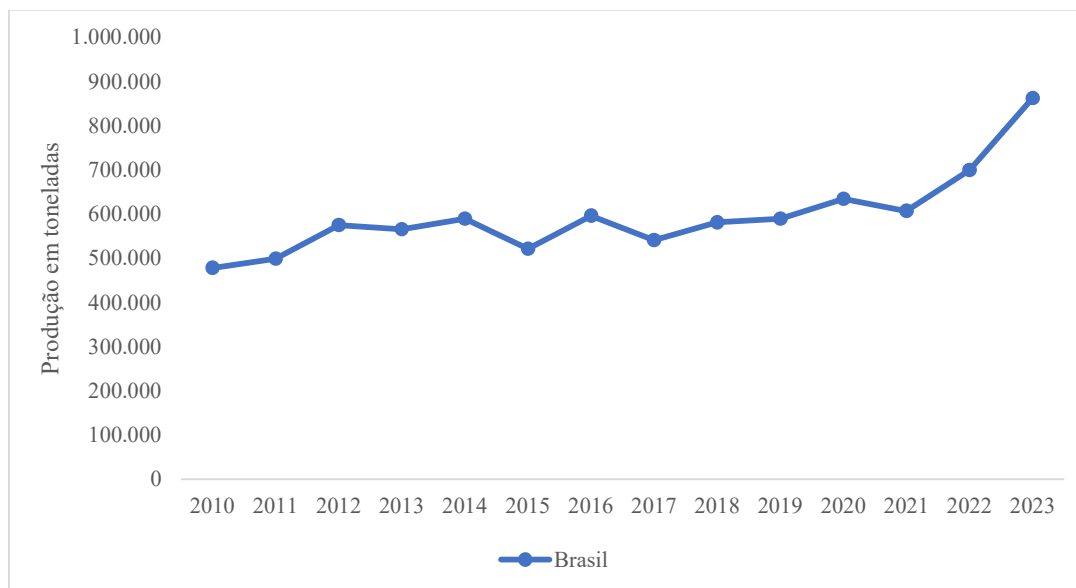


Figura 3. Produção de melão no Brasil entre os anos de 2010 e 2023. Fonte: IBGE, 2025.

A Figura 3 destaca que a produção de melão manteve a tendência de crescimento ao longo da maior parte do recorte temporal analisado (2010-2023), apresentando decréscimo discreto em alguns anos, mas, ainda assim, maior que a produção observada no ano de 2010.

Analisando a produção de melão no Brasil, por estado, é possível ressaltar que o estado do Rio Grande do Norte continua sendo o maior produtor. Se comparada a produção no ano de 2010 com a do ano de 2023, a produção de 2023 variou em torno de 150% acima da produção registrada em 2010.

O crescimento da produção segue a tendência identificada a nível Brasil que foi o aumento da área plantada. No Rio Grande do Norte, a área plantada em 2010 correspondia a 7.943ha, passando para 19.889ha em 2023, acarretando um aumento de 150,4% da área destinada ao cultivo do melão (IBGE, 2024).

Em termos de produtividade, no Rio Grande do Norte a média em 2010 era de 10t/ha, chegando a 24t/ha em 2011, 26t/ha em 2017 e 30t/ha em 2023 (IBGE, 2024).

A Figura 4 apresenta a relação dos maiores produtores de melão do Brasil, ressaltando a produção entre 2010 e 2023. Nele é possível observar a importância do Rio Grande do Norte no contexto da produção brasileira de melão.

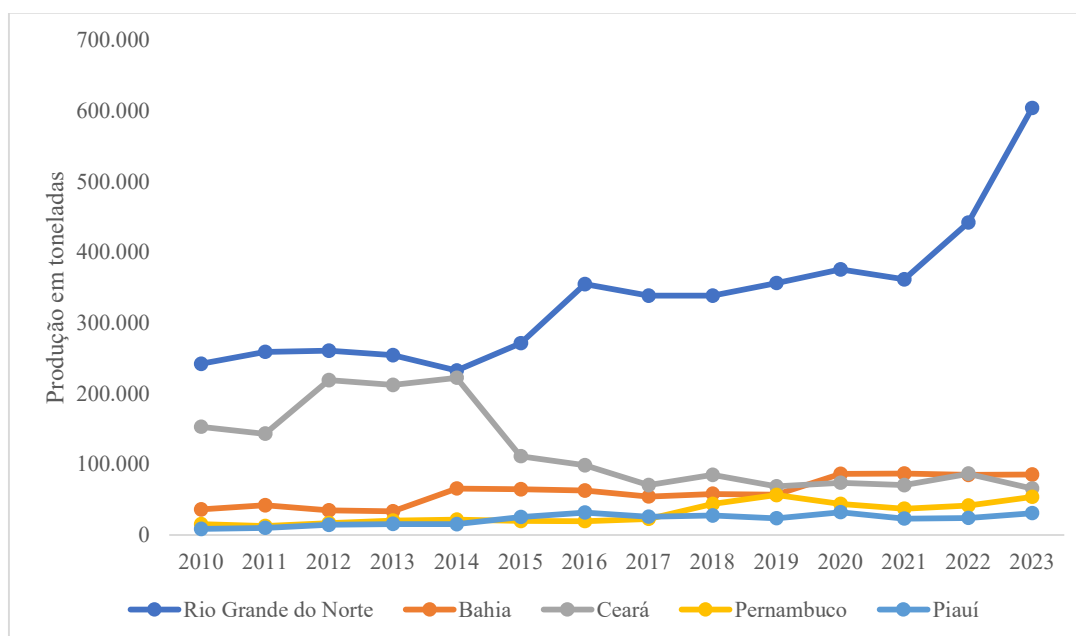


Figura 4. Maiores produtores de melão por estado, no Brasil, entre 2010 e 2023

Fonte: IBGE, 2024.

Por outro lado, o Ceará que já foi o segundo maior produtor de melão do Brasil, tem perdido espaço para o Estado da Bahia ao longo do recorte temporal analisado. Em 2010 o Ceará produziu 153.361t de melão, em 2023, a produção decresceu para 65.887t; uma redução na produção de 57%. Tal ocorrência pode ter sido consequência da redução da área plantada no estado, que era de 5.431ha em 2010 e fechou o ano de 2023 com 2.155ha (IBGE, 2024).

A Bahia ocupou o segundo lugar na produção de melão em 2023 (Tabela 3), representando 10% da produção de melão do Brasil. Ao elevar sua produção, que era de 36.191t em 2010 e passou para 85.341t em 2023, a Bahia apresentou uma variação positiva na produção de 135,81% (Tabela 3). Esse aumento foi consequência direta do aumento da área plantada, que em 2010 era de 1.797ha e passou para 3.770ha em 2023.

Tabela 3. Produção comparativa de melão no Brasil entre os anos de 2010 e 2023

Espacialidade	Ano		
1.1 Principais produtores	2010	2023	Variação %
Rio Grande do Norte	242.303	604.566	149,51%
Bahia	36.191	85.341	135,81%
Ceará	153.161	65.887	-56,98%
Pernambuco	15.039	53.722	257,22%
Piauí	8.530	30.999	263,41%
Rio Grande do Sul	17.667	10.944	-38,05%
1.2 Produção total (toneladas)	472.891	851.459	80,05%
2 Demais produtores			
Alagoas	1.050	4.695	347,14%
Amazonas	0	84	-
Maranhão	192	94	-51,04%
Mato Grosso	646	1.208	87,00%
Mato Grosso do Sul	150	360	140,00%
Pará	35	35	0,00%
Paraíba	220	118	-46,36%
Paraná	2.459	2.613	6,26%
Roraima	230	1.055	358,70%
Santa Catarina	290	449	54,83%
2.1 Produção total (toneladas)	5.272	10.711	103,17%

Fonte: IBGE, 2024.

Pernambuco é o quarto maior produtor de melão do Brasil. Em 2010 o estado produzia aproximadamente 15 mil toneladas; em 2023 a produção triplicou, superando 53 mil toneladas, aproximando-se do recorde de produção do estado que foi em 2019 com 56,6 mil toneladas.

Proporcionalmente, Pernambuco apresentou o maior crescimento percentual (257%) da produção de melão do Brasil em 2023 (Tabela 3). No entanto, assim como observado na Bahia e no Rio Grande do Norte, o aumento da produção se deu concomitante ao aumento da área plantada. Em 2010, Pernambuco tinha 758ha de área plantada e em 2023 elevou para 1.885ha, representando um crescimento de aproximadamente 147% no cultivo do melão.

O Piauí foi o quinto colocado em termos de produção de melão em 2023. Em 2010 o estado apresentava uma produção de 8.530t (Tabela 3) e uma área plantada de 321ha. Em 2023 a produção de melão apresentou o maior crescimento percentual do Nordeste, totalizando 263,41%. Consequentemente, a área plantada elevou-se para 1.043ha, crescendo 225% em relação a área plantada em 2010 (IBGE, 2024), destarte, é possível observar a importância significativa do Nordeste na produção de melão no Brasil.

No tocante ao valor da produção, o IBGE (2024) destaca que a produção brasileira chegou a R\$1,26 bilhões de reais na safra 2023/2024, uma evolução significativa quando comparado o valor da produção dos três anos anteriores. Em 2023, o preço médio da tonelada do melão foi de R\$1.455,32.

Destarte, por ser um cultivo agrícola, o melão também está sujeito a condições edafoclimáticas que podem, a qualquer momento, impactar a produção e toda cadeia produtiva. Nesse sentido, a presente análise projetou um cenário de infecção do CMV e os impactos em

termos de produção, produtividade e no valor da produção, levando em considerando o valor comercializado no ano de 2023 (R\$1,46/kg).

Conforme destacado na literatura, a perda por uma infecção de CMV pode chegar a 60% da produção de melão do Brasil, assim, a Tabela 4 destaca qual seria o impacto de uma possível contaminação em seis escalas percentuais distintas.

Tabela 4. Estimativa de perdas de produção, produtividade e valor da produção com a infecção do CMV na cultura do melão no Brasil.

Percentual de infecção	Produção (t)	Valor da Produção (R\$)	Produtividade
10%	776.148	1.129.545.000,00	25,42
20%	689.910	1.004.040.000,00	22,59
30%	603.671	878.535.000,00	19,77
40%	517.432	753.030.000,00	16,95
50%	431.194	627.525.000,00	14,12
60%	344.955	502.020.000,00	11,30

Fonte: IBGE, 2024

Como observado na Tabela 4, o impacto de uma contaminação de 60% da produção, por CMV (GALLITELLI, 2000), acarretaria uma redução drástica do valor da produção de melão e consequentemente da produtividade brasileira. Caso ocorresse, isso levaria a consequências distintas na economia das regiões produtoras, afetando a renda, o emprego e a segurança alimentar dos trabalhadores desse segmento.

Por outro lado, uma ação preventiva que mitigasse o impacto a casa dos 10% da produção acarretaria perdas menores e com a possibilidade de reversão nos curto e médio prazos.

4. CONCLUSÃO

Considerando que o CMV pode infectar diversas espécies de plantas e a incidência ocorre em vários estados do Brasil, conseguimos verificar que a produção de melão pode sofrer um impacto econômico caso o vírus se espalhe mais fortemente na região nordeste, desde que as fontes de CMV foram identificadas na cultura do melão no Ceará, isso mostra que as barreiras naturais e o manejo da cultura são de extrema importância para evitar danos futuros. Outro aspecto relevante é o potencial de resistência ao CMV que alguns acessos brasileiros possuem, que pode ser utilizado como estratégias de melhoramento de plantas adaptadas às condições locais.

5. REFERÊNCIAS

- ADAMI, A.C.O., DE SOUSA, E.P., FRICKS, L.B., DE MIRANDA, S.H.G. Oferta de exportação de frutas do Brasil: o caso da manga e do melão, no período de 2004 a 2015. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 47, p. 63-78, 2016.
- BARBOSA, C.J., STENZEL, N.M.C., JACOMINO, A.P. Occurrence of cucumber mosaic virus (CMV) in passionfruit in the state of Paraná, Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 24, n. 2, 1999.
- ESSAFI, A., DÍAZ-PENDÓN, J.A., MORIONES, E., MONFORTE, A.J., GARCIA-MAS, J., MARTÍN-HERNÁNDEZ, A.M. Dissection of the oligogenic resistance to Cucumber

mosaic virus in the melon accession PI 161375. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 118, p. 275-284, 2009.

- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAOSTAT). 2020. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAOSTAT STATISTICAL DATABASE**. Disponível em: < [FAOSTAT](https://www.fao.org/faostat) > Acesso em: 21 de mar. 2025.
- GALLITELLI, D. The ecology of Cucumber mosaic virus and sustainable agriculture. **Virus research**, v. 71, p. 9-21, 2000.
- GARCIA-MAS, J., BENJAK, A., SANSEVERINO, W., BOURGEOIS, M., MIR, G., GONZÁLEZ, V. M., PUIGDOMÈNECH, P. The genome of melon (*Cucumis melo* L.). **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 109, p. 11872-11877, 2012.
- GÓMEZ-GARCÍA, R., CAMPOS, D.A., AGUILAR, C.N., MADUREIRA, A.R., PINTADO, M. Valorization of melon fruit (*Cucumis melo* L.) by-products: Phytochemical and Biofunctional properties with Emphasis on Recent Trends and Advances. **Trends in food science & technology**, v. 99, p. 507-519, 2020.
- GUIU-ARAGONÉS, C., MONFORTE A.J., SALADIÉ M., CORRÊA, R.X., GARCIA-MAS, J., MARTÍN-HERNÁNDEZ, A.M. The complex resistance to cucumber mosaic cucumovirus (CMV) in the melon accession PI161375 is governed by one gene and at least two quantitative trait loci. **Molecular Breeding**, v. 34, p. 351-362, 2014.
- HARRISON, B.D., MAYO, M. A., BAULCOMBE, D.C. Virus resistance in transgenic plants that express cucumber mosaic virus satellite RNA. **Nature**, v. 328, n. 6133, p. 799-802, 1987.
- HU, J., GAO, L., XU, Y., LI, Q., ZHU, H., YAN, L., SUN, S. Microsatellite markers reveal genetic diversity and relationships within a melon collection mainly comprising asian cultivated and wild germplasms. **BioMed research International**. 2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS – IBGE. **PRODUÇÃO AGRÍCOLA MUNICIPAL**, Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabela> >. Acesso em 15 de mar. 2025.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS – IBGE. **PRODUÇÃO AGRÍCOLA MUNICIPAL**, Disponível em: < Produção de Melão no Brasil IBGE > Acesso em: 05 de abr. 2025.
- KITAJIMA, E.W. An annotated list of plant viruses and viroids described in Brazil (1926-2018). **Biota Neotropica**, v. 20, n. 2, 2020.
- LIMA, M.F., OLIVEIRA, V.R., AMARO, G.B. Cucurbit-infecting viruses in Brazil. In **V International Symposium on Cucurbits**, v. 1151, p. 251-258, 2015.
- MORRONI, M., THOMPSON, J.R., TEPFER, M. Twenty years of transgenic plants resistant to Cucumber mosaic virus. **Molecular plant-microbe interactions**, v. 21, p. 675-684, 2008.
- MOURA, M.C., LIMA, J., OLIVEIRA, V.B., GONÇALVES, M.F.B. Identificação sorológica de espécies de vírus que infetam cucurbitáceas em áreas produtoras do Maranhão. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, p. 90-92, 2001.
- PASCUAL, L., YAN, J., PUJOL, M., MONFORTE, A.J., PICÓ, B., MARTÍN-HERNÁNDEZ, A.M. CmVPS41 is a general gatekeeper for resistance to Cucumber mosaic virus phloem entry in melon. **Frontiers in plant science**, v. 10, n. 1219, 2019.
- PITRAT, M. 2002 gene list for melon. **Cucurbit Genet Coop Rep**, v. 25, p. 76-93, 2002.
- SANABRIA-VERÓN, N.C., MELO, C.A.F.D., PEREIRA, J., NUNES, G.H.D.S., OLIVEIRA, O.L.S.D., CORRÊA, R.X. Cucumber mosaic virus resistance and reproductive biology of brazilian melon accessions. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n. 5, 2019.

- SILVEIRA, L.M., QUEIROZ, M.A., LIMA, J.A., NASCIMENTO, A.K., LIMA N. Serological survey of virus in cucurbit species in the Lower Middle São Francisco River Basin, Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v. 34, p. 123-126, 2009.
- SOUZA, L.C.S., HANADA, R.E., ASSIS, L.A.G., CAMELO-GARCÍA, V.M., REZENDE, J.A.M., YUKI, V.A., KITAJIMA, E.W. Occurrence of pepper yellow mosaic virus and cucumber mosaic virus on *Capsicum chinense* in the state of Amazonas, **Brazil. Acta Amazonica**, v. 50, p. 5-7, 2020.
- STEPANSKY, A., KOVALSKI, I., PERL-TREVES, R. Intraspecific classification of melons (*Cucumis melo* L.) in view of their phenotypic and molecular variation. **Plant Systematics and Evolution**, v. 217, p. 313-332, 1999.
- YUKI, V.A., REZENDE, J.A.M., KITAJIMA, E.W., BARROSO, P.A.V., KUNIYUKI, H., GROPPPO, G.A., PAVAN, M.A. Occurrence, distribution, and relative incidence of five viruses infecting cucurbits in the state of Sao Paulo, Brazil. **Plant disease**, v. 84, p. 516-520, 2000