



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA  
DOUTORADO EM FITOTECNIA

ANÂNKIA DE OLIVEIRA RICARTE

**PATOSSISTEMA *Cucumis melo* L.-*Podospaera xanthii*: VARIABILIDADE  
PATOGENICA, IDENTIFICAÇÃO DE FONTES DE RESISTÊNCIA E ESTUDO DE  
HERANÇA**

MOSSORÓ-RN

2019

ANÂNIA DE OLIVEIRA RICARTE

**PATOSSISTEMA *Cucumis melo* L.-*Podospaera xanthii*: VARIABILIDADE  
PATOGÊNICA, IDENTIFICAÇÃO DE FONTES DE RESISTÊNCIA E ESTUDO DE  
HERANÇA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutora em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Melhoramento genético

Orientador: Prof. Dr. Glauber Henrique de Sousa Nunes

MOSSORÓ-RN

2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

R488p Ricarte, Anânkia de Oliveira.  
Patossistema Cucumis melo L. - *Podospaera xanthii*: variabilidade patogênica, identificação de fontes de resistência e estudo de herança. / Anânkia de Oliveira Ricarte. - 2019.  
83 f. : il.

Orientador: Glauber Henrique de Sousa Nunes.  
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, 2019.

1. Meloeiro. 2. Oídio. 3. Raças fisiológicas. 4. Germoplasma. 5. Monogênica recessiva. I. Nunes, Glauber Henrique de Sousa, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ANÂNKIA DE OLIVEIRA RICARTE

**PATOSSISTEMA *Cucumis melo* L.-*Podospaera xanthii*: VARIABILIDADE  
PATOGÊNICA, IDENTIFICAÇÃO DE FONTES DE RESISTÊNCIA E ESTUDO DE  
HERANÇA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutora em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Melhoramento genético

Defendida em: 03/06/2019.


**BANCA EXAMINADORA**



Glauber Henrique de Sousa Nunes, Prof. D. Sc. (UFERSA)  
Presidente



Lidiane Kely de Lima Graciano, Prof.<sup>a</sup> Dra. (UFERSA)  
Membro Examinador



Lindomar Maria da Silveira, Prof.<sup>a</sup> Dra. (UFERSA)  
Membro Examinador



José Maria da Costa, Dr.  
Membro Examinador



Izabel Macedo Guimarães, Dra.  
Membro Examinador

*Ao meu avô Francisco Antônio de oliveira e ao meu tio Damião Cabral de Oliveira (em memória). Vocês estarão sempre no meu coração.*

*Aos meus pais, Ivanilson Ricarte e Ivanilde Maria, ao meu esposo, D'Pedros Marinho, e ao meu irmão, André Ismalho, por estarem sempre comigo. Eu amo vocês!*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, digno de toda honra e toda glória, por seu amor e misericórdia, por estar sempre comigo, me ajudando, me fortalecendo e por ter me guiado durante todos esses anos, para que hoje eu pudesse alcançar esta conquista.

Aos meus pais, Ivanilson Ricarte e Ivanilde Maria, por me amarem, por me conduzirem nos caminhos corretos e me proporcionarem o acesso à educação.

Ao meu amado esposo, D'Pedros Marinho, por estar sempre ao meu lado, me apoiando, me aconselhando e me acalmando nos momentos difíceis, e por me fazer tão feliz.

Ao meu querido irmão, André Ismalho, pelo seu companheirismo, amor e amizade.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), pela oportunidade de ensino, durante todos esses anos.

Ao programa de Pós-graduação em Fitotecnia, em especial a todos que compõem o corpo docente, pelos ensinamentos transmitidos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu orientador, Prof.º D.Sc. Glauber Henrique de Sousa Nunes, por todos esses anos de ensinamento e paciência, pela confiança e disponibilidade em me ajudar desde a minha graduação.

Aos membros da Banca Examinadora, pelas sugestões e contribuições.

Aos meus amigos do GERMEV – Grupo de Estudos em Recursos Genéticos e Melhoramento Vegetal da UFERSA, em especial a Adriano, Carla, Karmita e Leandro, por todos os momentos juntos de trabalho, amizade e companheirismo.

Agradeço a todos os meus amigos e familiares!

Porque Deus amou ao mundo de tal maneira que deu o seu Filho unigênito, para que todo o que nele crê não pereça, mas tenha a vida eterna.

João 3.16



## RESUMO

RICARTE, Anânkia de Oliveira. **Patossistema *Cucumis melo* L. - *Podosphaera xanthii*: variabilidade patogênica, identificação de fontes de resistência e estudo de herança**. 2019. 83f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2019.

Dentre as enfermidades que ocorrem no meloeiro, tem-se o oídio, causada principalmente pela espécie fúngica *Podosphaera xanthii*. A utilização da resistência genética é a forma mais eficiente para evitar o patógeno. No entanto, a alta variabilidade do patógeno reduz a vida útil das cultivares resistentes, o que dificulta o controle da doença. Tornam-se necessários levantamentos frequentes sobre as raças fisiológicas que estão causando oídio, bem como a identificação de acessos que possuam genes de resistência, com posterior conhecimento sobre o controle genético envolvido, a fim de obter cultivares resistentes às raças prevalentes do patógeno. Diante do exposto, o trabalho teve como objetivos: a) Caracterizar a variabilidade da população de *P. xanthii* em regiões produtoras de melão no Estado do Rio Grande do Norte; b) Identificar acessos de meloeiro resistentes; c) Conhecer a herança da resistência presente no acesso AM-55 às raças 3.5 e 'Br06' de *P. xanthii*. Foram realizados experimentos no período de 2015 a 2018, nos quais analisou-se isolados monospóricos provenientes de folhas infectadas com oídio em meloeiro cultivado em condições de campo e ambiente protegido. Os isolados foram inoculados em um conjunto de linhagens diferenciadoras de raças de oídio e, com base na resposta de resistência ou suscetibilidade apresentada por cada uma delas, foi possível identificar a raça dos isolados. Foram identificadas as raças 1, 2F, 3.5, 5, 'Br01', 'Br02', 'Br03', 'Br04', 'Br05' e 'Br06', com prevalência das raças 3.5 e 5 causando oídio em meloeiro. Este é o primeiro registro da presença da raça 3.5 no Brasil. Em 2017, 47 acessos que fazem parte da coleção ativa de germoplasma da UFERSA foram inoculados com três isolados de oídio coletados na região de Pau Branco-RN, Alagoinha-RN e Baraúna-RN. Dez dias após a inoculação, as plantas foram avaliadas e os dados foram analisados de acordo com o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Foi observada a existência de variabilidade entre os genótipos, os acessos AC-02, AC-32 e AC-59 foram identificados como resistentes, por não apresentarem colonização e reprodução do patógeno. No estudo de herança, utilizou-se os genitores 'Védraçais' (susceptível) e o AM-55 (resistente), bem como as populações F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub>, obtidas do cruzamento entre os genitores. As plantas foram inoculadas com isolados das raças 3.5 e 'Br06', além de avaliadas e classificadas com base em uma escala de notas variando de 1 a 4. Plantas que receberam notas 1 ou 2 foram consideradas resistentes, e plantas com notas 3 ou 4, suscetíveis. Aplicou-se o teste de Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) na população segregante (F<sub>2</sub>) para testar o possível modelo genético e ligação gênica por meio da análise da reação na geração F<sub>2</sub> às duas raças simultaneamente. A herança da resistência presente no AM-55 às raças 3.5 e 'Br06' de *P. xanthii* é monogênica e recessiva. Os genes que conferem resistência às duas raças estão ligados, e a distância entre eles é de 9 cM.

**Palavras-chave:** Meloeiro. Oídio. Raças fisiológicas. Germoplasma. Monogênica recessiva.

## ABSTRACT

RICARTE, Anânkia de Oliveira. **Patosystem *Cucumis melo* L. - *Podosphaera xanthii*: pathogenic variability, identification of resistance sources and study of inheritance.** 2019. 83p. Thesis (Doctorate in Phytotechny) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró-RN, 2019.

Among the diseases that occur in the melon, it is mentioned the powdery mildew, caused mainly by the fungal species *Podosphaera xanthii*. The use of genetic resistance is the most efficient way to avoid the pathogen. However, the high variability of the pathogen reduces the useful life of resistant cultivars, which makes it difficult to control the disease. Frequent surveys on the physiological races that are causing powdery mildew are necessary, as well as the identification of accesses that have resistance genes, with subsequent knowledge about the genetic control involved, in order to obtain cultivars resistant to the prevalent breeds of the pathogen. In view of the above, the objectives of this study were: a) To characterize the variability of *P. xanthii* population in melon producing regions in the State of Rio Grande do Norte; b) Identify resistant accessions of melon; c) To know the inheritance of the resistance present in the access AM-55 to the races 3.5 and 'Br06' of *P. xanthii*. Experiments were carried out in the period from 2015 to 2018, in which monosporic isolates from leaves infected with powdery mildew cultivated under field conditions and protected environment were analyzed. The isolates were inoculated in a set of differentiated lines of powdery mildew, and based on the resistance response or susceptibility presented by each of them it was possible to identify the breed of the isolates. Breeds 1, 2F, 3.5, 5, 'Br01', 'Br02', 'Br03', 'Br04', 'Br05' and 'Br06' were identified, with breeds 3.5 and 5 causing powdery mildew. This is the first record of the presence of race 3.5 in Brazil. In 2017, 47 accessions that were part of the active collection of germplasm of UFERSA were inoculated with three isolates of powdery mildew collected in the region of Pau Branco-RN, Alagoinha-RN and Baraúna-RN. Ten days after inoculation, the plants were evaluated and the data were analyzed according to the nonparametric Kruskal-Wallis test. It was observed the existence of variability among the genotypes, access AC-02, AC-32 and AC-59 were identified as resistant because they did not present colonization and reproduction of the pathogen. In the study of inheritance, the 'Védrantais' (susceptible) and AM-55 (resistant) parents were used as well as the F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> populations, obtained from the cross-breeding between the parents. The plants were inoculated with isolates of the races 3.5 and 'Br06', as well as evaluated and classified based on a grading scale ranging from 1 to 4. Plants that received grades 1 or 2 were considered resistant, and plants with grades 3 or 4 were considered susceptible. The Chi-square test ( $\chi^2$ ) was applied to the segregating population (F<sub>2</sub>) to test the possible genetic model and gene linkage through the analysis of the reaction in the F<sub>2</sub> generation to both races simultaneously. The inheritance of resistance present in the AM-55 to the races 3.5 and 'Br06' of *P. xanthii* is monogenic and recessive. Genes that confer resistance to both races are linked, and the distance between them is 9cM.

**Keywords:** Melon. Powdery mildew. Physiological breeds. Germplasm. Monogenic recessive.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Folha de meloeiro apresentando crescimento abundante de colônias de <i>Podosphaera xanthii</i> . Mossoró, UFERSA, 2019.....	19
Figura 2	–	Manutenção <i>in vivo</i> de <i>Podosphaera xanthii</i> em plantas da cultivar ‘Védrantais’. Mossoró, UFERSA, 2019.....	42
Figura 3	–	Isolamento monospórico dos isolados de <i>Podosphaera xanthii</i> . Mossoró, UFERSA, 2019.....	43
Figura 4	–	Inoculação de três isolados monospóricos na terceira folha verdadeira da linhagem diferenciadora ‘Hale’s Best Jumbo’ (HBJ). Mossoró, UFERSA, 2019.....	46
Figura 5	–	Folhas das diferenciadoras de raças de <i>Px</i> quando inoculadas com três isolados monospóricos (Px_BA.01.18, Px_BA.02.18 e Px_BA.03.18) coletados em Baraúna. Mossoró, UFERSA, 2019.....	52
Figura 6	–	Folhas das diferenciadoras de raças de <i>Px</i> quando inoculadas com seis isolados monospóricos (Px_PB.01.18, Px_PB.02.18, Px_PB.03.18, Px_PB.04.18, Px_PB.05.18 e Px_PB.06.18) coletados em Mossoró. Mossoró, UFERSA, 2019.....	53
Figura 7	–	Distribuição das raças de <i>Px</i> em quatro regiões produtoras de melão no estado do Rio Grande do Norte. Mossoró, UFERSA, 2019.....	54
Figura 8	–	Detalhe de acesso de meloeiro inoculado em três pontos da folha com diferentes isolados de <i>P. xanthii</i> . Mossoró, UFERSA, 2019.....	66
Figura 9	–	Frutos dos genitores utilizados no estudo de herança para resistência a <i>Podosphaera xanthii</i> , AM-55 (A) e Védrantais (B). Mossoró, UFERSA, 2019.....	67
Figura 10	–	Detalhe da inoculação das raças 3.5 e ‘Br06’ de <i>P. xanthii</i> em dois pontos equidistantes da nervura central da folha. Mossoró, UFERSA, 2019.....	69
Figura 11	–	Classes fenotípicas estabelecidas de acordo com o nível de esporulação de <i>P. xanthii</i> em folhas de meloeiro. Mossoró, UFERSA, 2019. Yuste-Lisbona et al. (2010) .....	70
Figura 12	–	Detalhe das folhas dos acessos identificados como resistentes aos três isolados (Alagoinha, Pau branco e Baraúna) de <i>P. xanthii</i> . Mossoró, UFERSA, 2019.....	73

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Relação de alguns acessos/cultivares de meloeiro resistentes a raças de <i>Podosphaera xanthii</i> .....	23
Tabela 2	–	Modelos genéticos presentes em fontes de resistência a raças de <i>Podosphaera xanthii</i> .....	25
Tabela 3	–	Isolados de <i>Podosphaera xanthii</i> coletados de plantas de melão no estado do Rio Grande do Norte, no período de 2015 a 2018. Mossoró, UFERSA, 2019.....	40
Tabela 4	–	Reação esperada de dez linhagens de meloeiro diferenciadoras de raças de <i>Podosphaera xanthii</i> . (Adaptado de FAZZA, 2006; MAIA, 2012 e MCCREIGHT et al., 2012) .....	44
Tabela 5	–	Média da temperatura e umidade relativa do ar dentro da casa de vegetação nos anos de execução dos experimentos. Mossoró, UFERSA, 2019.....	45
Tabela 6	–	Reação observada nas diferenciadoras quando inoculadas com isolados monospóricos de <i>Podosphaera xanthii</i> no ano de 2015. Mossoró, UFERSA, 2019.....	47
Tabela 7	–	Reação observada nas diferenciadoras de meloeiro quando inoculadas com isolados monospóricos de <i>Podosphaera xanthii</i> no ano de 2016. Mossoró, UFERSA, 2019.....	48
Tabela 8	–	Reação observada nas diferenciadoras de meloeiro quando inoculadas com isolados monospóricos de <i>Podosphaera xanthii</i> no ano de 2017. Mossoró, UFERSA, 2019.....	50
Tabela 9	–	Reação observada nas diferenciadoras de meloeiro quando inoculadas com isolados monospóricos de <i>Podosphaera xanthii</i> no ano de 2018. Mossoró, UFERSA, 2019.....	51
Tabela 10	–	Relação dos acessos de meloeiro que compõem a coleção ativa de germoplasma da UFERSA. Mossoró, UFERSA, 2019.....	65
Tabela 11	–	Teste de Kruskal-Wallis, <i>rank</i> e média da reação de acessos de meloeiro a três isolados de <i>Podosphaera xanthii</i> . Mossoró, UFERSA, 2019.....	71

Tabela 12	–	Frequência absoluta, razão esperada e teste de Qui-quadrado em quatro populações derivadas do cruzamento entre AM-55 x ‘Védrantais’ inoculadas com <i>P. xanthii</i> (Raças 3.5 e ‘Br06’). Mossoró, UFERSA, 2019.....	74
Tabela 13	–	Teste Qui-quadrado envolvendo simultaneamente as frequências de plantas resistentes e suscetíveis da geração F <sub>2</sub> inoculadas com as raças 3.5 e ‘Br06’ de <i>P. xanthii</i> , admitindo a ocorrência de distribuição independente. Mossoró, UFERSA, 2019.....	76

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	14
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	16
<b>2.1</b>	<i>Cucumis melo</i> L.....	16
<b>2.2</b>	<b>Oídio</b> .....	17
<b>2.3</b>	<b>Variabilidade patogênica</b> .....	20
<b>2.4</b>	<b>Fontes de Resistência</b> .....	22
<b>2.5</b>	<b>Estudos de Herança</b> .....	24
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	27
	<b>CAPÍTULO 1: Levantamento de raças de <i>Podospaera xanthii</i> em regiões produtoras de melão no Estado do Rio Grande do Norte</b> .....	36
	<b>ABSTRACT</b> .....	37
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	38
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	40
<b>2.1</b>	<b>Coleta e Manutenção dos isolados</b> .....	40
<b>2.2</b>	<b>Isolamento monospórico</b> .....	42
<b>2.3</b>	<b>Identificação das raças</b> .....	43
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	47
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	55
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	56
	<b>CAPÍTULO 2: Reação de acessos de meloeiro a <i>Podospaera xanthii</i> e Herança da resistência do acesso AM-55 às raças 3.5 e ‘Br06’ de <i>Podospaera xanthii</i></b> .....	60
	<b>ABSTRACT</b> .....	61
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	62
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	64
<b>2.1</b>	<b>Reação de acessos de meloeiro a <i>P. xanthii</i></b> .....	64
<b>2.1.1</b>	Local de execução.....	64
<b>2.1.2</b>	Germoplasma utilizado.....	64
<b>2.1.3</b>	Inoculação e avaliação da doença.....	65
<b>2.1.4</b>	Delineamento experimental e análise estatística.....	66
<b>2.2</b>	<b>Estudo de herança do acesso de meloeiro AM-55 às raças 3.5 e Br06 de <i>P. xanthii</i></b> .....	67

2.2.1	Germoplasma utilizado.....	67
2.2.2	Obtenção das populações.....	67
2.2.3	Obtenção e manutenção dos isolados.....	68
2.2.4	Local de execução do estudo de herança.....	68
2.2.5	Estudo de herança.....	68
2.2.6	Análises estatísticas.....	70
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>71</b>
<b>3.1</b>	<b>Avaliação da reação de acessos de meloeiro a <i>P. xanthii</i>.....</b>	<b>71</b>
<b>3.2</b>	<b>Estudo de herança do acesso de meloeiro AM-55 às raças 3.5 e ‘Br06’ de <i>P. xanthii</i>.....</b>	<b>73</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>78</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>79</b>

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) é uma das hortaliças mais expressivas na economia do Brasil, principalmente em função do destaque para exportação dos seus frutos. No ano de 2017, o país produziu 873.198 toneladas de melão, sendo 863.005 toneladas produzidas na região Nordeste, onde a cultura encontra ótimas condições de luminosidade, precipitação e umidade relativa do ar para o seu desenvolvimento. A tecnologia empregada pelas grandes empresas, associada às condições climáticas favoráveis, faz com que a região contribua com a maior parte da produção nacional, que está concentrada atualmente no Agropolo irrigado Mossoró-Assú, no Rio Grande do Norte. O Estado produziu 642.306 toneladas de melão, sendo responsável por 95,6% das exportações do fruto (IBGE, 2017).

Embora haja o emprego de alta tecnologia nos cultivos de melão, a intensificação das áreas de produção favorece o ataque de pragas e doenças à cultura. Uma das principais enfermidades da parte aérea do meloeiro é o oídio, doença fúngica que infecta diferentes espécies de cucurbitáceas. O fungo ataca principalmente a área foliar da cultura, reduzindo a taxa fotossintética da planta, o que diminui a produção e a qualidade dos frutos (STADNIK; KOBORI; BETTIOL, 2001; KIMATI et al., 2005; SALES JUNIOR et al., 2011). A espécie *Podosphaera xanthii* (*Px*) é o principal agente causal do oídio no Brasil, a variabilidade patogênica de *Px* é manifestada pela existência de grande número de raças fisiológicas (SEDLÁKOVÁ et al. 2014).

Em função das várias raças fisiológicas, a identificação destas é importante para evitar a doença, já que o uso de cultivares resistentes a determinadas raças prevalentes é o método mais eficiente para controlar o patógeno. A existência de várias raças do fungo dificulta o trabalho e avanço dos programas de melhoramento genético, pois uma cultivar resistente ao patógeno em um local pode ser suscetível em outro, dependendo da composição racial da população do patógeno (LEBEDA et al., 2009; NARUZAWA et al., 2011). Como a prevalência de uma raça sobre outra pode variar em uma mesma região, torna-se necessário o frequente monitoramento da ocorrência das raças prevalentes em campos de produção de melão (BURGUER et al., 2010).

Devido à ocorrência de diferentes raças de *Px* em regiões produtoras de melão no mundo, os pesquisadores buscam continuamente novas fontes de resistência às raças novas ou prevalentes (DHILLON et al., 2012). Uma vez identificados genótipos com genes que conferem resistência às raças do patógeno, o passo seguinte é conhecer o controle genético responsável pela resistência. O conhecimento da herança de determinada característica permite determinar e otimizar os programas de melhoramento genético, auxiliando no processo de transferência



dos alelos de interesse em genótipos com características agronômicas desejáveis (MORAIS; PINHEIRO, 2012). Estudos de herança foram realizados na medida em que novas fontes de resistência foram identificadas (FUKINO et al., 2004; PITRAT; BESOMBLES, 2008; YUSTI-LISBONA et al., 2010; McCREIGHT; COFFEY, 2011; NUNES, 2014; RICARTE, 2016; TOMAZ, 2017).

Diante destas considerações, o presente trabalho foi realizado para atender aos seguintes objetivos: a) Caracterizar a variabilidade da população de *Podosphaera xanthii* em regiões produtoras de melão no Estado do Rio Grande do Norte; b) Identificar acessos de meloeiro resistentes a *Podosphaera xanthii*; c) Conhecer a herança da resistência do acesso de meloeiro AM-55 às raças 3.5 e 'Br06' de *Podosphaera xanthii*.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 *Cucumis melo* L.

O meloeiro é uma hortaliça pertencente à família Cucurbitaceae, taxonomicamente identificada como *Cucumis melo* L. É considerada a espécie mais polimórfica do gênero *Cucumis*, pois apresenta grande variabilidade genética, visualizada principalmente em seus frutos (NUNES et al., 2016). O primeiro esforço para estudar a diversidade do meloeiro foi feito pelo botânico Charles Naudin, que avaliou 2.000 acessos e dividiu a espécie *C. melo* em variedades botânicas (NAUDIN, 1859). Posteriormente, Jeffrey (1980) subdividiu o meloeiro em duas subespécies com base no comprimento de pelos no ovário: genótipos com pelos longos no ovário foram classificadas como pertencentes à subespécie *agrestis*, ao passo que genótipos com ovário de pelos curtos pertencem à subespécie *melo*.

As subespécies se subdividiram em grupos botânicos, com base principalmente no tipo sexual e nos caracteres do fruto, em seis grupos: *cantaloupensis*, *inodorus*, *flexuosus* e *dudaim*, pertencentes à subespécie *melo*, e os grupos *momordica* e *conomon*, pertencentes à subespécie *agrestis* (BURGER et al., 2010). Os grupos botânicos foram subdivididos em 15 variedades botânicas: *acidulus*, *conomon*, *momordica*, *makuwa*, *chinensis* e, mais recentemente, *tibish*, pertencem à subespécie *agrestis*; os grupos *chate*, *flexuosus*, *adana*, *ameri*, *cantalupensis*, *chandalak*, *reticulatus*, *inodorus* e *dudaim* pertencem à subespécie *melo* (PITRAT et al., 2013).

Mais recentemente, uma nova classificação foi proposta por Pitrat (2016), contemplando 19 grupos. O referido autor propôs a criação de novos grupos. O grupo “*kachri*”, para acessos intermediários entre silvestres e cultivados, e o grupo “*indicus*”, para alguns acessos cultivados na Índia central. Além disso, propõe-se a união dos grupos “*cantaloupensis*” e “*reticulatus*”, além da divisão do grupo *inodorus* em três novos denominados de “*cassaca*”, “*ibericus*” e um grupo menor denominado “*inodorus*”.

As variedades são ainda subdivididas em tipos, sendo os seguintes tipos mais comercializados no Brasil: Amarelo, Honey Dew, Pele de sapo, Cantaloupe, Gália e Charentais. Os três primeiros tipos de melão pertencem à variedade botânica *inodorus* e se caracterizam por serem frutos sem aroma, de boa resistência ao transporte e elevada vida pós-colheita. Os melões do tipo Cantaloupe (americano) e Charentais (europeu) são aromáticos, têm elevados valores de sólidos solúveis e baixa conservação pós-colheita (NUNES et al., 2006). O melão Gália é de origem israelense, a partir de um genitor Honey dew e outro Ogen (KARCHI, 2000).

A origem do meloeiro é bastante discutida, no entanto os últimos estudos realizados a

partir de sequências de DNA mitocondrial e nuclear de acessos africanos, asiáticos e australianos indicam que o centro de origem do meloeiro é a Ásia (SEBASTIAN et al., 2010). Cruzamentos entre o meloeiro e *Cucumis callosus* têm confirmado a hipótese de que o meloeiro tenha se originado a partir dessa espécie (JOHN et al., 2012).

Sua domesticação ocorreu de forma independente na África e na Ásia, a partir do *pool* gênico do meloeiro-silvestre, com isso a diversificação encontrada nas subespécies *agrestis* e *melo* foi originada de melões asiáticos por meio da seleção artificial. A domesticação e diversificação na África foi menos impactante, uma vez que contribuiu somente para a formação dos grupos *tibish* e *seinat*, cultivados endemicamente na África oriental (NUNES et al., 2016). Os melões indianos foram introduzidos no ocidente e levaram ao desenvolvimento dos melões doces (GIARD; DOGIMONT, 2012). Acredita-se que o melão tenha chegado ao Brasil pela região sul, expandindo-se em seguida para a região sudeste e, a partir da década de 80, começou a ser cultivado na região Nordeste do País (COSTA et al., 2000).

Sendo atualmente uma das culturas de maior relevância econômica no Brasil, quase toda produção brasileira de melão está concentrada na região Nordeste, que detém 95% da produção nacional, com destaque para o Agropólo irrigado Mossoró-Assú, no Rio Grande do Norte, e para o Vale Baixo Jaguaribe, no Ceará (NUNES et al., 2016). O semiárido brasileiro tem ocupado lugar de destaque na produção e exportação de frutos devido às condições edafoclimáticas favoráveis, que permitem o cultivo durante o ano todo. A combinação de altas temperaturas, alta luminosidade e baixa umidade, associada à utilização de tecnologias como uso da irrigação, permite o cultivo de extensas aéreas, possibilitando alta produtividade e obtenção de frutos com elevada qualidade (AZEVEDO et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2014a). No mercado internacional, a qualidade do melão brasileiro é o atrativo para sua alta aceitação: 75% do total produzido nessa região são destinados ao mercado internacional, que tem como principal destino a Comunidade Europeia, Estados Unidos, Ásia e Chile (CEPEA/HORTIFRUTI, 2019).

## 2.2 Oídio

O oídio é uma doença fúngica que acomete diversas cucurbitáceas, principalmente o meloeiro, em todo o mundo. Os seus principais agentes causais são dois patógenos biotróficos obrigatórios: *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun and N. Shishkoff (BRAUN; TAKAMATSU, 2000), Shishkoff (SHISHKOFF, 2000), anteriormente conhecida por *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht ex Fr.) Pollaci (*S. fusca*/Fr./Blumer, emenda Braun) (BRAUN, 1995); e *Golovinomyces orontii* (Castagne) V.P. Heluta (1988), também denominada

*Golovinomyces cichoracearum* (D.C.) V.P. Heluta (BRAUN, 1999), anteriormente conhecida por *Erysiphe cichoracearum* D.C. ex merat. Ambos pertencem ao Filo Ascomycota, Subdivisão Pezizomycotina, Classe Leotiomycetes, Ordem Erysiphales e Família Erysiphaceae (WANG et al., 2006; BRAUN; COOK, 2012).

A distinção entre as duas espécies é feita principalmente por meio da visualização dos conídios do fungo em microscópio. Os critérios utilizados para diferenciar e caracterizar as espécies são: a) forma e tamanho dos conídios; b) presença ou ausência de corpos de fibrosina. Quanto ao primeiro critério, os conídios de *P. xanthii* são elípticos e mais ovoides, com dimensões de 25-37 × 14-25 µm e possuem tubo de germinação frequentemente bifurcado, ao passo que os conídios da *G. orontii* são cilíndricos, medem 25-45 × 14-26 µm e possuem tubo de germinação apical (LEBEDA, 1983). Os corpos de fibrosina estes estão presentes apenas nos conídios da espécie *P. xanthii* (UCHIDA et al., 2009).

Em razão das suas exigências ecológicas, em especial devido às condições de temperatura e umidade, as duas espécies têm diferentes distribuições geográficas (PIRONDI et al., 2015). *P. xanthii* possui faixa de temperatura para germinação conidial entre 25-30°C, predominando em áreas tropicais e subtropicais, ao passo que *G. orontii* requer faixa de temperatura de 15-25°C, prevalecendo em regiões de clima temperado (BERTRAND et al., 2002; KŘÍSTKOVÁ et al., 2009; NARUZAWA et al., 2011).

A espécie *P. xanthii* é a principal causadora do oídio no mundo. Até o momento, apenas esta espécie foi detectada em países como Espanha, Israel, Turquia, Grécia, Egito e Marrocos (EL-KAZZAZ, 1981; VAKALOUNAKIS et al., 1994; DEL PINO et al., 2002; FERNÁNDEZ-ORTUÑO et al., 2006; KŘÍSTKOVÁ et al., 2009; ENDO et al., 2012), sendo prevalente em países como Estados Unidos, Japão, República Tcheca, Itália, Bulgária, Hungria e Ucrânia (VELKOV, MASHEVA, 2002; McCREIGHT, 2004; NAGY; KISS, 2006; TOMASON; GIBSON, 2006; KŘÍSTKOVÁ et al., 2009; MIAZZI et al., 2011; McCREIGHT et al., 2012; TAKIKAWA et al., 2015; PIRONDI et al., 2015). No Brasil, as duas espécies foram identificadas causando oídio em cucurbitáceas de importância econômica em condições de casa de vegetação no Estado do Paraná (AGUIAR et al., 2012). Este é o único relato da presença das duas espécies no país, todos os outros estudos mostram a prevalência de *P. xanthii* no Brasil, inclusive no Nordeste, principal região produtora e exportadora de melão (REIS; BUSO, 2004; KUROZAWA; PAVAN; REZENDE, 2005; FAZZA, 2006; NUNES, 2014; RABELO, 2017). O ciclo de vida do patógeno geralmente observado é o assexual; na ausência de água e em condições ambientais ideais de temperatura, umidade e luminosidade, conídios depositados em plantas suscetíveis começam a germinar rapidamente (STADNIK; KOBORI; BETTIOL, 2001). Os conídios produzem um tubo

germinativo curto e no seu final forma-se um apressório, a partir do qual um haustório primário forma-se na célula epidérmica. Do apressório primário, surge uma hifa primária, que forma apressórios secundários a partir dos quais se formam haustórios secundários. É a partir dos haustórios que os nutrientes são retirados das células epidérmicas (MARCIEL et al., 2001). A partir da hifa primária, formam-se hifas secundárias. Após quatro dias da infecção, os conidióforos começam a ser formados. No topo de cada conidióforo, conídios são produzidos em cadeias, que juntamente com as hifas formam o micélio (NUNES, 2014). O ciclo de vida completo do patógeno leva de 5 a 6 dias, e a disseminação dos conídios se dá principalmente pelo vento (SITTERLY, 1978).

A doença ocorre principalmente nos períodos de baixa umidade relativa do ar e altas temperaturas (NUNES, 2014). As colônias do fungo podem se desenvolver em folhas, pecíolos e gemas jovens da cultura. Os sinais do patógeno se constituem num pó branco composto por micélio denso e esporos; o fungo cresce rapidamente, chegando a tomar toda a superfície foliar devido à coalescência das manchas (Figura 1). Na ausência de controle, o ataque do fungo é bastante severo, ocasionando a senescência e queda prematura das folhas, provocando a queima dos frutos pela maior exposição ao sol (STADNIK; KOBORI; BETTIOL, 2001). A doença resulta na redução da produtividade e da qualidade dos frutos, em razão da diminuição da capacidade fotossintética da planta, e devido à utilização de nutrientes das células pelo patógeno (STADNIK; KOBORI; BETTIOL, 2001; KIMATI et al., 2005; SALES JUNIOR et al., 2011).



Figura 1. Folha de meloeiro apresentando crescimento abundante de colônias de *Podosphaera xanthii*. Mossoró, UFERSA, 2019.

O controle da doença é feito principalmente por meio da aplicação de fungicidas sistêmicos. No Brasil, são comuns produtos como azoxistrobina+difenoconazol, azoxistrobina, boscalida+cresoxim-metílico, triflumizol (AGROFIT, 2019). Apesar de ser bastante utilizado, o método não é eficiente, é oneroso e nocivo ao meio ambiente e ao homem. O uso de cultivares resistentes tem sido realizado com sucesso no controle do oídio em meloeiro (DHILLON et al., 2012), que tem como vantagens a fácil adoção pelo produtor, maior segurança alimentar e ambiental, além da possibilidade de utilização complementar ao controle preventivo, reduzindo custos de produção.

### 2.3 Variabilidade patogênica

*Podosphaera xanthii* (*Px*) apresenta especialização com relação ao hospedeiro, evidenciada pela ocorrência de raças fisiológicas em todas as regiões produtoras de melão no mundo. A variabilidade patogênica e virulência na espécie *Px* é manifestada pela existência de grande número de raças (McCREIGHT et al., 2005; LEBEDA; SEDLÁKOVÁ, 2006; McCREIGHT, 2006; SEDLÁKOVÁ et al. 2014). A presença de raças é um grande problema para o melhoramento genético porque a variação na população do patógeno diminui a vida útil das cultivares resistentes (HOSOYA et al., 1999; HOSOYA et al., 2000; HOSOYA et al., 2004; NUNES et al., 2016).

A identificação das raças fisiológicas de *Px* é feita por meio da inoculação do fungo em um conjunto de diferenciadoras, que são linhagens de meloeiro que possuem diferentes genes de resistência a distintas raças. O primeiro sistema para determinação de raças foi desenvolvido em 1920 devido ao aparecimento da raça 2, e foi composto pela linhagem de melão ‘PMR 45’ (JAGGER et al., 1938). Em função do aparecimento da raça 3, foi proposto um conjunto formado por cinco genótipos de melão ‘Hale's Best Jumbo’ (HBJ), ‘PMR 45’, ‘PMR 5’, ‘PMR 6’, ‘Edisto 47’ (THOMAS, 1978). Ao longo dos anos, novos sistemas foram formados na medida em que novas raças foram surgindo e novas fontes de resistência foram sendo identificadas. Lebeda et al. (2015) propuseram a criação de um novo sistema de identificação de raças a partir de 21 cultivares diferenciadoras. No referido sistema, é sugerida uma designação concisa e significativa das raças de *Px* por um código dividido em três partes (Triplet).

Eram conhecidas sete diferentes raças de *Px* até o ano de 1998, quais sejam: 0, 1, 2US, 2F, 3, 4 e 5 (PITRAT et al., 1998; McCREIGHT et al., 2012). Com a distribuição da doença pelo mundo e ocorrência do fungo em genótipos resistentes, realizou-se ao longo dos anos

estudos para acompanhar e caracterizar as variações do patógeno. Foram identificadas quatro novas raças no Japão, as quais foram denominadas N1, N2, N3 e N4 (HOSOYA et al., 2000). Bertrand (2002) detectou uma nova raça e denominou-a de raça 6. A raça 3.5 foi identificada nos Estados Unidos no ano de 2005 (McCREIGHT et al., 2012). Pitrat e Besombes (2008) relataram a ocorrência da raça 4.5, uma vez que ‘WMR 29’ e ‘PMR 5’ foram suscetíveis, e ‘Edisto 47’ foi resistente ao isolado utilizado no estudo. Uma nova raça foi identificada causando oídio em meloeiro na China, a qual foi denominada de *pxCh 1* (LIU et al., 2010). McCreight et al. (2012) relataram que até o ano de 2011 já haviam sido identificadas 46 raças de *Px*.

No Brasil, foi relatada a ocorrência de seis raças de *Px*. A raça 1 foi a primeira a ser observada por vários autores (REIFSCHNEIDER et al., 1985; REIS et al., 2002; REIS et al., 2005; FAZZA, 2006). O relato de uma nova raça no país foi feito por Kobori et al. (2004) devido ao aparecimento do fungo em um híbrido de melão amarelo que era resistente à raça 1 de *Px* em casa de vegetação, no Estado de São Paulo. A partir dessa observação, foi coletada uma amostra do fungo e foram utilizadas as diferenciadoras ‘HBJ’, ‘PMR 45’ e ‘PMR 6’ para caracterizar a raça. As inoculações foram realizadas em 10 plantas de cada diferenciadora, e a presença ou ausência de sintomas foi avaliada 18 dias após a inoculação. As cultivares ‘HBJ’ e ‘PMR 45’ foram classificadas como suscetíveis, ao passo que ‘PMR 6’ foi classificado como resistente, indicando a presença da raça 2F de *Px* no Brasil. Nos anos seguintes, a raça foi observada no Distrito Federal, Pernambuco e no Rio Grande do Norte (REIS; BUSO, 2004; KOBORI et al., 2005; FAZZA, 2006). As raças 0, 3 e 5 foram observadas em várias regiões produtoras (FAZZA, 2006; NARUZAWA, 2008), e a raça 4 foi relatada em Pernambuco (REIS et al., 2005) e recentemente por Rabelo (2017), no estado de São Paulo.

Um dos primeiros levantamentos de raças de *Px* no Brasil foi realizado com isolados oriundos de várias regiões produtoras. Os pesquisadores coletaram 31 isolados em quatro estados no Nordeste, sendo os experimentos realizados em casa de vegetação. Para a identificação das raças, foram utilizadas as cultivares de melão ‘HBJ’ – que é suscetível às raças 1, 2 e 3; ‘PMR 6’, resistente às raças 1 e 2 e suscetível à raça 3 – e ‘PMR 45’, resistente à raça 1 e suscetível às raças 2 e 3 (THOMAS et al., 1984). A avaliação foi realizada 15 dias após a inoculação, observando-se a presença ou ausência de esporulação do patógeno sobre a folha inoculada. Sete dos 31 isolados infectaram apenas a cultivar ‘HBJ’ e foram classificados como raça 1. Três isolados foram classificados como da raça 2, seis como raça 3 e quatro como raça 4, sendo um deles obtido de abóbora (REIS et al., 2005). Fazza (2006) coletou 65 isolados de oídio em plantas de abóbora, abobrinha, melão, melancia e pepino de diversos estados

brasileiros e, utilizando as cultivares diferenciadoras ‘Védrantais’, ‘PMR 6’, ‘PMR 45 e ‘HBJ’, identificou as raças 0, 1, 2 e 3, com prevalência das raças 1 e 2.

Os últimos estudos mostram a ampliação da variabilidade de *Px* com o aparecimento de novas raças. McCreight e Coffey (2011) utilizaram as diferenciadoras: ‘Iran H’, ‘Védrantais’, ‘Top Mark’, ‘PMR 45’, ‘PMR 5’, ‘WMR 29’, ‘Edisto 47’, ‘PI 414723’, ‘MR 1’, ‘PI 124111’, ‘PI 124112’ e ‘PI 313970’ para caracterização de raças na Califórnia. A infestação ocorreu naturalmente e as plantas foram avaliadas aos 51 dias após a semeadura. As reações de suscetibilidade em todas as diferenciadoras, excetuando a reação de resistência apresentada pelo ‘PI 313970’, confirmaram a ocorrência de uma nova raça de *Px*, denominada raça S. Kim et al. (2016) utilizaram em seu estudo nove diferenciadoras: ‘Fuyu 3’, ‘WMR 29’, ‘Edisto 47’, ‘PI 4144723’, ‘PMR 5’, ‘PI 124112’, ‘MR 1’, ‘ASL 5’ e ‘Ig 1’. Os referidos autores observaram o aparecimento de uma nova raça no Japão, denominada N5. As diferenciadoras ‘SCNU1154’, ‘PMR 45’, ‘WMR 29’, ‘PMR 5’, ‘MR 1’, ‘PI 124112’, ‘Edisto 47’ e ‘PI 414723’ foram inoculadas com isolados de *Px* coletados em fazendas de melão de cinco regiões da Coreia do Sul, e com base nas reações de resistência e suscetibilidade apresentada pelas linhagens foi possível identificar duas novas raças, denominadas ‘KN1’ e ‘KN2’ (HONG et al., 2018).

Devido à existência de várias raças de *Px*, a resistência de uma cultivar é rapidamente quebrada (FUKINO et al., 2004), sendo necessário acompanhar anualmente as raças prevalentes em regiões produtoras de melão (NUNES et al., 2016), para que novas cultivares resistentes às raças prevalentes sejam desenvolvidas e indicadas para cada localidade.

## 2.4 Fontes de Resistência

A avaliação do germoplasma para identificação de fontes de resistência a determinado patógeno é uma das etapas iniciais no desenvolvimento de um programa de melhoramento genético (CÂNDIDA et al., 2009). Os trabalhos com resistência genética a *Px* tiveram início pela coleta de acessos de melão em diversas partes do mundo (JAGGER et al., 1938). Em 1932, foi lançada a primeira cultivar resistente ao oídio, ‘PMR 50’ (JAHN et al., 2002; BURGER et al., 2010). Posteriormente, em 1936, a cultivar ‘PMR 45’ foi lançada como resistente à raça 1, primeira raça descrita de *Px* (McCREIGHT, 2002). Desde então, fontes de resistência às raças de *Px* têm sido identificadas (Tabela 1).



Tabela 1. Relação de alguns acessos/cultivares de meloeiro resistentes a raças de *Podosphaera xanthii*.

Acessos/Cultivares	Reação	Referência
PMR 5	Resistente às raças 1 e 2	Bohn; Whitaker (1964)
PI 124111	Resistente à raça 1	Harwood; Markarian (1968)
PI 124112	Resistente à raça 2	Harwood; Markarian (1968)
PI 234607	Resistente à raça 2	Sowell Jr; Corley (1974)
PMR 6	Resistente à raça 2	Sowell Jr; Corley (1974)
Georgia 47	Resistente à raça 2	Sowell Jr; Corley (1974)
PI 414723	Resistente às raças 1	McCreight (1984)
PI 414723	Resistente à raça 2F	McCreight (1987)
WMR 29	Resistente à raça 1	McCreight (1987)
WMR 29	Resistente à raça 2	Pitrat (1991)
Edisto 47	Resistente às raças 1, 2 e 3	Epinat et al. (1993)
PI 124111	Resistente às raças 4 e 5	Bardin et al. (1997)
MR-1	Resistente às raças 0, 4 e 5	Bardin et al. (1997)
Védrantais	Resistente à raça 0	Pitrat; Dogimont; Bardin (1998)
Top Mark	Resistente à raça 0	Pitrat; Dogimont; Bardin (1998)
PMR 7	Resistente à raça 2	Jahn et al. (2002)
MR-1	Resistente à raça 2F	McCreight (2002)
PI 313970	Resistente às raças 1 e 2US	McCreight (2003)
PI 124112	Resistente às raças 1, 2, 3 e 5	Perchepied et al. (2005)
PI 124111	Resistente à raça 3	McCreight (2006)
MR-1	Resistente à raça 3	McCreight (2006)
PI 414723	Resistente à raça 3	Kuzuya et al. (2006)
PI 134198	Resistente à raça pxCh1	Liu et al. (2010)
TGR-1551	Resistente às raças 1, 2 e 5	Yuste-Lisbona et al. (2010)
PI 313970	Resistente à raça S	McCreight; Coffey (2011)

No Brasil, estudos para identificar fontes de resistência às raças de *Px* também têm sido realizados. Santos et al. (2004) avaliaram o comportamento de vinte híbridos comerciais de meloeiro quanto à reação ao oídio, identificando três híbridos como possíveis fontes de resistência às raças 1 e 2 de *Px*. Fazza (2006) avaliou a resistência de cultivares e híbridos de meloeiro em relação à raça 2 de *Px*. Foram analisados 20 genótipos de meloeiro, sendo 14 híbridos comerciais e 6 cultivares diferenciadoras de raças de *Px*. O ensaio foi realizado *in vitro*, onde discos foliares foram inoculados com uma mistura de isolados da raça 2 francesa, sendo avaliados 10 dias após a inoculação. Os híbridos comerciais AF-646, Frevo, Jangada, RML 5006, Vera Cruz e Vereda apresentaram-se como resistentes à mistura de isolados.

Sales Júnior et al. (2011), estudando 144 famílias, 19 linhagens e três cultivares de melão, em condições de campo e em casa de vegetação, identificaram como resistentes, em ambos os

locais, as famílias 4, 5, 11, 14, 18, 23, 33, 42, 101, 112 e 140. Os autores também relataram que as linhagens LOF-027, LOF-105, LPS-124, MEL-008 e a cultivar Chilton são resistentes à raça 1 de *Px*. Nunes et al. (2017) avaliaram 79 acessos de meloeiro em casa de vegetação nos anos de 2013, 2015 e 2016. No primeiro ano, o ensaio foi realizado em Valência, na Espanha, e os acessos AL-1, BA-3, CE-3, RN-2, AM55Ind e TGR1551 foram identificados como resistentes a uma raça indefinida de *Px*. Em 2015, os acessos foram avaliados no Brasil, sendo que AL-1, BA-3, CE-3, RN-2 e AM55Ind mostraram-se resistentes às raças 1, 3 e 5 de *Px*. No ensaio realizado em 2016, foram avaliados os genótipos identificados como resistentes no ano de 2015, em um estudo no qual se verificou a reação dos acessos com relação à raça 3.5 em Valência, e os acessos AL-1, BA-3, RN-2 e AM55Ind foram resistentes. Os referidos acessos são promissoras fontes de resistência às raças 1, 3, 5 e 3.5 de *Px*. Rabelo et al. (2017) avaliaram 70 acessos de meloeiro, identificando 12 fontes de resistência à raça 4 de *Px*, no Estado de São Paulo, no ano de 2015.

Em razão da constante variação observada na população de *Px*, buscam-se continuamente novas fontes de resistência às raças novas ou prevalentes em determinada região produtora, pois a resistência sempre é superada (HOSOYA et al., 1999; HOSOYA et al., 2000; DHILLON et al., 2012). Uma vez identificados genótipos com alelos que conferem resistência às raças fisiológicas, o passo seguinte é conhecer o controle genético envolvido na resistência.

## 2.5 Estudos de Herança

A eficiência de um programa de melhoramento para obtenção de cultivares resistentes a patógenos depende do conhecimento do modelo genético responsável pela resistência (BROWN, 2015). Conhecer o modo como a resistência genética é herdada ajuda o melhorista na escolha do melhor método a ser utilizado para realizar a introgressão dos alelos de resistência em cultivares comerciais (MORAIS; PINHEIRO, 2012). O conhecimento do número de genes e alelos envolvidos, bem como a sua maneira de interagir, permite a determinação do critério e da intensidade de seleção e do método de condução da população segregante (RAMALHO et al., 2012).

Muito esforço tem sido feito para elucidar a herança da resistência a *Px* em acessos identificados como resistentes (NUNES et al., 2016). O primeiro estudo de herança foi realizado nos Estados Unidos, para conhecer o modelo genético presente em PMR45. Por meio de um programa de retrocruzamentos combinado com seleção de campo, observou-se que a herança da resistência à raça 1 de *Px* é controlada por um gene simples, denominado *Pm-1* (JAGGER

et al., 1938). Com a identificação de novas fontes de resistência, estudos de herança foram realizados por vários pesquisadores em vários países (Tabela 2).

Tabela 2. Modelos genéticos presentes em algumas fontes de resistência a raças de *Podosphaera xanthii*.

Fonte de resistência	Modelo genético						Referência
	Raça 1	Raça 2	Raça 3	Raça 5	Raça 3.5	Raça S	
PI 124112		Dois genes de efeitos aditivos					Harwood; Markarian (1968)
PI 414723	Monogênica e recessiva						McCreight (1984)
PI 124111		Monogênica com alelo parcialmente dominante					Cohen; Cohen (1986)
PI 414723		Dois genes recessivos epistáticos entre si					McCreith et al. (1987)
PI 414723		Monogênica e dominante					Pitrat (1991)
PI 124112	Monogênica e dominante	Monogênica com alelo parcialmente dominante					Kenigsbusch e Cohen (1992)
WMR 29		Monogênica e dominante					Epinat et al. (1993)
PMR 5	Monogênica e dominante	Monogênica e dominante					Floriz e Álvarez (1995)
PI 414723	Monogênica e dominante						Anagnostou, Jahn e Perl-Treves (2000)
PI 313970	Monogênica e recessiva	Monogênica e recessiva					McCreight (2003)
PMR 5	Dois genes com dois alelos dominantes e locos independentes						Fukino et al. (2004)
TGR 1551	Epistasia recessivo-dominante	Epistasia recessivo-dominante		Epistasia recessivo-dominante			Yuste-Lisbona (2010)
PI 313970						Monogênica e recessiva	McCreight e Coffey (2011)

PI 414723	Monogênica e dominante	Monogênica e dominante	Monogênica e dominante	Fazza et al. (2013)
AC-02	Monogênica e dominante		Monogênica e dominante	Ricarte (2016)
PI 313970			Monogênica e recessiva	Loureiro (2019)
PI 414723			Epistasia dupla recessiva	Loureiro (2019)

Observa-se que diferentes modelos genéticos estão envolvidos na resistência ao oídio, no entanto a herança monogênica e dominante é a mais frequente nos estudos realizados com diferentes fontes de resistência a distintas raças de *Px* (Tabela 3). Os resultados contrastantes podem ocorrer em função da variabilidade dos genitores utilizados, das diferentes raças fisiológicas, dos métodos de inoculação e de avaliação empregados, e devido às condições ambientais do local de realização do estudo (NUNES, 2014).

## REFERÊNCIAS

- AGROFIT - Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumosagropecuarios/insumosagricolas/agrotoxicos/agrofit>>. Acesso em: 05 jun. 2019.
- AGUIAR, B. M.; VIDA, J. B.; TESSMANN, D. J.; OLIVEIRA, R. R.; AGUIAR, R. L.; ALVES, T. C. A. Fungal species that cause powdery mildew in greenhouse grown cucumber and melon in Paraná State, Brazil. **Acta Scientiarum**, v. 34, n. 3, p. 247-252, 2012.
- ANAGNOSTOU, K.; JAHN, M.; PERL-TREVES, R. Inheritance and linkage analysis of resistance to zucchini yellow mosaic virus, watermelon mosaic virus, papaya ringspot virus and powdery mildew in melon. **Euphytica**, v. 116, p. 265-270, 2000.
- AZEVEDO, B. M.; BASTOS, F. G. C.; DE ARAÚJO VIANA, T. V. Efeitos de níveis de irrigação na cultura da melancia. **Revista Ciência Agrônômica**, Ceará, v. 36, n. 1, p. 9-15, 2014.
- BARDIN, M.; DOGIMONT, C.; NICOT, P.; PITRAT, M. Genetic analysis of resistance of melon line PI 124112 to *Sphaerotheca fuliginea* and *Erysiphe cichoracearum* studied in recombinant inbred lines. In: **I International Symposium on Cucurbits**, v. 492, p. 163-168, 1997.
- BERTRAND, F. AR Hale's Best Jumbo: a new differential melon variety (*Sphaerotheca fuliginea*) races in leaf disk test. In: MAYNARD, D. N. (org.). **Cucurbitaceae 2002**. ASHS Press. Alexandria, Va. p. 234-237, 2002.
- BOHN, G. W.; WHITAKER, T. W. Genetics of resistance to powdery mildew race 2 in muskmelon. **Phytopathology**, v. 54, n. 4, p. 587-591, 1964.
- BRAUN, U. **The Powdery Mildews (Erysiphales) of Europe**. Gustav Fischer Verlag, Jena. 1995.
- BRAUN, U. Some critical notes on the classification and generic concept of the Erysiphaceae. **Schlechtendalia**, v. 3, p. 48-54, 1999.
- BRAUN, U.; TAKAMATSU, S. Phylogeny of *Erysiphe*, *Microsphaera*, *Uncinula* (Erysiphaceae) and *Cystotheca*, *Podosphaera*, *Sphaerotheca* (Cystothecaceae) inferred from rDNA ITS sequences - some taxonomic consequences. **Schlechtendalia**, v. 4, p. 1-33, 2000.
- BRAUN, U.; COOK, R. T. A. **Taxonomic Manual of the Erysiphales (Powdery Mildews)**. CBS Biodiversity Series no. 11. Utrecht, the Netherlands: CBS-KNAW Fungal Diversity Centre. 2012.
- BROWN, J. K. M. Durable resistance of crops to disease: a Darwinian perspective. **Annual Review of Phytopathology**, v. 53, p. 513-539, 2015.

- BURGER, Y.; PARIS, H. S.; COHEN, R.; KATZIR, N.; TADMOR, Y.; LEWINSOHN, E.; SCHAFFER, A. A. Genetic diversity of *Cucumis melo*. **Horticulture Review**, v. 36, p. 165–198, 2010.
- CÂNDIDA, D. V. et al. Controle genético da murcha do fusário (*Fusarium oxysporum*) em feijoeiro comum. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 34, n. 6, p. 379-384, 2009.
- CEPEA - **Centro de estudos avançados em economia**. Disponível em: <www.hfbrasil.org.br>. Acesso em: 07 jan. 2019.
- COFFEY, M.; McCREIGHT, J.; MILLER, T. New races of the cucurbit powdery mildew *Podosphaera xanthii* present in California. **Phytopathology**, v. 96, n. 6, p. 25, 2006.
- COHEN, S.; COHEN, Y. Genetics and nature of resistance or race 2 of *Sphaerotheca fuliginea* in *Cucumis melo* PI 124111. **Phytopathology**, v. 76, p. 1165-1167, 1986.
- COSTA, N. D.; DIAS, R. C. S.; FARIA, C. M. B.; TAVARES, S. C. C. H.; TERAQ, D. **Cultivo do melão**. Petrolina: Embrapa Semi-árido, 2000.
- DEL PINO, D.; OLALLA, L.; PEREZ-GARCIA, A.; RIVERA, M. E.; GARCIA, S.; MORENO, R.; VICENTE, A.; TORÉS, J. A. Occurrence of Races and Pathotypes of Cucurbit Powdery Mildew in Southeastern Spain. **Phytoparasitica**, v. 30, n. 5, p. 1-8, 2002.
- DHILLON, N. P. S., MONFORTE, A. J., PITRAT, M. Melon landraces of India: contributions and importance. **Plant Breeding Reviews**, v. 35, p. 85-150, 2012.
- EL-KAZZAZ, M. K. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht. ex Fr.) Poll. the causal agent of powdery mildew on many cucurbits in Egypt. **Egyptian Journal of Phytopathology**, v. 13, p. 65-66, 1981.
- ENDO, T.; EL GUILLI, M.; FARIH, A.; TANTAOUI, A. Identification of powdery mildew fungus on Moroccan cucurbitaceous plants. **Al Awamia**, v. 1, p. 125–126, 2012.
- EPINAT, C.; PITRAT, M.; BERTRAND, F. Genetic analysis of five melon lines to powdery mildews. **Euphytica**, v. 65, p. 135-144, 1993.
- FAZZA, A. C. **Caracterização e ocorrência de agentes causais de oídio em cucurbitáceas no Brasil e reação de germoplasma de meloeiro**. 2006. 60f. Dissertação (Mestrado). Piracicaba: ESALQ, 2006.
- FAZZA, A. C.; DALLAGNOL, L. J.; FAZZA, A. C.; MONTEIRO, C. C.; LIMA, B. M.; WASSANO, D. T.; CAMARGO, L. E. A. Mapping of resistance genes to races 1, 3 and 5 of *Podosphaera xanthii* in melon PI 414723. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 13, n. 4, p. 349-355, 2013.
- FERNÁNDEZ-ORTUÑO, D.; PÉREZ-GARCÍA, A.; LÓPEZ-RUIZ, F.; ROMERO, D.; DE VICENTE, A.; TORÉS, J. A. Occurrence and distribution of resistance to QoI fungicides in populations of *Podosphaera xanthii* in south central Spain. **European Journal of Plant Pathology**, v. 115, p. 215-222, 2006.

FLORIS, E.; ALVAREZ, J. M. Genetic analysis of resistance of three melon lines to *Sphaerotheca fuliginea*. **Euphytica**, v. 81, p. 181-186, 1995.

FUKINO, N.; KUNIHISA, M.; MATSUMOTO, S. Characterization of recombinant inbred lines derived from crosses in melon (*Cucumis melo* L.), PMAR 5 x 'Harukei No. 3'. **Breeding Science**, v. 54, p. 141-145, 2004.

GIARDI, L.; DOGIMONT, C. How microsatellite diversity helps to understand the domestication history of melon. In: SARI, N.; SOLMAZ, I.; ARAS, V. (org.). **Cucurbitaceae**. Proceedings of the Xth EUCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of Cucurbitaceae, Antalya (TR), 2012. p. 15-18

HARWOOD, R. R.; MARKARIAN, D. The inheritance of resistance to powdery mildew in the cantaloupe variety Seminole. **Journal of Heredity**, v. 59, n. 2, p. 126-130, 1968.

HONG, YE-JI; HOSSAIN, M. R.; KIM, H. T.; PARK, J. I.; NOU, III-S. Identification of Two New Races of *Podosphaera xanthii* Causing Powdery Mildew in Melon in South Korea. **The Plant Pathology Journal**, v. 34, n. 3, p.182-190, 2018.

HOSOYA, K.; NARISAWA, K.; PITRAT, M.; EZURA, H. Race identification in powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) on melon (*Cucumis melo*) in Japan. **Plant Breeding**, v. 118, p. 259-262, 1999.

HOSOYA, K.; KUZUYA, M.; MURAKAMI, T.; KATO, K.; NARISAWA, K.; EZURA, H. Impact of resistant melon cultivars on *Sphaerotheca fuliginea*. **Plant Breeding**, v. 119, p. 286-288, 2000.

HOSOYA, N.; KURAYAMA, H.; IINO, F.; ARAI, T. Effects of calcium hydroxide on physical and sealing properties of canal sealers. **Int Endod J.**, v. 37, p. 178-84, 2004.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>>. Acesso em: 18 fev. 2019.

JAGGER, I. C.; WHITAKER, T. W.; PORTER, C. R. A new biologic form of powdery mildew on muskmelons in the Imperial Valley of California. **Plant Disease Reporter**, v. 22, n. 2, p. 275-276, 1938.

JAHN, M.; MUNGER, H.; MCCREIGHT, J.; BÉLANGER, R.; BUSHNELL, W.; DIK, A.; CARVER, T. Breeding cucurbit crops for powdery mildew resistance. **The powdery mildews: a comprehensive treatise**, p. 239-248, 2002.

JEFREY, C. A review of the cucurbitaceae. **Botanic Journal Linneus Society**, v. 81, n.2, p. 233-247, 1980.

JOHN, K. J.; SCARIAH, S.; NISSAR, V. A. M.; LATHA, M.; GOPALAKRISHNAN, S.; YADAV, S. R.; BHAT, K. V. On the occurrence, distribution, taxonomy and genepool relationship of *Cucumis callosus* (Rottler) Cogn., the wild progenitor of *Cucumis melo* L. from India. **Genetic Resources Crop Evolution**, v. 59, n. 1, p. 1-10, 2012.

- KARCHI, Z. Development of melon culture and breeding in Israel. Proceedings of 7th EUCARPIA Meeting on Cucurbit Genetics and Breeding. **Acta Horticulture**, v. 510, p. 13-17, 2000.
- KENIGSBUCH, D.; COHEN, Y. Inheritance and allelism of genes for resistance to races 1 and 2 of *Sphaerotheca fuliginea* in Muskmelon. **Plant Disease**, v. 76, p. 626-629, 1992
- KIM, H.T.; PARK, J.I.; ROBIN, A.H.K.; ISHIKAWA, T.; KUZUYA, M.; HORII, M.; YASHIRO, K.; NOU, I.S. Identification of a New Race and Development of DNA Markers Associated with Powdery Mildew in Melon. **Plant Breed. Biotech.**, v. 4, n. 2, p. 225-233, 2016.
- KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de Fitopatologia – Doenças das Plantas Cultivadas**. 4a. ed. S. Paulo: Ed. Agronômica Ceres Ltda., 2005. v. 2, 919p.
- KOBORI, R. F.; SUZUKI, O.; WIERZBICKI, R.; DELLA-VECCHIA, P. T.; CAMARGO, L.E.A. Occurrence of *Podosphaera xanthii* race 2 on *Cucumis melo*. **Brazil Plant Disease**, v. 88, p. 1161, 2004.
- KOBORI, R. F.; SUZUKI, O. S.; WIERZBICK, R.; DELLA VECCHIA, P. T. D.; FAZZA, A. C.; CAMARGO, L. E. A. Ocorrência da raça 2 de *Podosphaera xanthii* em melão no estado de Pernambuco. In: 28º Congresso Paulista de Fitopatologia, 2005, São Paulo. **Summa Phytopathologica**, 2005, p. 20.
- KUROZAWA, C.; PAVAN, M. A.; REZENDE, J. A. M. Doenças das cucurbitáceas. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres Ltda., 2005. p. 293-302.
- KRISTKOVÁ, E.; LEBEDA, A.; SEDLTLKOVÁ, B. Species spectra, distribution and host range of cucurbit powdery mildews in the Czech Republic, and in some other European and Middle Eastern countries. **Phytoparasita**, v. 37, p. 337-350, 2009.
- KUZUYA, M.; YASHIRO, K.; TOMITA, K.; EZURA, H. Powdery mildew (*Podosphaera xanthii*) resistance in melon is categorized into two types based on inhibition of the infection processes. **Journal of experimental botany**, v. 57, n. 9, p. 2093-2100, 2006.
- LEBEDA, A. The genera and species spectrum of cucumber powdery mildew in Czechoslovakia. **Journal of Phytopathology**, v. 108, p. 71–79, 1983.
- LEBEDA, A.; SEDLÁKOVÁ, B. Identification and survey of cucurbit powdery mildew races in Czech populations. In: HOLMES, G. J. (org.). **Proceedings of Cucurbitaceae 2006**. Raleigh: Universal Press. 2006. p. 444-452.
- LEBEDA, A.; BOŽENA, S.; KŘÍSTKOVÁ, E.; VYSOUDIL, M. Long-Lasting Changes in the Species Spectrum of Cucurbit Powdery Mildew in the Czech Republic – Influence of Air Temperature Changes or Random Effect. **Plant Protect. Science**, v. 45, Special Issue: S41–S47, 2009.



LEBEDA, A.; KŘÍSTKOVÁ, E.; SEDLÁKOVÁ, B.; MCCREIGHT, J. D.; COFFEY, M. D. Cucurbit powdery mildews: methodology for objective determination and denomination of races. **European Journal of Plant Pathology**, v. 144, n. 2, p. 399-410, 2015.

LIU, L.; CHEN, Y.; SU, Z.; ZHANG, H.; ZHU, W. A sequence-amplified characterized region marker for a single, dominant gene in melon PI 134198 that confers resistance to a unique race of *Podosphaera xanthii* in China. **HortScience**, v. 45, n. 9, p. 1407-1410, 2010.

LOUREIRO, Francisco Leandro Costa. **Herança da resistência dos acessos PI 313970 e PI 414723 à raças de *Podosphaera xanthii* em meloeiro**. 2019. 44f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2019.

MCCREIGHT, J. D. Evidence of a recessive powdery mildew resistance gene in muskmelon PI 414723. **Cucurbit Genetics Cooperative Report**, Raleigh, v. 7, p. 45, 1984.

MCCREIGHT, J. D.; PITRAT, M.; THOMAS, C.; KISHABA, A.; BOHN, G. Powdery mildew resistance genes in muskmelon. **Journal of the American Society for Horticultural Science (USA)**, v. 112, p. 156-160, 1987.

McGRANTH, M. T. Fungicide resistance in cucurbit powdery mildew: Experiences and challenges. **Plant Disease**, v. 85, n. 1, p. 236-245, 2001.

MCCREIGHT, J. D. Powdery Mildew Race 1 in Imperial Valley, California. **Reporter**, v. 22, p. 275-276, 2002.

MCCREIGHT, J. D. Genes for resistance to *powdery mildew* races 1 and 2U.S. in melon PI 313970. **HortScience**, v. 38, n.4, p. 591-594, 2003.

MCCREIGHT, J. D. Notes on the change of the causal species of cucurbit powdery mildew in the U.S. **Cucurbit Genetics Cooperative Report**, v. 27, p. 8-23, 2004.

MCCREIGHT, J. D.; COFFEY, M. D.; TURINI, T. A.; MATHERON, M. E. Field evidence for a new race of powdery mildew on melon. **HortScience**, v. 40, p. 888 (Abstr.), 2005.

MCCREIGHT, J. D. Melon-powdery mildew interactions reveal variation in melon cultigens and *Podosphaera xanthii* races 1 and 2. **Journal American Society Horticulture Science**, v. 131, p. 59-65, 2006.

MCCREIGHT, J.D.; COFFEY, M.D. Inheritance of Resistance in melon PI 313970 to Cucurbit powdery mildew incited by *Podosphaera xanthii* race S. **Hortscience**, v. 46, n. 6, p. 828-840, 2011.

MCCREIGHT, J. D.; COFFEY, M. D.; SEDLAKOVA, B.; LEBEDA, A. Cucurbit powdery mildew of melon incited by *Podosphaera xanthii*: global and western US perspectives. In: **Eucarpia meeting on genetics and breeding of cucurbitaceae**, 10. 2012, Antalya. Proceedings... Antalya: University of Cukurova, 2012. p. 181-189.

MIAZZI, M.; LAGUARDIA, C.; FARETRA, F. Variation in *Podosphaera xanthii* on Cucurbits in Southern Italy. **Journal Phytopathology**, v. 159, p. 538-545, 2011.

MORAIS, A. A.; PINHEIRO, J. B. Melhoramento para Resistência aos Insetos-Praga. In: FRITSCHÉ-NETO, Roberto; BORÉM, Aluizio (org). **Melhoramento de plantas para condições de estresses bióticos**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. p. 153-199.

NAGY, G. S. Z.; KISS, L. A check-list of powdery mildew fungi of Hungary. **Acta Phytopathologica Hungarica**, v. 41, p. 79-91, 2006.

NAUDIN, C. V. Review des cucurbitacées cultivées on Museum. **Annales des Sciences Naturelles: Botanique**. Serie 4, v. 12, p. 79-164, 1859.

NARUZAWA, E. S. **Variabilidade genética entre raças de *Podospaera xanthii* isolados de cucurbitáceas avaliada por meio de polimorfismos de DNA**. 2008. 66f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicada, 2008.

NARUZAWA, E. S.; VALE, R. K. D.; SILVA, C. M.; CAMARGO, L. E. A. Estudo da diversidade genética de *Podospaera xanthii* através de marcadores AFLP e sequências ITS. **Summa Phytopathology**, v. 37, n. 2, p. 1-8, 2011.

NUNES, G. H. S.; MADEIROS, A. E. S.; GRANGEIRO, L. C.; SANTOS, G. M.; SALES JUNIOR, R. Estabilidade fenotípica de híbridos de melão amarelo avaliados no Pólo Agroindustrial Mossoró-Assu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 9, p. 57-67, 2006.

NUNES, E. W. L. P. **Reação de germoplasma, herança e identificação de marcadores SNP associados a resistência a *Podospaera xanthii* em meloeiro**. 2014. 122f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2014.

NUNES, G. H. S.; ARAGUÃO, F. A. S.; NUNES, E. W. P.; COSTA, J. M.; RICARTE, A. O. Melhoramento de melão. In: NICK, C.; BORÉM, A. (org.) **Melhoramento de hortaliças**. Viçosa: Ed. UFV, 2016. p. 331-363.

NUNES, E. W. L. P.; RICARTE, A. O.; MARTÍNEZ, E. M.; ESTERAS, C.; NUNES, G. H. S.; PICÓ, M. B. Morphological and molecular characterization of new melon germplasm resistant to *Podospaera xanthii*. **Acta Horticulturae**, v. 1151, p. 69–74, 2017.

OLIVEIRA, F. D. A.; OLIVEIRA PINTO, K. S.; BEZERRA, F. M. S.; DE LIMA, L. A.; CAVANCANTE, A. L. G.; OLIVEIRA, M. K. T.; MEDEIROS, J. F. Tolerância do maxixeiro, cultivado em vasos, à salinidade da água de irrigação. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 1, p. 147-154, 2014a.

PERCHEPIED, L.; BARDIN, M.; DOGIMONT, C.; PITRAT, M. Relationship between loci conferring downy mildew and powdery mildew resistance in melon assessed by quantitative trait loci mapping. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 95, p. 556-565, 2005.

PIRONDI, A.; PÉREZ-GARCÍA, A.; BATTISTINI, G.; MUZZI, E.; BRUNELLI, A.; COLLINA, M. Seasonal variations in the occurrence of *Golovinomyces orontii* and *Podospaera xanthii*, causal agents of cucurbit powdery mildew in Northern Italy. **Annals of Applied Biology**, v. 167, p. 298-313, 2015.

PITRAT, M. Linkage groups in Cucumis melo L. **Journal of Heredity**, v. 82, n. 5, p. 406-411, 1991.

PITRAT, M.; DOGIMONT, C.; BARDIN, M. Resistance to fungal disease of foliage in melon. **Cucurbitaceae**, v. 98, p. 167–173, 1998.

PITRAT, M.; BESOMBLES, D. Inheritance of *Podosphaera xanthii* resistance in melon line ‘90625’ In Cucurbitaceae 2008, **IXth EUCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of Cucurbitaceae (Pitrat M, eds)**, INRA, Avignon, France, p. 135-142, 2008.

PITRAT, M. Phenotypic diversity in wild and cultivar ted melons (*Cucumis melo*). **Plant Biotechnology**, v. 30, p. 273–278, 2013.

PITRAT, M. Melon Genetic Resources: Phenotypic diversity and horticultural taxonomy. **Plant Genetics and Genomics: Crops and Models**. p. 25-60, 2016.

RABELO, H. O. **Reação de genótipos de meloeiro ao oídio das cucurbitáceas, métodos para identificação de raças e progresso de doença**. 2017. 76f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, 2017.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P.; SOUZA, E. A.; GONÇALVES, F. M. A.; SOUZA, J. C. **Genética na agropecuária**. 5 ed. Lavras: Editora UFLA, 2012.

REIS, A.; BUSO, J. A.; VIEIRA, J. V. Seleção de linhagens de melão do tipo Valenciano para resistência a *Sphaerotheca fuliginea* raça 1. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, Suplemento, p. 156, 2002.

REIS, A.; BUSO, J. A. Levantamento preliminar de raças de *Sphaerotheca fuliginea* no Brasil. **Horticultura Brasileira**, v. 122, n. 3, p. 628-631, 2004.

REIS, A.; DIAS, R.; ARAGÃO, F. A.; BOITEUX, L. S. Caracterização do perfil patogênico de isolados de *Podosphaera xanthii* obtidos em cucurbitáceas na região Nordeste do Brasil. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 362, 2005.

REIFSCHNEIDER, F.; BOITEUX, L.; OCCHIENA, E. Powdery mildew of melon (*Cucumis melo*) caused by *Sphaerotheca fuliginea* in Brazil. **Plant Disease**, v. 69, n. 12, p. 1069-1070, 1985.

RICARTE, A. O. **Herança da resistência do acesso AC-02 às raças 1 e 5 de *Podosphaera xanthii* em meloeiro**. 2016. 41f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2016.

SALES JÚNIOR, R.; NUNES, G. H. S.; MICHEREFF, S. J.; PEREIRA, E. W. L.; GUIMARÃES, I.M. Reaction of families and lines of melon to powdery mildew. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 382-386, 2011.

SANTOS, A. A.; CRISÓSTOMO, J. R.; CARDOSO, J. W. **Avaliação de híbridos de melão quanto às principais doenças nos Estados do Ceará e Rio Grande do Norte**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004, 14 p.

SEBASTIAN, P.; SCHAEFERB, H.; TELFORD, I. R. H.; RENNER, S. S. Cucumber (*Cucumis sativus*) and melon (*C. melo*) have numerous wild relatives in asia and australia, and the sister

- species of melon is from Australia. **Proceedings National Academy Science USA**, v. 107, p. 14269–14273, 2010.
- SEDLÁKOVÁ, B., LEBEDA, A., GRYCZOVÁ, K., KŘÍSTKOVÁ, E. Virulence structure (pathotypes, races) of cucurbit powdery mildew populations in the Czech Republic in the years 2010-2012. In **Cucurbitaceae 2014 Proceedings** (pp. 28-31). Alexandria: ASHS Press. 2014.
- SHISHKOFF, N. The name of the cucurbit powdery mildew: *Podosphaera* (sect. *Sphaerotheca*) *xanthii* (Castag.) U. Braun & N. Shish. comb. nov. **Phytopathology**, 90, S133, 2000.
- SITTERLY, W.R. The powdery mildew of cucurbits. In: SPENCER, D. (org.). The powdery mildews. London: **Academic press**, p. 359-379, 1978.
- SOWELL JUNIOR, G.; CORLEY, W. L. Severity of race 2 of *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht) Poll. On muskmelon introductions reported resistant to powdery mildew. **HortScience**, Alexandria, v. 9, p. 398-399, 1974.
- STADNIK, M. J.; KOBORI, R. F.; BETIOL, W. Oídios de cucurbitácea. In: STADNIK, M. J.; RIVERA, M. C. (org.). **Oídios**. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP, Brasil, 2001. p. 217-254.
- TAKIKAWA, Y.; NONOMURA, T.; MIYAMOTO, S.; OKAMOTO, N.; MURAKAMI, T.; MATSUDA, Y.; KAKUTANI, K. KUSAKARI, S.; TOYODA, H. Digital microscopic analysis of conidiogenesis of powdery mildew pathogens isolated from melon leaves. **Phytoparasitica**, v. 43, p. 517-530, 2015.
- THOMAS, C.E. A new biological race of powdery mildew of cantaloupes. **Plant Disease Report**, v. 62, p. 223, 1978.
- THOMAS, C. E.; KISHABA, A. N.; MCCREIGHT, J. D.; NUGENT, P. E. The importance of monitoring races of powdery mildew on muskmelon. **Cucurbit Genetics Cooperative Report**, v. 7, p. 58-59, 1984.
- THOMAS, C.E. Downy and powdery mildew-resistant muskmelon breeding line MR-1. **HortScience**, v. 21, p. 329, 1986.
- TOMAZ, F. L. S. **Herança da resistência do acesso AC-09 de meloeiro a *Podosphaera xanthii***. Monografia (Graduação em Agronomia). 2017. 34f. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2017.
- TOMASON, Y.; GIBSON, P. T. Fungal characteristics and varietal reactions of powdery mildew species on cucurbits in the steppes of Ukraine. **Agronomy Research**, v. 4, p. 549-562, 2006.
- UCHIDA, K.; TAKAMATSU, S.; MATSUDA, S.; SO, K.; SATO, Y. Morphological and molecular characterization of *Oidium* subgenus *Reticuloidium* (powdery mildew) newly occurred on cucumber in Japan. **Journal of General Plant Pathology**, v. 75, n. 2, p. 92–100, 2009.

VAKALOUNAKIS, D. J.; KLIRONOMOU, E.; PAPADAKIS, A. Species spectrum, host range and distribution of powdery mildew on Cucurbitaceae in Crete. **Plant Pathology**, v. 43, n. 5, p. 813-818, 1994.

VELKOV, N.; MASHEVA, S. Species and races composition of powdery mildew on cucurbits in Bulgaria. **Cucurbit Genetics Cooperative Report**, v. 25, p. 7-10, 2002.

WANG, Z.; JOHNSTON, P. R.; TAKAMATSU, S.; SPATAFORA, J. W.; HIBBETT, D. S. Phylogenetic classification of the Leotiomyces based on rDNA data. *Mycologia*, v. 98, p. 1066-1076, 2006.

YUSTE-LISBONA, F. J.; LÓPEZ-SESÉ, A. L.; GÓMEZ-GUILLAMÓN, M. L. Inheritance of resistance to races 1, 2 and 5 of powdery mildew in the melon TGR-1551. **Plant Breeding**, v. 129, n. 1, p. 72-75, 2010.

## CAPÍTULO 1

### Levantamento de raças de *Podosphaera xanthii* em regiões produtoras de melão no Estado do Rio Grande do Norte

#### RESUMO

A especificidade entre *Podosphaera xanthii* e o meloeiro resulta na ocorrência de várias raças fisiológicas, o que dificulta a obtenção de cultivares resistentes ao referido patógeno por longos períodos, pois a resistência é rapidamente superada pelo aparecimento de uma nova raça. É necessário conhecer as raças que estão causando o oídio em regiões produtoras de melão. Assim, o objetivo do trabalho foi caracterizar a variabilidade da população de *P. xanthii* em regiões produtoras de melão no Estado do Rio Grande do Norte. Foram avaliados isolados monospóricos originários de folhas de meloeiro cultivado em condições de campo e ambiente protegido. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação nos anos de 2015, 2016, 2017 e 2018. Os isolados foram inoculados em um conjunto de dez linhagens de meloeiro diferenciadoras de raças de oídio – ‘Hale’s Best Jumbo’, ‘Védrantais’, ‘PMR 45’, ‘PMR 5’, ‘PMR 6’, ‘WMR 29’, ‘Edisto 47’, ‘MR 1’, ‘PI 414723’ e ‘PI 313970’, sendo possível, com base na resposta de resistência ou suscetibilidade dada por cada uma delas, identificar a raça dos isolados. Foram identificadas as raças 1, 2F, 3.5, 5, ‘Br01’, ‘Br02’, ‘Br03’, ‘Br04’, ‘Br05’ e ‘Br06’, com prevalência das raças 3.5 e 5, causando oídio em meloeiro. Este é o primeiro registro da presença da raça 3.5 no Brasil.

Palavras-chave: *Cucumis melo* L. Oídio. Raças fisiológicas. Variabilidade.

## ABSTRACT

**Survey of *Podosphaera xanthii* breeds in melon producing regions in the State of Rio Grande do Norte**

The specificity between *Podosphaera xanthii* and melon results in the occurrence of several physiological races, which makes it difficult to obtain cultivars resistant to this pathogen for long periods, since the resistance is quickly overcome by the appearance of a new breed. It is necessary to know the breeds that are causing the powdery mildew in regions producing melon. Thus, the objective of the study was to characterize the variability of the *P. xanthii* population in melon producing regions in the State of Rio Grande do Norte. Monosporic isolates from melon leaves cultivated under field and protected environment conditions were evaluated. The experiments were carried out in a greenhouse during the years 2015, 2016, 2017 and 2018. The isolates were inoculated in a set of ten different varieties of melon differentiation of powdery mildew – 'Hale`s Best Jumbo', 'Védrantais', 'PMR 45', 'PMR 5', 'PMR 6', 'WMR 29', 'Edisto 47', 'MR 1', 'PI 414723' and 'PI 313970', being possible to identify the breed of the isolates with basis on the resistance or susceptibility response given by each of them. Breeds 1, 2F, 3.5, 5, 'Br01', 'Br02', 'Br03', 'Br04', 'Br05' and 'Br06' were identified, prevailing breeds 3.5 and 5, causing powdery mildew. This is the first record of the presence of race 3.5 in Brazil.

**Keywords:** *Cucumis melo* L. Powdery mildew. Physiological races. Variability.

## 1. INTRODUÇÃO

*Podosphaera xanthii* (*Px*) apresenta ampla variabilidade patogênica, observável na ocorrência de várias raças fisiológicas. As raças fisiológicas ou patótipos de fungos são variantes do patógeno com diferentes combinações de genes de virulência e, conseqüentemente, diferentes capacidades para infectar distintos genótipos de determinada espécie hospedeira (RODRIGUES Jr., 2002). A ocorrência de várias raças fisiológicas é um problema para os programas de melhoramento genético, pois a variação na população do patógeno reduz a durabilidade da resistência presente nas cultivares (HOSOYA et al., 2000; KUZUYA et al., 2004).

A determinação da variabilidade do patógeno é a primeira etapa a ser realizada no processo de obtenção de cultivares resistentes às raças prevalentes de *Px* nas áreas produtoras de melão. A identificação das raças fisiológicas de *Px* é feita utilizando diferenciadoras, que são linhagens de meloeiro, as quais possuem diferentes genes de resistência a diferentes raças. A utilização de linhagens de meloeiro para a identificação de raças de oídio ocorreu a partir do conhecimento da existência de variabilidade genética no patógeno, em função da linhagem resistente ao oídio, PMR 45, ter sido observada com a doença (JAGGER; WHITAKER; PORTER, 1938). O método consiste na identificação da raça a partir da resposta de resistência ou suscetibilidade apresentada por cada uma das linhagens usadas.

Em vários países, trabalhos com levantamento de raças de *Px* têm sido desenvolvidos, visando a manter atualizados os conhecimentos sobre a variabilidade genética do patógeno (HOSOYA, et al., 1999; REIS; BUSO, 2004; LEBEDA et al., 2004; FAZZA, 2006; MIAZZI et al., 2011; McCREIGHT et al., 2012; RAMOS et al., 2012; HONG et al., 2018). Ao longo dos anos, novas raças fisiológicas de *Px* foram surgindo; McCreight et al. (2012) relataram que até o ano 2011 já haviam sido identificadas 46 raças de *Px*.

São escassos os trabalhos sobre levantamento de raças de *Px* no Brasil, em especial no Nordeste, a região que mais produz melão do país. Na literatura, encontra-se o trabalho realizado por Reis et al. (2005), que identificaram as raças 1, 2, 3 e 4 de *Px* prevalentes nos estados da Bahia, Ceará, Pernambuco e Rio Grande do Norte. O estudo desenvolvido por Fazza (2006) relata a presença das raças 1, 2 e 3 no Rio Grande do Norte e Pernambuco. O trabalho realizado por Naruzawa (2008) reporta a ocorrência das raças 3 e 5 em Pernambuco, Rio Grande do Norte e Ceará. Santos; Crisóstomo; Cardoso (2004) relataram a falta de informações sobre a prevalência das raças de *Px* no Nordeste brasileiro.



Há a necessidade de constante observação e identificação das raças prevalentes de *Px* (BURGER et al., 2010). Uma vez caracterizadas as raças presentes nos cultivos de melão, torna-se possível direcionar os programas de melhoramento visando à obtenção de cultivares resistentes a determinadas raças. Portanto, o objetivo do trabalho foi caracterizar a variabilidade da população de *Podosphaera xanthii* no período de 2015 a 2018 em regiões produtoras de melão no Estado do Rio Grande do Norte, atualmente o maior produtor de melão do Brasil.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Coleta e Manutenção dos isolados

Foram coletadas folhas de meloeiro infectadas com oídio em campo e em ambiente protegido, localizados em regiões do Estado do Rio Grande do Norte, durante o período de 2015 a 2018 (Tabela 3). As folhas infectadas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para casa de vegetação situada na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), para multiplicação e manutenção do fungo.

Tabela 3. Isolados de *Podosphaera xanthii* coletados em plantas de meloeiro no estado do Rio Grande do Norte no período de 2015 a 2018. Mossoró, UFERSA 2019.

Ano de coleta	Cidade de coleta	Coordenadas geográficas	Código
2015	Mossoró-RN	4° 55' 56.2" S, 37° 20' 38.6" W	Px_CA.01.15
2015	Assú-RN	5° 34' 38.0" S, 36° 54' 30.0" W	Px_AS.01.15
2015	Baraúna-RN	5° 06' 07.4" S, 37° 43' 01.2" W	Px_AM.01.15
2016	Baraúna-RN	5° 06' 07.4" S, 37° 43' 01.2" W	Px_PI31.06.16
2016	Baraúna-RN	5° 06' 07.4" S, 37° 43' 01.2" W	Px_PI31.01.16
2016	Baraúna-RN	5° 06' 07.4" S, 37° 43' 01.2" W	Px_PI31.05.16
2016	Baraúna-RN	5° 06' 07.4" S, 37° 43' 01.2" W	Px_PM.01.16
2016	Baraúna-RN	5° 06' 07.4" S, 37° 43' 01.2" W	Px_SP.01.16
2016	Baraúna-RN	5° 06' 07.4" S, 37° 43' 01.2" W	Px_PI12.01.16
2016	Baraúna-RN	5° 06' 07.4" S, 37° 43' 01.2" W	Px_PI31SA.16
2016	Baraúna-RN	5° 06' 07.4" S, 37° 43' 01.2" W	Px_PI31.04.16
2016	Mossoró-RN	5° 12' 14.3" S, 37° 19' 29.0" W	Px_IS12.01.16
2016	Mossoró-RN	5° 12' 14.3" S, 37° 19' 29.0" W	Px_IS12.03.16
2016	Mossoró-RN	5° 12' 14.3" S, 37° 19' 29.0" W	Px_I99.Y.16
2016	Mossoró-RN	5° 12' 14.3" S, 37° 19' 29.0" W	Px_I99.02.16
2016	Mossoró-RN	5° 12' 14.3" S, 37° 19' 29.0" W	Px_ET.03.16
2016	Mossoró-RN	5° 21' 23.0" S, 36° 07' 41.0" W	Px_JA.02.16
2016	Alagoinha, Mossoró-RN	5° 3.0' 37.4" S, 37° 24' 1.20" W	Px_AL.01.16
2016	Alagoinha, Mossoró-RN	5° 3.0' 37.4" S, 37° 24' 1.20" W	Px_AL.02.16
2017	Alagoinha, Mossoró-RN	5° 3.0' 37.4" S, 37° 24' 1.20" W	Px_AL.01.17
2017	Alagoinha, Mossoró-RN	5° 3.0' 37.4" S, 37° 24' 1.20" W	Px_AL.02.17
2017	Alagoinha, Mossoró-RN	5° 3.0' 37.4" S, 37° 24' 1.20" W	Px_AL.03.17
2017	Alagoinha, Mossoró-RN	5° 3.0' 37.4" S, 37° 24' 1.20" W	Px_AL.04.17
2017	Alagoinha, Mossoró-RN	5° 3.0' 37.4" S, 37° 24' 1.20" W	Px_AL.05.17
2017	Alagoinha, Mossoró-RN	5° 3.0' 37.4" S, 37° 24' 1.20" W	Px_AL.06.17
2017	Baraúna-RN	5° 06' 07.4" S, 37° 43' 01.2" W	Px_BA.01.17
2017	Baraúna-RN	5° 06' 07.4" S, 37° 43' 01.2" W	Px_BA.02.17
2017	Baraúna-RN	5° 06' 07.4" S, 37° 43' 01.2" W	Px_BA.03.17
2017	Baraúna-RN	5° 06' 07.4" S, 37° 43' 01.2" W	Px_BA.04.17

2017	Baraúna-RN	5° 06' 07.4" S, 37° 43' 01.2" W	Px_BA.05.17
2017	João Câmara-RN	5° 33' 00.0" S, 35° 51' 00.2" W	Px_JC.02.17
2017	João Câmara-RN	5° 33' 00.0" S, 35° 51' 00.2" W	Px_JC.03.17
2017	João Câmara-RN	5° 33' 00.0" S, 35° 51' 00.2" W	Px_JC.04.17
2017	João Câmara-RN	5° 33' 00.0" S, 35° 51' 00.2" W	Px_JC.05.17
2017	João Câmara-RN	5° 33' 00.0" S, 35° 51' 00.2" W	Px_JC.06.17
2018	Baraúna-RN	5° 06' 07.4" S, 37° 43' 01.2" W	Px_BA.01.18
2018	Baraúna-RN	5° 06' 07.4" S, 37° 43' 01.2" W	Px_BA.02.18
2018	Baraúna-RN	5° 06' 07.4" S, 37° 43' 01.2" W	Px_BA.03.18
2018	Baraúna-RN	5° 06' 07.4" S, 37° 43' 01.2" W	Px_BA.04.18
2018	Baraúna-RN	5° 06' 07.4" S, 37° 43' 01.2" W	Px_BA.05.18
2018	Baraúna-RN	5° 06' 07.4" S, 37° 43' 01.2" W	Px_BA.06.18
2018	Pau Branco, Mossoró-RN	4° 53' 58.6" S, 37° 23' 58.8" W	Px_PB.01.18
2018	Pau Branco, Mossoró-RN	4° 53' 58.6" S, 37° 23' 58.8" W	Px_PB.02.18
2018	Pau Branco, Mossoró-RN	4° 53' 58.6" S, 37° 23' 58.8" W	Px_PB.03.18
2018	Pau Branco, Mossoró-RN	4° 53' 58.6" S, 37° 23' 58.8" W	Px_PB.04.18
2018	Pau Branco, Mossoró-RN	4° 53' 58.6" S, 37° 23' 58.8" W	Px_PB.05.18
2018	Pau Branco, Mossoró-RN	4° 53' 58.6" S, 37° 23' 58.8" W	Px_PB.06.18

Por ser um parasita obrigatório, o patógeno sobrevive somente em hospedeiro vivo, razão pela qual foram utilizadas plântulas da cultivar suscetível de melão 'Védrantais' para sua manutenção. Antes da coleta dos isolados, era feita a semeadura do material para se dispor de plantas para serem inoculadas, as quais eram cultivadas em vasos de 2L contendo uma mistura de solo com substrato comercial (Tropstrato<sup>®</sup>) na proporção de 1:1. Plantas com a terceira folha verdadeira desenvolvida eram inoculadas na medida em que os isolados eram encaminhados à casa de vegetação, por meio de transferências das estruturas do fungo com auxílio de um pincel fino nº 2 esterilizado. Depois de inoculadas, as plantas eram cultivadas dentro de gaiolas (50 x 50 x 50 cm) com armações de madeira e revestida com tela antiafídica, para evitar mistura entre os isolados (Figura 2); quinzenalmente, era feita a transferência dos isolados para novas plantas, mantendo os isolados sempre vivos.



Figura 2. Manutenção *in vivo* de *Podosphaera xanthii* em plantas da cultivar ‘Védrantais’. Mossoró, UFERSA, 2019.

## 2.2 Isolamento monospóric

Para posterior realização dos experimentos de identificação de raças, os isolados coletados foram primeiramente submetidos ao cultivo monospóric, pois na colônia de uma mesma planta pode haver mais de uma raça do patógeno. O procedimento foi realizado no Laboratório de Biotecnologia Vegetal da UFERSA, com auxílio de um microscópio estereoscópio. Um único conídio foi capturado de uma colônia do fungo com o auxílio de um cílio humano fixado na ponta de uma pipeta de Pasteur e transferido para outra planta, a fim de obter, a partir daí, isolados homogêneos (Figura 3).



Figura 3. Isolamento monospóricos dos isolados de *Podospaera xanthii*. Mossoró, UFERSA, 2019.

### 2.3 Identificação das raças

A identificação das raças fisiológicas de *Px* ocorreu a partir da observação do padrão de reação apresentado em dez linhagens diferenciadoras: ‘HBJ’, ‘Védraçais’, ‘MR1’, ‘PMR 45’, ‘PMR 5’, ‘PMR 6’, ‘WMR 29’, ‘Edisto 47’, ‘PI 414723’ e ‘PI 313970’. Por meio da comparação da reação observada nos experimentos com a reação esperada em cada diferenciadora (Tabela 4), foi possível determinar as raças de cada um dos isolados analisados.

Tabela 4. Reação esperada de dez linhagens de meloeiro diferenciadoras de raças de *Podosphaera xanthii* (Adaptado de FAZZA, 2006; MAIA, 2012 e MCCREIGHT et al., 2012).

Raça	Diferenciadoras									
	Védrantais	PMR 45	PMR 5	PMR 6	WMR 29	Edisto 47	PI 414723	MR 1	PI 313970	HBJ
0	R	R	R	S	R	R	R	R	-	S
1	S	R	R	R	R	R	R	R	R	-
1J	S	R	R	-	R	R	R	R	-	-
1SJ	S	R	R	-	R	R	R	R	R	-
1S	S	R	R	-	R	R	R	R	R	-
1Ti	S	R	R	-	R	R	R	-	-	-
2US	S	S	R	R	H	S	S	R	R	S
2S	S	S	R	-	H	R	S	R	R	-
2F	S	S	R	R	R	R	R	R	R	S
2Z	S	S	R	-	R	R	R	-	-	-
3	S	S	S	S	S	R	R	R	R	S
4	S	S	R	R	S	R	R	R	-	S
5	S	S	R	R	S	S	R	R	R	S
3.5	S	S	S	-	S	S	R	S	R	-
4.5	S	S	S	-	S	R	I	-	R	-
N1	S	R	R	-	R	R	S	-	-	-
N2	S	S	R	-	R	R	S	-	-	-
N3	S	R	S	-	R	S	S	-	-	-
6	S	S	R	-	S	S	R	-	-	-
F	S	S	S	-	S	S	S	S	S	-
G	S	S	S	-	S	S	S	R	-	-
H	S	S	S	-	R	S	S	S	-	-
P6	S	S	R	-	S	S	S	R	-	-
S	-	S	S	S	S	S	S	S	R	-
SD	-	S	S	S	S	S	S	S	S	-
PxCh 1	S	R	S	R	R	-	-	R	-	-
Czech10	S	S	S	R	R	S	S	R	R	-
Czech33	S	R	R	R	R	R	R	R	R	-
Czech36	S	S	S	R	S	R	S	R	S	-
Czech44	S	S	S	R	R	R	S	R	R	-
Czech45	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-
Czech51	S	S	S	S	S	R	S	R	S	-
Czech52	S	S	S	R	R	S	S	R	S	-
Czech53	S	R	R	R	R	R	S	R	S	-
Czech54 2	S	S	R	R	S	R	S	R	S	-
Czech55 2	S	S	S	R	S	S	S	R	S	-
Czech56 2	S	S	R	R	R	R	R	R	R	-
Czech59	S	S	S	R	S	S	S	S	S	-

R: resistente; S: suscetível.

As sementes das diferenciadoras foram colocadas em uma estufa por 24 horas, em temperatura de 37°C, o que permitiu melhor germinação e uniformidade no estande de plantas. Após a emissão da radícula, as plântulas foram transplantadas para vasos plásticos de 2L. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação da UFERSA, na cidade de Mossoró-RN, durante os anos de 2015, 2016, 2017 e 2018. A temperatura média da estufa e a umidade relativa do ar foram monitoradas diariamente, mediante uso de termo-higrômetro digital (Tabela 5).

Tabela 5. Média da temperatura e umidade relativa do ar dentro da casa de vegetação nos anos de execução dos experimentos. Mossoró, UFERSA, 2019.

Ano	Temperatura média (°C)	Umidade relativa média (%)
2015	29,9	75
2016	31,2	63
2017	32,2	57
2018	32,4	57

Durante toda a condução dos experimentos, as plantas foram regadas duas vezes por dia. Após a inoculação, a irrigação foi feita cuidadosamente sem que as folhas das plantas inoculadas fossem molhadas, a fim de evitar a perda de viabilidade dos conídios. Foi utilizada uma amostra de cinco plantas para cada diferenciadora. As inoculações foram feitas aos 25 dias após a semeadura, na terceira folha verdadeira de cada uma das plantas, utilizando a metodologia de Yuste-Lisbona et al. (2010), que consiste no depósito de uma pequena quantidade (<2g) de partes do fungo (micélio e conídios) na folha, com o auxílio de um bisturi esterilizado (Figura 4).



Figura 4. Inoculação de três isolados monospóricos na terceira folha verdadeira da linhagem diferenciadora ‘Hale’s Best Jumbo’ (HBJ). Mossoró, UFERSA, 2019.

As avaliações ocorreram aos 10 dias após a inoculação, com auxílio de uma lupa de mão (10X) modelo PH 50 (CSR<sup>®</sup>), observando-se o desenvolvimento de micélio, conidióforos e conídios. Para distinguir a reação das diferenciadoras, foi empregada uma escala de notas também proposta por Yuste-Lisbona (2010), que classifica as plantas com notas que variam de 1 a 4, onde: Nota 1: sem colonização e reprodução do patógeno; Nota 2: pequeno crescimento de micélio e de conidióforos e cadeias curtas de conídios; Nota 3: crescimento de micélio, poucos conidióforos e cadeias longas de conídios; Nota 4: crescimento abundante de micélio, grande quantidade de conidióforos e cadeias longas de conídios. As plantas que receberam notas 1 ou 2 foram classificadas como resistentes, ao passo que aquelas que receberam as notas 3 ou 4 foram consideradas suscetíveis.



### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base no sistema de classificação de raças adaptado de Fazza (2006), Maia (2012) e McCreight et al. (2012), foi identificada a raça dos isolados coletados em Mossoró-RN, Assú-RN e Baraúna-RN, no ano de 2015. Ao comparar a reação esperada apresentada na Tabela 4 com a reação observada nas diferenciadoras, onde ‘PMR 6’, ‘PMR 5’, ‘MR 1’, ‘PI 414723’ e ‘PI 313970’ foram resistentes e ‘PMR 45’, WMR 29, ‘Edisto 47’ e ‘Védrantais’ foram suscetíveis, definiu-se que os isolados pertencem à raça 5 de *Px* (Tabela 6). Reis; Buso (2004) relataram pela primeira vez a ocorrência da raça 5 no Brasil. A ocorrência da raça 5 na região condiz com o relato de Naruzawa (2008), que aborda a presença desta raça em Mossoró e Baraúna em seu trabalho. A raça 5 já foi identificada em vários países, como França, República Tcheca, Japão e Israel (BARDIN et al., 1997; KRÍSTKOVÁ; LEBEDA, 1999; HOSOYA et al., 1999; KUZUYA et al., 2006; COHEN; BURGER; KATZIR, 2004).

Tabela 6. Reação observada nas diferenciadoras quando inoculadas com isolados monospóricos de *Podosphaera xanthii* no ano de 2015. Mossoró, UFERSA, 2019.

Local de coleta	Sistema de cultivo	Código	Diferenciadoras										Raça
			Védrantais	HBJ	PMR 45	PMR 5	PMR 6	WMR29	Edisto 47	MR 1	PI 414723	PI 313970	
Mossoró	Campo	Px_CA.01.15	S	NT	S	R	R	S	S	R	R	R	5
Assú	Campo	Px_AS.01.15	S	NT	S	R	R	S	S	R	R	R	5
Baraúna	Campo	Px_AM.01.15	S	NT	S	R	R	S	S	R	R	R	5

R: resistente; S: suscetível; NT: não testado.

No ano de 2016, dezesseis isolados monospóricos oriundos de meloeiro cultivado em campo e ambiente protegido foram analisados. Destes, cinco isolados foram classificados como sendo da raça 1, em virtude da reação de resistência observada nas diferenciadoras utilizadas, com exceção da cultivar ‘Védrantais’, que é suscetível. A raça 1 está presente em ambiente protegido e em campo na localidade de Mossoró-RN e em condições de estufa em Baraúna-RN (Tabela 7). A presença da raça 1 já havia sido observada em fazenda produtora de melão na cidade de Mossoró-RN por Reis et al. (2005). Fazza (2006) também relatou a ocorrência da raça 1 entre os isolados coletados em campo de melão na cidade de Baraúna-RN. A referida raça tornou-se prevalente nas principais regiões produtoras de melão do país (SALES JR. et al., 2011). A raça 1 foi a primeira raça de *Px* descrita na Califórnia, nos Estados Unidos da América. O primeiro programa de melhoramento genético desenvolvido lançou a linhagem resistente ‘PMR 45’ (Powdery Mildew Resistance), que possui um alelo dominante que confere

resistência à referida raça (JAGGER et al., 1938). Estudos mostram a presença da raça 1 de *Px* em vários países, como Espanha, Israel, Grécia, Japão e Coreia do Sul (COHEN; EYAL, 1988; KENIGSBUCH; COHEN, 1987; VAKALOUNAKIS; KLIRONOMOU, 1995; McCREIGHT; COFFEY, 2011; McCREIGHT et al., 1987; SOWELL Jr, 1982; HOSOYA et al., 1999; KIM et al., 2016).

Tabela 7. Reação observada nas diferenciadoras quando inoculadas com isolados monospóricos de *Podosphaera xanthii* no ano de 2016. Mossoró, UFERSA 2019.

Local de coleta	Sistema de cultivo	Código	Diferenciadoras										Raça
			Védrantais	HBJ	PMR 45	PMR 5	PMR 6	WMR 29	Edisto 47	MR 1	PI 414723	PI 313970	
Baraúna	Ambiente protegido	Px_PI31.06.16	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	3.5
Baraúna	Ambiente protegido	Px_PI31.01.16	S	S	S	S	S	S	S	R	R	S	'Br01'
Baraúna	Ambiente protegido	Px_PI31.05.16	S	NT	S	R	NT	R	R	R	R	R	2F
Baraúna	Ambiente protegido	Px_PM.01.16	S	NT	R	R	R	R	R	R	R	R	1
Baraúna	Ambiente protegido	Px_SP.01.16	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	3.5
Baraúna	Ambiente protegido	Px_PI12.01.16	S	NT	R	R	R	R	R	R	R	R	1
Baraúna	Ambiente protegido	Px_PI31SA.16	S	S	S	S	S	S	S	R	R	S	'Br01'
Baraúna	Ambiente protegido	Px_PI31.04.16	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	'Br02'
Mossoró	Ambiente protegido	Px_IS12.01.16	S	NT	R	R	NT	R	R	R	R	R	1
Mossoró	Ambiente protegido	Px_IS12.03.16	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	'Br02'
Mossoró	Ambiente protegido	Px_I99.Y.16	S	S	S	S	S	R	S	S	R	R	'Br03'
Mossoró	Ambiente protegido	Px_I99.02.16	S	NT	S	S	NT	S	S	S	R	R	3.5
Mossoró	Ambiente protegido	Px_ET.03.16	S	NT	R	R	R	R	R	R	R	R	1
Mossoró	Campo	Px_JA.02.16	S	NT	R	R	R	R	R	R	R	R	1
Mossoró	Campo	Px_AL.01.16	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	'Br04'
Mossoró	Campo	Px_AL.02.16	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	'Br04'

R: resistente; S: suscetível; NT: não testado.

Ao observar os isolados coletados em Baraúna-RN, nota-se a existência de três diferentes raças conhecidas (1, 3.5 e 2F). A raça 3.5 quebra a resistência de todas as diferenciadoras usadas, com exceção de 'PI 414723' e 'PI 313970'. A capacidade de adaptação do fungo faz aparecerem novas raças: a raça 3.5 foi identificada pela primeira vez nos Estados Unidos em 2005 por McCreight; Coffey (2011), e posteriormente foi identificada na Espanha (TORÉS et al., 2009). No Brasil, é o primeiro relato da sua ocorrência especialmente no Nordeste, indicando mudança no conjunto de raças na principal região produtora de melão brasileira.

Considerando o padrão de resposta nas diferenciadoras, um dos isolados coletado em estufa localizada em Baraúna-RN foi identificado como raça 2F (Tabela 7). A ocorrência da raça 2F em ambiente protegido corrobora os trabalhos de Kobori et al. (2002) e de Reis; Buso (2004), os quais relatam sua predominância em estufa. No Brasil, a raça 2, sem definição de francesa ou americana, foi identificada pela primeira vez em 2000, no estado de São Paulo (KOBORI et al., 2002), e pouco tempo depois no Distrito Federal (REIS; BUSO, 2004), em Petrolina (KOBORI et al., 2005) e no Rio Grande do Norte (FAZZA, 2005; REIS et al., 2005). A raça 2 já foi detectada na Índia, México, Espanha, China, Grécia, EUA, Israel e França (KHAN; SHARMA, 1993; HERNANDEZ-HERNANDEZ; RIOS, 1997; XU et al., 1999; ALVAREZ et al., 2000; FANOUREAKIS et al., 2000).

Em Mossoró, no ano de 2016 os isolados avaliados pertencem às raças conhecidas 1 e 3.5 (Tabela 7). Não foi possível identificar a qual raça pertencem sete isolados, três provenientes de melão cultivado em Baraúna-RN, e quatro obtidos em plantas cultivadas na região de Mossoró-RN, pois a reação apresentada nas diferenciadoras não condiz com nenhum relato na literatura, o que indica o surgimento de novas raças de *Px* causando oídio. Essas novas raças foram denominadas 'Br01', 'Br02', 'Br03' e 'Br04'. Observa-se que a população de *Px* consiste de uma mistura de raças, requerendo monitoramento contínuo da variabilidade do referido patógeno (HOSOYA et al., 1999; HOSOYA et al., 2000; KUZUYA et al., 2003; McCREIGHT, 2006). A ocorrência de populações heterogêneas compostas por diferentes raças em uma mesma planta ou coletadas de um mesmo local de cultivo já havia sido relatada (COHEN; BURGER; SHRAIBER, 2002; HOSOYA et al., 1999; FAZZA, 2006; REIS; BUSO, 2004).

Observa-se que no ano de 2017 todos os isolados monospóricos provenientes de Mossoró-RN foram identificados como pertencentes à raça 5; além disso, todos os isolados de Baraúna-RN e cinco isolados de João Câmara-RN pertencem à raça 3.5 (Tabela 8). Este resultado revela a prevalência das referidas raças causando oídio na região, uma vez que elas também foram observadas nos anos de 2015 e 2016. A raça 3.5 está presente tanto em campo quanto em ambiente protegido, ao passo que a raça 5 foi observada sempre em condições de campo. Uma nova raça de *Px* também foi observada entre os isolados de João Câmara-RN, a qual foi denominada 'Br05'.

Tabela 8. Reação observada nas diferenciadoras de meloeiro quando inoculadas com isolados monospóricos de *Podosphaera xanthii* no ano de 2017. Mossoró, UFERSA, 2019.

Diferenciadoras														
Local de coleta	Sistema de cultivo	Código	Védramtais											Raça
				HB1	PMR45	PMR5	PMR6	WMR29	Edisto47	MR1	PI414723	PI313970		
Mossoró	Campo	Px_AL.01.17	S	S	S	R	R	S	S	R	R	R	5	
Mossoró	Campo	Px_AL.02.17	S	S	S	R	R	S	S	R	R	R	5	
Mossoró	Campo	Px_AL.03.17	S	S	S	R	R	S	S	R	R	R	5	
Mossoró	Campo	Px_AL.04.17	S	S	S	R	R	S	S	R	R	R	5	
Mossoró	Campo	Px_AL.05.17	S	S	S	R	R	S	S	R	R	R	5	
Mossoró	Campo	Px_AL.06.17	S	S	S	R	R	S	S	R	R	R	5	
Baraúna	Ambiente protegido	Px_BA.01.17	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	3.5	
Baraúna	Ambiente protegido	Px_BA.02.17	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	3.5	
Baraúna	Ambiente protegido	Px_BA.03.17	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	3.5	
Baraúna	Ambiente protegido	Px_BA.04.17	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	3.5	
Baraúna	Ambiente protegido	Px_BA.05.17	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	3.5	
João Câmara	Campo	Px_JC.01.17	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	3.5	
João Câmara	Campo	Px_JC.02.17	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	3.5	
João Câmara	Campo	Px_JC.03.17	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	3.5	
João Câmara	Campo	Px_JC.04.17	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	3.5	
João Câmara	Campo	Px_JC.05.17	S	S	R	S	S	S	R	R	R	R	3.5	
João Câmara	Campo	Px_JC.06.17	S	S	R	S	S	S	R	R	R	R	'Br05'	

R:resistente; S:suscetível

Dos doze isolados monospóricos analisados no ano de 2018, oito foram caracterizados como pertencente à raça 3.5, presente tanto em Mossoró-RN quanto em Baraúna-RN, e um isolado de Mossoró-RN foi identificado como da raça 5, confirmando a prevalência das duas raças em regiões produtoras de melão do Rio Grande do Norte. As diferenciadoras apresentaram padrão de reação diferente do esperado a três isolados provenientes de Mossoró-RN, indicando a presença de uma nova raça de *Px*, denominada 'Br06' (Tabela 9).

Tabela 9. Reação observada nas diferenciadoras de meloeiro quando inoculadas com isolados monospóricos de *Podosphaera xanthii* no ano de 2018. Mossoró, UFERSA, 2019.

Local de coleta	Sistema de cultivo	Código	Diferenciadoras										Raça	
			Védrantais	HBJ	PMR45	PMR5	PMR6	WMR29	Edisto47	MR1	PI414723	PI313970		
Baraúna	Ambiente protegido	Px_BA.01.18	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	3.5
Baraúna	Ambiente protegido	Px_BA.02.18	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	3.5
Baraúna	Ambiente protegido	Px_BA.03.18	S	S	S	R	R	S	S	R	R	R	R	5
Baraúna	Ambiente protegido	Px_BA.04.18	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	3.5
Baraúna	Ambiente protegido	Px_BA.05.18	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	3.5
Baraúna	Ambiente protegido	Px_BA.06.18	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	3.5
Mossoró	Campo	Px_PB.01.18	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	R	'Br06'
Mossoró	Campo	Px_PB.02.18	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	R	'Br06'
Mossoró	Campo	Px_PB.03.18	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	R	'Br06'
Mossoró	Campo	Px_PB.04.18	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	3.5
Mossoró	Campo	Px_PB.05.18	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	3.5
Mossoró	Campo	Px_PB.06.18	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	3.5

R: resistente; S: suscetível

É possível observar na figura 5 folhas das diferenciadoras de raças de *Px* quando inoculadas com três isolados monospóricos coletados em Baraúna-RN no ano de 2018. Os isolados monospóricos 1 (Px\_BA.01.18) e 2 (Px\_BA.02.18) inoculados no lado direito e esquerdo da folha, respectivamente, foram caracterizados como raça 3.5 com base no padrão de reação apresentado nas diferenciadoras, onde apenas o 'PI 313970' e o 'PI 414723' são resistentes, ao passo que o isolado monospórico 3 (Px\_BA.03.18), inoculado na ponta da folha, pertence à raça 5 de *Px*, ao observar a reação de resistência apresentada pelas diferenciadoras: 'PMR 5', 'PMR 6', 'MR 1', 'PI 313970' e 'PI 414723'.

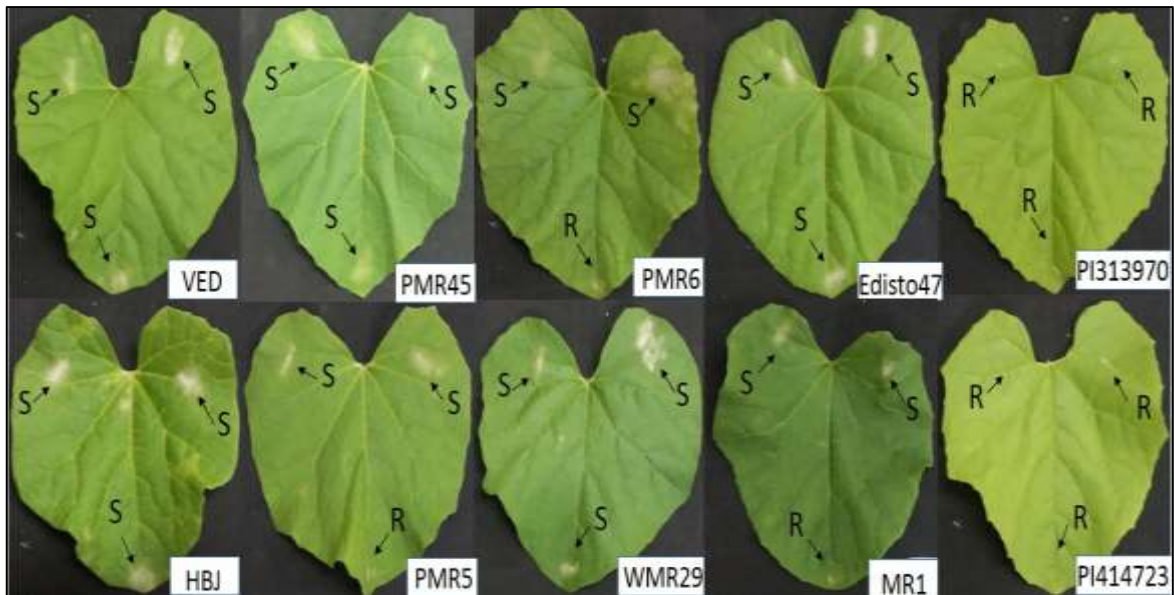


Figura 5. Folhas das diferenciadoras de raças de *Px* quando inoculadas com três isolados monospóricos (*Px\_BA.01.18*, *Px\_BA.02.18* e *Px\_BA.03.18*) coletados em Baraúna. Mossoró. UFERSA, 2019.

Na figura 6, é possível observar que dos seis isolados monospóricos provenientes de Mossoró-RN, três isolados (*Px\_PB.01.18*, *Px\_PB.02.18* e *Px\_PB.03.18*) apresentaram padrão de reação nas diferenciadoras diferente daqueles apresentados na literatura: observa-se que, além do ‘PI 313970’ e do ‘PI 414723’, a linhagem ‘MR 1’ também se apresentou como resistente, indicando a presença de uma nova raça de *Px*, denominada ‘Br06’. Estudos mostram o aparecimento de novas raças em vários países, o que também está ocorrendo aqui no Brasil. McCreight; Coffey (2011) comprovaram a presença de uma nova raça de *Px* em campo experimental na Califórnia, denominada raça S, ao observar que dentre as diferenciadoras utilizadas no estudo apenas ‘PI 313970’ foi resistente. Kim et al. (2016) identificaram uma nova raça no Japão, denominada raça N5. Utilizando isolados coletados em fazendas de melão de cinco regiões da Coreia do Sul, observou-se a presença de duas novas raças, ‘KN1’ e ‘KN2’ (HONG et al., 2018). Os outros três isolados monospóricos (*Px\_PB.04.18*, *Px\_PB.05.18* e *Px\_PB.06.18*) foram classificados como pertencentes à raça 3.5, uma vez que ‘PI 313970’ e ‘PI 414723’ foram os únicos a apresentar a reação de resistência.



Figura 6. Folhas das diferenciadoras de raças de *Px* quando inoculadas com seis isolados monospóricos (*Px*\_PB.01.18, *Px*\_PB.02.18, *Px*\_PB.03.18, *Px*\_PB.04.18, *Px*\_PB.05.18 e *Px*\_PB.06.18) coletados em Mossoró. Mossoró, UFERSA, 2019.

Existe grande variabilidade na população da espécie *Px*, indicada pela ocorrência diversas raças fisiológicas, as quais podem variar anualmente (COHEN; BURGER; KATZIR, 2004). A reação de resistência ou suscetibilidade apresentada nas diferenciadoras permitiu a identificação das raças 1, 2F, 3.5, 5, 'Br01', 'Br02', 'Br03', 'Br04', 'Br05' e 'Br06' de *Px*, em quatro regiões produtoras de melão no estado do Rio Grande do Norte (Figura 7). Esse resultado comprova a grande variabilidade da população de *Px*, além de ter havido alteração das raças prevalentes na principal região produtora de melão brasileira, explicável pela capacidade de adaptação do fungo.

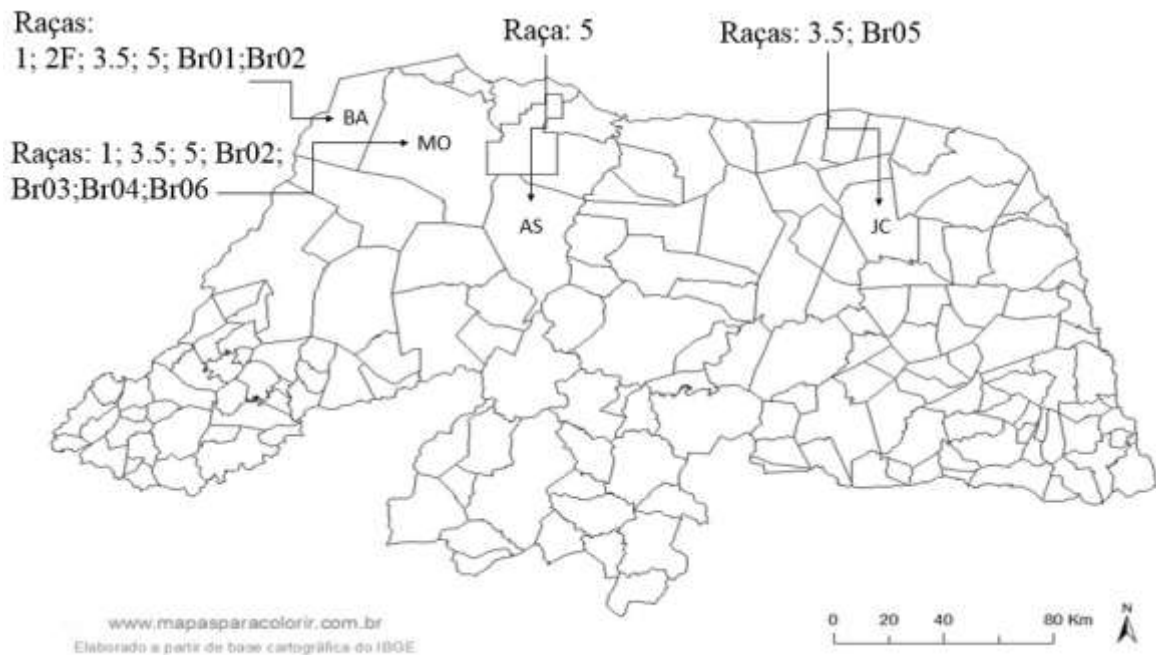


Figura 7. Distribuição das raças de *Px* em quatro regiões produtoras de melão no estado do Rio Grande do Norte. Mossoró, UFERSA, 2019.

BA: Baraúna; MO: Mossoró; AS: Assú; JC: João Câmara.

A alta variabilidade genética em populações de *Px* dificulta a obtenção de cultivares de meloeiro com resistência duradoura ao patógeno (HOSOYA et al., 1999; HOSOYA et al., 2000). O surgimento de novas raças e a ocorrência de raças que ainda não tinham sido observadas na região comprovam o grande potencial evolutivo das populações de *Px*, sendo de fundamental importância a realização desse levantamento na principal região produtora de melão do país, a fim de que novas cultivares possuidoras de genes de resistência às referidas raças sejam desenvolvidas.

Devido à presença de diferentes raças em uma mesma localidade, uma solução seria a obtenção de cultivares piramidadas com vários genes de resistência. A piramidação de genes consiste na introgressão de vários genes de resistência vertical (genes R) em uma única cultivar, de maneira que a resistência da cultivar será proporcional à quantidade de genes incorporados (RIOS; DEBONA, 2018). Segundo Nelson (1972), o piramidamento por meio do acúmulo de genes R em um único genótipo pode ser uma solução para aumentar a durabilidade e o nível de resistência das cultivares.



#### 4. CONCLUSÕES

- Foram identificadas quatro raças conhecidas (1, 2F, 3.5, 5) e seis novas raças ('Br01', 'Br02', 'Br03', 'Br04', 'Br05' e 'Br06') de *P. xanthii* causando oídio em meloeiro no Estado do Rio Grande do Norte;
- Houve prevalência das raças 3.5 e 5 de *P. xanthii* causando oídio no Rio Grande do Norte.

## REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, J. M.; GOMES-GUILLAMON, M. L.; TORRES, N. A.; CANOVAS, I.; FLORIS, E.; KATZIR, N. Virulence differences between two Spanish isolates of *Sphaerotheca fuliginea* race 2 on melon. **Acta Horticulturae**, v. 510, p. 67-69, 2000.
- BARDIN, M.; DOGIMONT, C.; NICOT, P.; PITRAT, M. Genetic analysis of resistance of melon line PI 124112 to *Sphaerotheca fuliginea* and *Erysiphe cichoracearum* studied in recombinant inbred lines, 163-168, In **I International Symposium on Cucurbits** 492. 1997.
- BURGER, Y.; PARIS, H.S.; COHEN, R.; KATZIR, N.; TADMOR, Y.; LEWINSOHN, E.; SCHAFFER, A.A. Genetic diversity of *Cucumis melo*. **Horticulture Review**, v. 36, p. 165–198, 2010.
- COHEN, Y.; EYAL, H. Epifluorescence microscopy of *Sphaerotheca fuliginea* race 2 on susceptible and resistant genotypes of *Cucumis melo*. **Phytopathology**, v. 78, n. 2, p. 144-148, 1988.
- COHEN, R.; BURGER, Y.; SHRAIBER, S. Physiological races of *Sphaerothecafuliginea*: Factors affecting their identification and the significance of this knowledge, in: Maynard, D.N. [Ed.] **Cucurbitaceae 2002**. ASHS Press, Alexandria, VA, USA., 2002. p. 181-187.
- COHEN, R.; BURGER, Y.; KATZIR, N. Monitoring physiological races of *Podosphaera xanthii* (syn. *Sphaerotheca fuliginea*), the causal agent of powdery mildew in cucurbits: factors affecting race identification and the importance for research and commerce. **Phytoparasita**, v. 32, p. 174-183, 2004.
- FANOURLAKIS, N.; TSEKOURA, Z.; NANOU, E.; KATZIR, N. Morphological characteristics andpowdery mildew resistance of *Cucumis melo* landraces in Greece. **Acta Horticulturae**, n. 510, p. 241-245. 2000.
- FAZZA, A. C.; KOBORI, R. F.; SUZUKI, O. S.; CAMARGO, L. E. A. Ocorrência da raça 2 de *Podosphaera xanthii* em melão em Mossoró (RN). In: **Congresso Brasileiro de Fitopatologia**, Brasília. Fitopatologia Brasileira, Resumo 482, v. 30, p. 136, 2005.
- FAZZA, A. C. **Caracterização e ocorrência de agentes causais de oídio em cucurbitáceas no Brasil e reação de germoplasma de meloeiro**. 2006. 60f. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2006.
- HERNANDEZ-HERNANDEZ, V.; RIOS, P. C. Identificación del agente causal de la cenicilla del melon (*Cucumis melo* L.) en la Comarca Lagunera. **ITEA-Produccion-Vegetal**, v. 93, n. 3, p. 156-163, 1997.
- HONG, YE-JI; HOSSAIN, M. R.; KIM, H. T.; PARK, J. I.; NOU, III-S. Identification of Two New Races of *Podosphaera xanthii* Causing Powdery Mildew in Melon in South Korea. **The Plant Pathology Jornal**, v. 34, n. 3, p. 182-190, 2018.
- HOSOYA, K.; NARISAWA, K.; PITRAT, M.; EZURA, H. Race identification in powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) on melon (*Cucumis melo*) in Japan. **Plant Breeding**, v. 118, p. 259-262, 1999.

HOSOYA, K.; KUZUYA, M.; MURAKAMI, T.; KATO, K.; NARISAWA, K.; EZURA, H. Impact of resistant melon cultivars on *Sphaerotheca fuliginea*. **Plant Breeding**, v. 119, p. 286-288, 2000.

JAGGER, I. C.; WHITAKER, T. W.; PORTER, C. R. A new biologic form of powdery mildew on muskmelons in the Imperial Valley of California. **Plant Disease Reporter**, v. 22, n. 2, p. 275-276, 1938.

KENIGSBUCH, D.; COHEN, Y. Inheritance of resistance to powdery mildew race 1 and race 2 in muskmelon. **Phytopathology (Abstr.)**, v. 77, p. 1724, 1987.

KHAN, M. W.; SHARMA, G. K. Races of *Sphaerotheca fuliginea* infecting cucurbits in India and host differentials for their identification. **Indian Phytopathology**, v. 46, n. 3, p. 236-242, 1993.

KIM, H. T.; PARK, J. I.; ROBIN, A. H. K.; ISHIKAWA, T.; KUZUYA, M.; HORII, M.; YASHIRO, K.; NOU, I. S. Identification of a New Race and Development of DNA Markers Associated with Powdery Mildew in Melon. **Plant Breed. Biotech.**, v. 4, n. 2, p. 225-233, 2016.

KOBORI, R. F.; SUZUKI, O. S.; WIERZBICK, R.; DELLA VECCHIA, P. T. D.; CAMARGO, L. E. A. Ocorrência da raça 2 de *Sphaerotheca fuliginea* em melão no Estado de São Paulo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, p. 123, 2002

KOBORI, R. F.; SUZUKI, O. S.; WIERZBICK, R.; DELLA VECCHIA, P. T. D.; FAZZA, A. C.; CAMARGO, L. E. A. Ocorrência da raça 2 de *Podosphaera xanthii* em melão no estado de Pernambuco. In: 28º Congresso Paulista de Fitopatologia, 2005, São Paulo. **Summa Phytopathologica**, 2005, p. 20.

KŘÍSTKOVÁ, E.; LEBEDA, A. Powdery mildew of cucurbits in the Czech Republic – Species, pathotype and race spectra. In: **The First International Powdery Mildew Conference**, p. 14-15, 1999.

KUZUYA, M.; HOSOYA, K.; YASHIRO, K.; TOMITA, K.; EZURA, H. Powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) resistance in melon at the haploid level. **Journal of Experimental Botany**, v. 54, p. 1069-1074, 2003.

KUZUYA, M.; YASHIRO, K.; TOMITA, K. Melon breeding for resistance to Powdery mildew in respect to its races. **Proceedings of vegetable and tea Science**, v. 1, p. 39-43, 2004.

KUZUYA, M.; YASHIRO, K.; TOMITA, K.; EZURA, H. Powdery mildew (*Podosphaera xanthii*) resistance in melon is categorized into two types based on inhibition of the infection processes. **Journal of Experimental Botany**, v. 57, n. 9, p. 2093-2100, 2006.

LEBEDA, A.; SEDLÁKOVÁ, B.; KŘÍSTKOVÁ, B. Distribution, harmfulness and pathogenic variability of cucurbit powdery mildew in the czech republic. **Acta fytotechnica et zootechnica**, v. 7, p. 174-176, 2004.

- MAIA, G. S. **Isolation, identification and characterization of cucurbit powdery mildew in North central Florida**. 2012. 188f. Tese (Doutorado). University of Florida, US, 2012.
- McCREIGHT, J. D.; PITRAT, M.; THOMAS, C. E.; KISHABA, A. N.; BOHN, G. W. Powdery mildew resistance genes in muskmelon. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 112, n. 1, p. 156-160, 1987.
- McCREIGHT, J. D. Melon-powdery mildew interactions reveal variation in melon cultigens and *Podosphaera xanthii* races 1 and 2. **Journal American Society Horticulture Science**, v. 131, p. 59-65, 2006.
- McCREIGHT, J. D.; COFFEY, M. D. Inheritance of Resistance in melon PI 313970 to Cucurbit powdery mildew incited by *Podosphaera xanthii* race S. **Hortiscience**, v. 46, n. 6, p. 828-840, 2011.
- McCREIGHT, J. D.; COFFEY, M. D.; SEDLAKOVA, B.; LEBEDA, A. Cucurbit powdery mildew of melon incited by *Podosphaera xanthii*: global and western US perspectives. In: **Eucarpia meeting on genetics and breeding of cucurbitaceae**, 10. 2012, Antalya. Proceedings... Antalya: University of Cukurova, 2012. p. 181-189.
- MIAZZI, M.; CATALDO LAGUARDIA, C.; FARETRA, F. Variation in *Podosphaeraxanthii* on Cucurbits in Southern Italy. **Journal Phytopathology**, v. 159, p. 538–545, 2011.
- NARUZAWA, E. S. **Variabilidade genética entre raças de *Podosphaeraxanthii* isolados de cucurbitáceas avaliada por meio de polimorfismos de DNA**. 2008. 66f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicada, 2008.
- NELSON, R. R. Stabilizing racial populations of plant pathogens by use of resistance genes. **Journal of Environmental Quality**, v. 1, p. 220-227, 1972.
- RAMOS, C. B.; MARUTHACHALAM, K.; MCCREIGHT, J. D.; GARCIA ESTRADA, R. S. *Podosphaera xanthii* but not *Golovinomyces cichoracearum* infects cucurbits in a greenhouse at Salinas, California. **Cucurbit Genetics Cooperative Report**, v. 33, n. 1, p. 33-34, 2012.
- REIS, A.; BUSO, J. A. Levantamento preliminar de raças de *Sphaerotheca fuliginea* no Brasil. **Horticultura Brasileira**, v. 122, n. 3, p. 628-631, 2004.
- REIS, A.; DIAS, R.; ARAGÃO, F. A.; BOITEUX, L. S. Caracterização do perfil patogênico de isolados de *Podosphaera xanthii* obtidos em cucurbitáceas na região Nordeste do Brasil. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 362, 2005.
- RIOS, J. A.; DEBONA, D. Efeito epidemiológico da resistência de hospedeiro. In: DALLAGNOL, L. J. **Resistência genética de plantas a patógenos**. Pelotas: Ed. UFPel, 2018. p. 126-145.
- RODRIGUES JR, C. J. Centro de investigação das ferrugens do cafeeiro: Estudos e ensaios. Oeiras: Portugal, 2002.

- SALES JÚNIOR, R.; NUNES, G. H. S.; MICHEREFF, S. J.; PEREIRA, E. W. L.; GUIMARÃES, I. M. Reaction of families and lines of melon to powdery mildew. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 382-386, 2011.
- SANTOS, A. A.; CRISÓSTOMO, J. R.; CARDOSO, J. W. Avaliação de híbridos de melão quanto às principais doenças nos Estados do Ceará e Rio Grande do Norte (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 16). Fortaleza: **Embrapa Agroindústria Tropical**, 2004. 14 p.
- SOWELL Jr, G. Population shift of *Sphaerotheca fuliginea* on muskmelon from race 2 to race 1 in the southeastern United States. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 66, p. 130-131, 1982.
- STADNIK, M. J.; MAZZAFERA, P. Oídios de cucurbitácea. In: STADNIK, M. J.; RIVERA, M. C. (org.). **Oídios**. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP, Brasil, 2001. p. 79-107.
- TORÉS, J. A.; SÁNCHEZ-PULIDO, J. M.; LÓPEZ-RUIZ, F. First occurrence de Cucurbit powdery mildew caused by race 3.5 of *Podosphaera xanthii* in Spain. **Plant Disease**, v. 93, n. 10, p. 1073, 2009.
- VAKALOUNAKIS, D. J.; KLIRONOMOU, E. Race and mating type identification of powdery mildew on cucurbits in Greece. **Plant. Pathol.**, v. 44, p. 1033–1038, 1995.
- YUSTE-LISBONA, F. J.; LÓPEZ-SESÉ, A. L.; GÓMEZ-GUILLAMÓN, M. L. Inheritance of resistance to races 1, 2 and 5 of powdery mildew in the melon TGR 1551. **Plant Breeding**, v. 129, n. 1, p. 72-75, 2010.
- XU, Z-H.; SHOU, W-L.; HUANG, K-M.; ZHOU, S-J; XU-ZH; SHOU, W. L.; HUANG, K. M.; ZHOU, S. J. Determination of physiological race of powdery mildew and its virulence to diferente melon genotypes. **Acta Agriculturae Zhejiangensis**, v. 11, n. 5, p. 245-248, 1999.

## CAPÍTULO 2

### Reação de acessos de meloeiro a *Podosphaera xanthii* e Herança da resistência do acesso de meloeiro AM-55 às raças 3.5 e 'Br06' de *Podosphaera xanthii*

#### RESUMO

A utilização de cultivares resistentes é a melhor alternativa para controlar o oídio no meloeiro. Os objetivos do trabalho foram identificar acessos de meloeiro resistentes a *P. xanthii* e conhecer a herança da resistência presente no acesso AM-55 às raças 3.5 e 'Br06' de *P. xanthii*. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação, na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), na cidade de Mossoró-RN. O primeiro experimento foi realizado no ano de 2017, quando foram avaliados 47 acessos que fazem parte da coleção ativa de germoplasma da Universidade. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições, e as plantas foram inoculadas 25 dias após a semeadura com três isolados de oídio de raça desconhecida. Os dados foram avaliados de acordo com o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. No ano de 2018, realizou-se estudo de herança, para o que foram utilizadas plantas dos genitores 'Védrantais' (suscetível) e AM-55 (resistente), bem como das populações F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub> provenientes do cruzamento entre eles, totalizando 135 plantas. Nesse caso, as plantas foram inoculadas com isolados das raças 3.5 e 'Br06' de *P. xanthii*. As análises foram feitas a partir das frequências observadas na população segregante (F<sub>2</sub>), e adotou-se o teste de Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) para testar o possível modelo genético e para verificar a ocorrência de ligação gênica. Em ambos os experimentos, as avaliações ocorreram 10 dias após a inoculação, com auxílio de uma lupa de mão (10X), observando-se o desenvolvimento de micélio, conidióforos e conídios do fungo. As plantas foram classificadas de acordo com uma escala de notas variando de 1 a 4; plantas com notas 1 ou 2 foram consideradas resistentes, ao passo que plantas com notas de 3 ou 4 foram consideradas suscetíveis. Os acessos AC-02, AC-32 e AC-59 foram identificados como resistentes a *P. xanthii*. A herança da resistência do acesso AM-55 às raças 3.5 e 'Br06' de *P. xanthii* é monogênica e recessiva. Os genes que conferem resistência às duas raças estão ligados e a distância entre eles é de 9 cM.

**Palavras-chave:** *Cucumis melo* L. Oídio. Germoplasma. Gene recessivo. Monogênica.

## ABSTRACT

### **Reaction of melon accessions to *P. xanthii* and inheritance of resistance of access AM-55 to races 3.5 and 'Br06' of *P. xanthii***

The use of resistant cultivars is the best alternative to control the powdery mildew in melon. The objectives of this work were to identify *P. xanthii* resistant melon accessions and to know the resistance inherent in AM-55 access to the 3.5 and 'Br06' breeds of *P. xanthii*. The experiments were conducted in a greenhouse at the Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), in the city of Mossoró-RN. The first experiment was carried out in 2017, when 47 accessions were evaluated, which are part of the University's active collection of germplasm. A completely randomized design with five replicates was used, and the plants were inoculated 25 days after sowing with three unknown powdery mildew isolates. Data were evaluated according to the non-parametric Kruskal-Wallis test. In 2018, a study of inheritance was carried out. Plants of the 'Védraçais' (susceptible) and AM-55 (resistant) genotypes were used as well as the F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> populations originated from their crossing, totaling 135 plants. In this case, the plants were inoculated with isolates of the races 3.5 and 'Br06' of *P. xanthii*. Assessments were made from the frequencies observed in the segregating population (F<sub>2</sub>), and the Chi-square test ( $\chi^2$ ) was used to test the possible genetic model and to verify the occurrence of gene binding. In both experiments, the evaluations occurred 10 days after the inoculation, with the help of a hand magnifying glass (10X), observing the development of mycelium, conidiophores and conidia of the fungus. The plants were classified according to a scale of grades varying from 1 to 4; plants with grades 1 or 2 were considered resistant, while plants with grades 3 or 4 were considered susceptible. Accessions AC-02, AC-32 and AC-59 were identified as resistant to *P. xanthii*. The inheritance of AM-55 access resistance to *P. xanthii* 3.5 and 'Br06' breeds is monogenic and recessive. Genes that confer resistance to both races are linked and the distance among them is 9 cM.

**Keywords:** *Cucumis melo* L. Powdery mildew. Germplasm. Recessive gene. Monogenic.

## 1. INTRODUÇÃO

Uma das principais enfermidades da parte aérea do meloeiro é o oídio, causada principalmente pela espécie *Podosphaera xanthii* (*Px*), considerado um dos agentes patogênicos mais destrutivos quando não controlado. Plantas severamente atacadas perdem o vigor e têm a produção prejudicada, com a redução do tamanho, número e qualidade dos frutos (PEREIRA, PINHEIRO; CARVALHO, 2012). O controle da doença é dificultado pela variabilidade patogênica de *Px*, manifestada pela existência de raças fisiológicas (SEDLÁKOVÁ et al. 2014). Alternativas para controle do oídio vêm sendo estudadas, e a utilização da resistência genética é hoje a melhor forma de eliminação do patógeno dos campos de produção.

O uso de cultivares resistentes tem sido realizado com sucesso no controle do oídio em meloeiro em todo o mundo (DHILLON et al., 2012). As principais vantagens da utilização da resistência genética são: a facilidade de aquisição pelos produtores, a compatibilidade com outras práticas, a maior segurança alimentar e ambiental, bem como a redução dos custos de produção (NUNES et al., 2013). O meloeiro é uma espécie muito polimórfica para vários caracteres de interesse comercial, e essa ampla variabilidade genética permite encontrar fontes de resistência a vários patógenos (NUNES et al., 2016).

Acessos que compõem a coleção ativa de germoplasma da Universidade Federal Rural do Semi Árido (UFERSA) vêm sendo avaliados quanto à reação a alguns patógenos, como *Myrothecium roridum* (DANTAS, 2011), *Pseudoperonospora cubensis* (ALBUQUERQUE et al., 2015), *Rhizoctonia solani* (SALES JÚNIOR et al., 2015), *Macrophomina phaseolina* (AMBRÓSIO et al., 2015), *Monosporascus cannonballus* (GUIMARÃES, 2016), *Liriomyza sativae*, *Acidovorax avenae* e *Alternaria* spp. (COSTA, 2017). A busca por fontes de resistência a raças de *Px* no germoplasma disponível é de fundamental importância, sendo uma das etapas iniciais de um programa de melhoramento para obtenção de cultivares com resistência genética.

O passo seguinte é conhecer o controle genético envolvido na resistência. O conhecimento da herança de determinada característica é necessário no processo de obtenção de uma cultivar resistente, na medida em que permite conhecer o número de genes envolvidos na resistência, bem como seu modo de interação, o que orientará o melhorista na escolha do melhor método a ser utilizado para realizar a introgressão dos alelos que condicionam resistência em cultivares comerciais (RAMALHO et al., 2012). Estudos de herança foram realizados a medida em que novas fontes de resistência a raças de *Px* eram identificadas, e diferentes modelos de herança têm sido citados na literatura (McCREIGHT, 2003; FUKINO et



al., 2004; PITRAT; BESOMBLES, 2008; YUSTI-LISBONA et al., 2010; McCREIGHT; COFFEY, 2011; FAZZA et al., 2013; NUNES, 2014; RICARTE, 2016; TOMAZ, 2017; LOUREIRO, 2019). Os resultados contrastantes podem se dever à variabilidade dos genitores utilizados, às raças fisiológicas, aos métodos de inoculação e de avaliação empregados, bem como às condições ambientais do local de realização do estudo (NUNES, 2014).

Para o sucesso de um programa de melhoramento visando à obtenção de cultivares resistentes e com bons caracteres agronômicos, é fundamental que se tenha variabilidade genética e fontes de resistência disponíveis, para posterior conhecimento da herança envolvida na resistência (BROWN, 2015). Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo identificar fontes de resistência a *P. xanthii* entre os acessos integrantes da coleção ativa de germoplasma da UFERSA e conhecer a herança da resistência presente no acesso de meloeiro AM-55 às raças 3.5 e 'Br06' de *P. xanthii*.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Reação de acessos de meloeiro a *P. xanthii*

#### 2.1.1 Local de execução

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias da UFERSA, localizada em Mossoró-RN, no período de junho a julho de 2017. O município de Mossoró está situado na latitude Sul 5° 12'48''; longitude 37° 18'44'' W e com altitude de 37m acima do nível do mar. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima de Mossoró é do tipo BSw<sup>h</sup>, ou seja, clima seco, muito quente e com estação chuvosa no verão atrasando-se para o outono, apresentando precipitação pluviométrica anual bastante irregular, com média de 673,9 mm e umidade relativa do ar de 68,9% (CARMO FILHO e OLIVEIRA, 1995). A temperatura média da casa de vegetação e a umidade relativa do ar foram de 33,4°C e 49,6%, respectivamente.

#### 2.1.2 Germoplasma utilizado

Foram avaliados 47 acessos de meloeiro coletados no Nordeste do Brasil, que fazem parte da coleção ativa de germoplasma da UFERSA (Tabela 10), bem como as diferenciadoras 'Védrantais', 'PI 313970' e 'PI 414723'. Visando à melhor germinação e uniformidade no estande de plantas, as sementes foram dispostas em placas de Petri com algodão umedecido e postas em uma estufa por 24 horas, em temperatura de 37°C. Após a emissão da radícula, as plântulas foram transplantadas para vasos plásticos de 2L contendo a mistura na proporção 1:1 de solo e substrato comercial (Topstrato<sup>®</sup>).

Tabela 10. Relação dos acessos de meloeiro que compõem a coleção ativa de germoplasma da UFERSA. Mossoró, UFERSA, 2019.

Acesso	Local de coleta	Acesso	Local de coleta
AC-01	Mossoró – RN	AC-31	Areia – PB
AC-02	Mossoró – RN	AC-32	Itabuna – BA
AC-04	Baraúna – RN	AC-33	São Luís – MA
AC-05	Baraúna – RN	AC-34	Juazeiro – BA
AC-07	Quixeré – CE	AC-35	Muribeca – SE
AC-08	Aracati – CE	AC-36	Jaboatão – PE
AC-09	Quixeré – CE	AC-37	Areia Branca – RN
AC-10	Mossoró – RN	AC-39	Irecê – BA
AC-11	Petrolina – PE	AC-41	Paulistana – PI
AC-14	Sousa – PB	AC-42	Brumado – BA
AC-15	Arapiraca – AL	AC-43	Itapecurú – MA
AC-16	Juazeiro – BA	AC-44	Serra Talhada – PE
AC-17	Barra do Mendes – BA	AC-45	Messejana - CE
AC-18	Picos – PI	AC-50	Mossoró – RN
AC-19	Parnaíba – PI	AC-51	Não disponível
AC-22	São Luís – MA	AC-52	Não disponível
AC-23	Ipanguaçu – RN	AC-53	Alexandria-RN
AC-24	Arapiraca – AL	AC-54	Alexandria-RN
AC-25	Cururipe – AL	AC-55	Alexandria-RN
AC-26	Lagarto – SE	AC-56	Apodi – RN
AC-27	São Luís – MA	AC-57	São Luís – MA
AC-28	São João dos Patos - MA	AC-58	São Luís – MA
AC-29	Paraibano – MA	AC-59	Apodi – RN
AC-30	São João do Mipibu - RN		

### 2.1.3 Inoculação e avaliação da doença

Foram utilizados três isolados de oídio, os quais foram coletados em cultivos de meloeiro, localizados na região de Alagoinha e Pau Branco (Mossoró-RN) e em Baraúna-RN. Na época de realização do experimento, ainda não se tinha conhecimento das raças dos referidos isolados. A inoculação foi feita aos 25 dias após a semeadura, na terceira folha verdadeira de cada uma das plantas, com o depósito de uma pequena quantidade (<2g) de partes do fungo na folha (YUSTE-LISBONA et al., 2010), com o auxílio de um bisturi esterilizado (Figura 8).

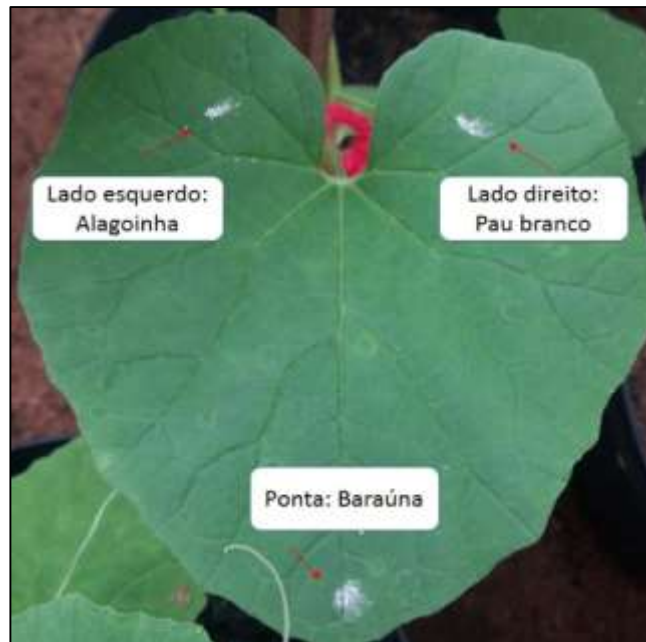


Figura 8. Detalhe de acesso de meloeiro inoculado em três pontos da folha com diferentes isolados de *P. xanthii*. Mossoró, UFERSA, 2019.

A avaliação ocorreu 10 dias após a inoculação, com auxílio de uma lupa de mão (10X) modelo PH 50 (CSR®), observando-se o desenvolvimento de micélio, conidióforos e conídios do fungo. Foi empregada uma escala de notas variando de 1 a 4, proposta por Yuste-Lisbona et al. (2010), em que: Nota 1: sem colonização e reprodução do patógeno; Nota 2: pequeno crescimento de micélio e de conidióforos e cadeias curtas de conídios; Nota 3: crescimento de micélio, poucos conidióforos e cadeias longas de conídios; Nota 4: crescimento abundante de micélio, grande quantidade de conidióforos e cadeias longas de conídios.

#### 2.1.4 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco repetições, onde a unidade experimental foi constituída por um vaso, com uma planta. Os dados foram avaliados de acordo com o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, com nível nominal de significância de 1% de probabilidade ( $\alpha = 0,01$ ). A análise foi realizada utilizando o *Software R Versão 3.4.2*.

## 2.2 Estudo de herança do acesso de meloeiro AM-55 às raças 3.5 e ‘Br06’ de *P. xanthii*

### 2.2.1 Germoplasma utilizado

O acesso AM-55 pertence ao grupo *acidulus*, com frutos apresentando casca de cor creme, polpa branca e baixo teor de sólidos solúveis (<5,0° Brix) (Figura 9 A). De acordo com avaliações feitas nos anos de 2011 e 2012, o acesso tem se mostrado resistente a *Px* (NUNES, 2014). A linhagem ‘Védrantais’ pertence ao grupo botânico *cantaloupensis* e foi lançada pela Vilmorin Seed Company, sendo bastante cultivada na França, possui frutos do tipo Charenthais de forma arredondada (IF = 1,0), mesocarpo de coloração salmão e elevado teor de sólidos solúveis (<11° Brix) (Figura 9 B). É altamente suscetível às raças identificadas até o presente momento, com exceção da raça 0. Por esse motivo, ‘Védrantais’ vem sendo um dos principais genitores suscetíveis utilizados em estudos de herança. Ambos os genitores pertencem à coleção ativa de germoplasma da UFERSA.

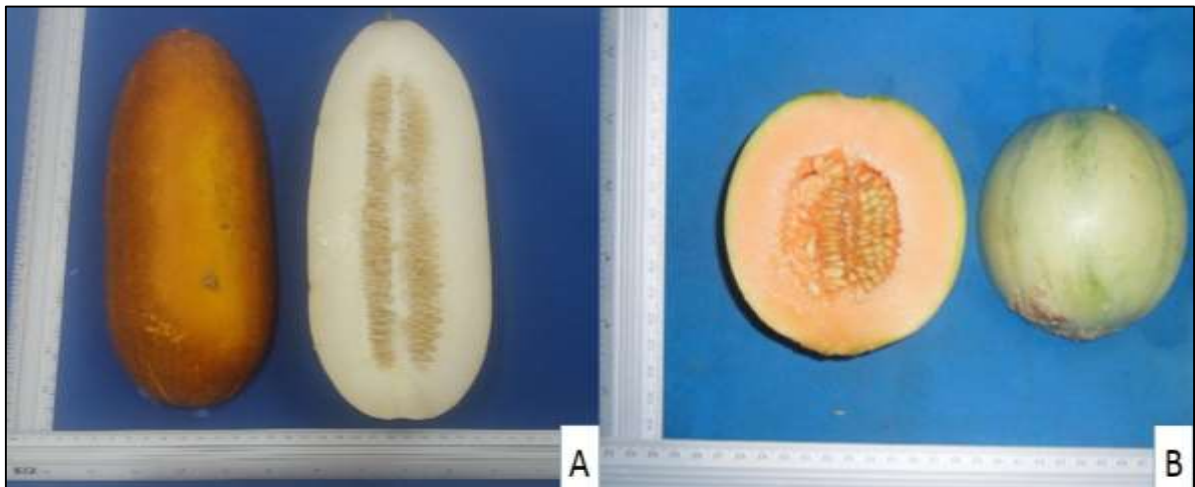


Figura 9. Frutos dos genitores utilizados no estudo de herança para resistência a *Podosphaera xanthii*, AM-55 (A) e Védrantais (B). Mossoró, UFERSA, 2019.

### 2.2.2 Obtenção das populações

No ano de 2016, foram cultivadas em campo plantas dos genitores contrastantes, a cultivar ‘Védrantais’ (suscetível) e o acesso AM-55 (resistente), para realização de hibridações manuais e obtenção da primeira geração filial (F<sub>1</sub>). No mesmo ano, foi realizada a autofecundação da geração F<sub>1</sub> para obtenção da segunda geração filial (F<sub>2</sub>).

### 2.2.3 Isolados utilizados

Foram utilizados dois isolados monospóricos, provenientes de campos de produção de meloeiro localizado no município de João Câmara (Px\_JC.01.17) e na localidade de Pau Branco, em Mossoró (Px\_PB.01.18), no Estado do Rio Grande do Norte. Por se tratar de um parasita obrigatório, os isolados foram mantidos e multiplicados por meio de inoculações periódicas semanais em plantas da cultivar suscetível ‘Védrantais’, com auxílio de pincel com cerdas de camelo nº 2, desinfestado em álcool 70%. As plantas eram mantidas em casa de vegetação, isoladas em gaiolas (50 x 50 x 50 cm) com armações de madeira e revestidas com tela antiáfídica e cultivadas em vasos plásticos com capacidade de 1L contendo uma mistura de solo e substrato comercial (Topstrato®), na proporção de 1:1.

A identificação das raças de ambos os isolados foi realizada por meio do sistema de determinação de raças de *Px*, adaptado de Fazza (2006), Maia (2012) e McCreight et al. (2012). Os isolados foram inoculados conforme metodologia de Yuste-Lisbona et al. (2010), nas seguintes diferenciadoras: ‘Hale’s Best Jumbo’, ‘Védrantais’, ‘PMR 45’, ‘PMR 5’, ‘PMR 6’, ‘WMR 29’, ‘Edisto 47’, ‘MR 1’, ‘PI 313970’ e ‘PI 414723’. Com base no referido sistema de classificação de raças, o isolado coletado em João Câmara-RN (Px\_JC.01.17) foi identificado como pertencente à raça 3.5, e o isolado de Pau Branco-RN (Px\_PB.01.18) foi identificado como raça ‘Br06’.

### 2.2.4 Local de execução do estudo de herança

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias da UFERSA, localizada em Mossoró-RN, no período de março a abril de 2018. Durante a realização do experimento, os dados de umidade relativa do ar e temperatura da casa de vegetação foram registrados diariamente com termo-higrômetro digital, sendo de 60,8% e 32,4°C, respectivamente.

### 2.2.5 Estudo de herança

Foram utilizadas um total de 135 plantas, sendo 5 do genitor suscetível, 5 do genitor resistente, 5 da geração F<sub>1</sub> e 120 da geração F<sub>2</sub>. As plantas foram mantidas em casa de vegetação isoladas e cultivadas em vasos plásticos com capacidade de 2L contendo a mistura na proporção 1:1 de solo autoclavado e substrato comercial (Topstrato®). As inoculações foram realizadas 25

dias após a semeadura, conforme metodologia empregada por Yuste-Lisbona et al. (2010), que consiste na deposição de pequena quantidade das estruturas do fungo na terceira folha verdadeira das plantas. Os dois isolados foram inoculados em dois pontos equidistantes da nervura foliar central, com o auxílio de um bisturi esterilizado (Figura 10). Após a inoculação, as irrigações foram feitas cuidadosamente, garantindo que as folhas não fossem molhadas.



Figura 10. Detalhe da inoculação das raças 3.5 e 'Br06' de *P. xanthii* em dois pontos equidistantes da nervura central da folha. Mossoró, UFERSA, 2019.

A avaliação foi realizada 10 dias após a inoculação, com auxílio de uma lupa de mão (10X) modelo PH 50 (CSR®), observando-se o desenvolvimento das estruturas do fungo (micélio, conidióforos e conídios). As plantas foram classificadas utilizando uma escala de notas variando de 1 a 4, proposta por Yuste-Lisbona et al. (2010), em que: Nota 1: sem colonização e reprodução do patógeno; Nota 2: pequeno crescimento de micélio e de conidióforos e cadeias curtas de conídios; Nota 3: crescimento de micélio, poucos conidióforos e cadeias longas de conídios; Nota 4: crescimento abundante de micélio, grande quantidade de conidióforos e cadeias longas de conídios (Figura 11). Plantas com notas 1 ou 2 foram consideradas resistentes, enquanto que plantas com notas de 3 ou 4 foram consideradas suscetíveis.

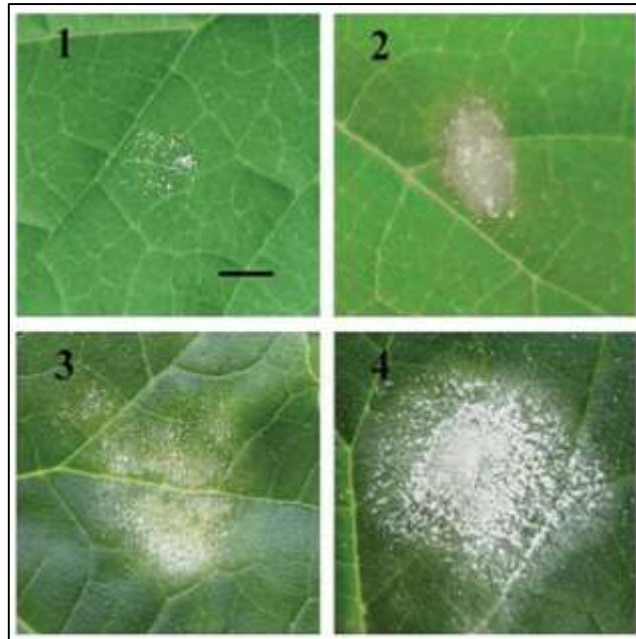


Figura 11. Classes fenotípicas estabelecidas de acordo com o nível de esporulação de *P. xanthii* em folhas de meloeiro. Fonte: Yuste-Lisbona et al. (2010).

#### 2.2.6 Análises estatísticas

A partir das frequências observadas nas populações, as plantas foram classificadas em resistentes ou suscetíveis. Para testar a hipótese de segregação, adotou-se o teste de Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) visando a explicar a herança da resistência usando um erro nominal de 5% ( $\alpha = 0,05$ ). O valor de  $\chi^2$  é estimado usando-se a expressão abaixo (RAMALHO et al., 2012).

$$\chi^2 = \sum \frac{(\text{Frequência observada} - \text{Frequência esperada})^2}{\text{Frequência esperada}} \quad (1)$$

Para verificar a ocorrência de ligação gênica entre os genes que conferem resistência às duas raças, foi realizada a análise da geração  $F_2$  às duas raças simultaneamente, e aplicado o teste de Qui-quadrado ( $\chi^2$ ). A distância entre os dois genes foi obtida a partir da frequência de recombinação utilizando o método denominado razão de produtos, que consiste na estimação de um valor "z" a partir das frequências das quatro classes fenotípicas observadas na geração  $F_2$  (RAMALHO et al., 2012).

$$z = \frac{\text{n}^\circ \text{ de recombinantes 1} \times \text{n}^\circ \text{ de recombinantes 2}}{\text{n}^\circ \text{ de parentais 1} \times \text{n}^\circ \text{ de parentais 2}} \quad (2)$$



### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Avaliação da reação de acessos de meloeiro a *P. xanthii*

Para os três isolados inoculados, houve efeito significativo entre os acessos avaliados pelo teste de Kruskal-Wallis ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 11). Os acessos foram discriminados em duas classes de reação, resistentes ou suscetíveis. Dos 47 acessos avaliados, três foram resistentes a todos os isolados (AC-02, AC-32 e AC-59), apresentando nota média variando de 1,0 a 1,8, indicando ausência de colonização e reprodução do patógeno (Tabela 11).

Tabela 11. Teste de Kruskal-Wallis, *rank* e média da reação de acessos de meloeiro a três isolados de *Podosphaera xanthii*. Mossoró, UFERSA, 2019.

Acesso	Isolados								
	Pau branco			Alagoinha			Baraúna		
	<i>Rank</i>	Média	Reação	<i>Rank</i>	Média	Reação	<i>Rank</i>	Média	Reação
AC-01	135.5a	(4.0)	S	139.0a	(4.0)	S	142.0a	(4.0)	S
AC-02	5.5b	(1.0)	R	5.5b	(1.0)	R	5.5b	(1.0)	R
AC-04	135.5a	(4.0)	S	139.0a	(4.0)	S	114.9a	(3.8)	S
AC-05	135.5a	(4.0)	S	139.0a	(4.0)	S	142.0a	(4.0)	S
AC-07	135.5a	(4.0)	S	139.0a	(4.0)	S	142.0a	(4.0)	S
AC-08	135.5a	(4.0)	S	139.0a	(4.0)	S	142.0a	(4.0)	S
AC-09	87.9a	(3.2)	S	117.2a	(3.8)	S	76.9a	(3.4)	S
AC-10	135.5a	(4.0)	S	139.0a	(4.0)	S	142.0a	(4.0)	S
AC-11	113.9a	(3.8)	S	117.2a	(3.8)	S	55.2a	(3.2)	S
AC-14	70.7a	(3.4)	S	117.2a	(3.8)	S	142.0a	(4.0)	S
AC-15	113.9a	(3.8)	S	95.4a	(3.6)	S	120.3a	(3.8)	S
AC-16	135.5a	(4.0)	S	117.2a	(3.8)	S	142.0a	(4.0)	S
AC-17	135.5a	(4.0)	S	117.2a	(3.8)	S	76.9a	(3.4)	S
AC-18	92.3a	(3.6)	S	95.4a	(3.6)	S	98.6a	(3.6)	S
AC-19	92.3a	(3.6)	S	95.4a	(3.6)	S	120.3a	(3.8)	S
AC-22	68.0a	(3.2)	S	26.6a	(2.8)	S	29.5a	(2.8)	S
AC-23	135.5a	(4.0)	S	139.0a	(4.0)	S	142.0a	(4.0)	S
AC-24	135.5a	(4.0)	S	139.0a	(4.0)	S	142.0a	(4.0)	S
AC-25	135.5a	(4.0)	S	139.0a	(4.0)	S	120.3a	(3.8)	S
AC-26	92.3a	(3.6)	S	95.4a	(3.6)	S	98.6a	(3.6)	S
AC-27	135.5a	(4.0)	S	117.2a	(3.8)	S	120.3a	(3.8)	S
AC-28	135.5a	(4.0)	S	139.0a	(4.0)	S	142.0a	(4.0)	S
AC-29	135.5a	(4.0)	S	139.0a	(4.0)	S	120.3a	(3.8)	S
AC-30	113.9a	(3.8)	S	117.2a	(3.8)	S	98.6a	(3.6)	S
AC-31	135.5a	(4.0)	S	139.0a	(4.0)	S	142.0a	(4.0)	S
AC-32	12.3b	(1.8)	R	11.5b	(1.8)	R	11.9b	(1.8)	R

AC-33	135.5a	(4.0)	S	139.0a	(4.0)	S	142.0a	(4.0)	S
AC-34	135.5a	(4.0)	S	117.2a	(3.8)	S	142.0a	(4.0)	S
AC-35	135.5a	(4.0)	S	139.0a	(4.0)	S	142.0a	(4.0)	S
AC-36	135.5a	(4.0)	S	139.0a	(4.0)	S	142.0a	(4.0)	S
AC-37	135.5a	(4.0)	S	139.0a	(4.0)	S	142.0a	(4.0)	S
AC-39	135.5a	(4.0)	S	139.0a	(4.0)	S	142.0a	(4.0)	S
AC-41	113.9a	(3.8)	S	95.4a	(3.6)	S	98.6a	(3.6)	S
AC-42	113.9a	(3.8)	S	139.0a	(4.0)	S	98.6a	(3.6)	S
AC-43	135.5a	(4.0)	S	139.0a	(4.0)	S	142.0a	(4.0)	S
AC-44	113.9a	(3.8)	S	117.2a	(3.8)	S	120.3a	(3.8)	S
AC-45	113.9a	(3.8)	S	73.6a	(3.4)	S	120.3a	(3.8)	S
AC-50	113.9a	(3.8)	S	139.0a	(4.0)	S	142.0a	(4.0)	S
AC-51	135.5a	(4.0)	S	111.8a	(3.8)	S	114.9a	(3.8)	S
AC-52	135.5a	(4.0)	S	139.0a	(4.0)	S	142.0a	(4.0)	S
AC-53	135.5a	(4.0)	S	117.2a	(3.8)	S	120.3a	(3.8)	S
AC-54	135.5a	(4.0)	S	139.0a	(4.0)	S	142.0a	(4.0)	S
AC-55	135.5a	(4.0)	S	139.0a	(4.0)	S	142.0a	(4.0)	S
AC-56	135.5a	(4.0)	S	139.0a	(4.0)	S	142.0a	(4.0)	S
AC-57	135.5a	(4.0)	S	139.0a	(4.0)	S	142.0a	(4.0)	S
AC-58	135.5a	(4.0)	S	139.0a	(4.0)	S	142.0a	(4.0)	S
AC-59	8.9b	(1.4)	R	10.4b	(1.4)	R	7.1b	(1.2)	R
Vendrantais	135.5a	(4.0)	S	135.5a	(4.0)	S	135.5a	(4.0)	S
PI 313970	1.0b	(1.0)	R	1.0b	(1.0)	R	1.0b	(1.0)	R
PI 414723	1.0b	(1.0)	R	1.0b	(1.0)	R	1.0b	(1.0)	R
$\chi^2$	173.57**			176.81**			174.85**		

\*\* Significativo ( $p < 0,01$ ) pelo teste de Kruskal-Wallis. R: Resistente; S: Suscetível (Yuste-Lisbona, 2010).

Plantas resistentes ao oídio são capazes de evitar ou atrasar a penetração e o posterior desenvolvimento do fungo (STADNIK; MAZZAFERA, 2001). A reação de hipersensibilidade é um dos mecanismos presentes em cultivares de meloeiro resistentes às raças de *Px*. Este mecanismo inibe o desenvolvimento do patógeno no hospedeiro por meio da morte celular no local de penetração do patógeno (STADNIK; MAZZAFERA, 2001). Estudos deverão ser realizados posteriormente para se conhecer os mecanismos de resistência presentes nos três acessos identificados como resistentes.

Os acessos AC-02, AC-32 e AC-59 pertencem ao grupo *momordica*. A resistência observada nestes acessos corrobora o fato de que as principais fontes de resistência ao oídio são provenientes da Índia, especialmente da variedade botânica *momordica*, como PI 124111, PI 124112, PI 414723 (DHILLON et al., 2012). Nunes (2014) também identificou fontes de resistência a *Px* pertencentes ao referido grupo botânico. Os frutos do grupo *momordica* são alongados, com polpa de textura farinácea, apresentam baixo teor de sólidos solúveis, exocarpo

fino e que se rompem quando maduros (DHILLON et al., 2009). Estes frutos são cultivados em pequenas propriedades do Nordeste e são utilizados para a produção de suco e para consumo com açúcar após as refeições (DANTAS et al., 2015).

Muitos acessos de origem indiana têm sido utilizados como fontes de resistências aos principais patógenos fúngicos do meloeiro, como *Podospaera xanthii*, *Pseudoperonospora cubensis*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *Melonis* (DHILLON et al., 2012). Os acessos identificados como resistentes (Figura 12) são importantes materiais para uso em programas de melhoramento. O próximo passo é conhecer a quais raças este acessos possuem resistência e quais modelos genéticos estão envolvidos na resistência, para posterior introgressão dos alelos que conferem resistência em cultivares com ótimas características agronômicas.



Figura 12. Detalhe das folhas dos acessos identificados como resistentes aos três isolados (Alagoinha, Pau branco e Baraúna) de *P. xanthii*. Mossoró, UFERSA, 2019

### 3.2 Estudo de herança do acesso de meloeiro AM-55 às raças 3.5 e ‘Br06’ de *P. Xanthii*

Observa-se na tabela 12 que, para ambas as raças de *Px*, todas as plantas do genitor AM-55 foram classificadas como resistentes por não apresentarem crescimento do fungo nos locais inoculados, e todas as plantas do genitor ‘Védrantais’ foram suscetíveis. Todas as plantas da geração F<sub>1</sub> foram suscetíveis aos isolados, a ausência de segregação na F<sub>1</sub> comprova a pureza dos genitores utilizados. Na avaliação da geração F<sub>2</sub> com relação à raça 3.5, observou-se, num total de 120 plantas, que 85 foram suscetíveis e 35 foram resistentes. Quanto à raça ‘Br06’, foram observadas 95 plantas suscetíveis e 25 plantas resistentes.

Tabela 12. Frequência absoluta, razão esperada e teste de Qui-quadrado em população derivada do cruzamento entre AM-55 x 'Védrantais' inoculadas com as raças 3.5 e Br06 de *P. xanthii*. Mossoró, UFERSA, 2019.

População	Frequência absoluta		Razão	$\chi^2$	Probabilidade
	Suscetível	Resistente			
Raça 3.5					
AM-55	0	5	(1:0)		
'Védrantais' (VED)	5	0	(0:1)		
F <sub>1</sub>	5	0	(1:0)		
F <sub>2</sub>	85	35	(3:1)	1,11	0,29
Raça 'Br06'					
AM-55	0	5	(1:0)		
'Védrantais' (VED)	5	0	(0:1)		
F <sub>1</sub>	5	0	(1:0)		
F <sub>2</sub>	95	25	(3:1)	1,11	0,29

A geração F<sub>1</sub> apresentou a mesma reação do genitor 'Védrantais', na qual todas as plantas foram classificadas como suscetíveis, indicando que a resistência observada no AM-55 é possivelmente controlada por um gene recessivo. Avaliando a segregação observada na geração F<sub>2</sub>, nota-se que o resultado aproxima-se de uma relação de três plantas suscetíveis para uma planta resistente a ambas as raças. A partir das frequências observadas, foi proposto um modelo para explicar o controle genético da resistência verificada no acesso AM-55 às raças 3.5 e 'Br06' de *Px*. O modelo sugere uma herança simples, explicada por um gene composto por dois alelos, havendo dominância de um alelo sobre o outro, sendo que neste caso o alelo que condiciona a suscetibilidade domina o alelo para resistência, de maneira que a resistência só seria conferida pelo genótipo homocigoto recessivo.

O referido modelo foi testado utilizando o teste de Qui-quadrado, que utiliza os desvios entre as frequências observadas e esperadas na população F<sub>2</sub>. De acordo com esse modelo, a proporção fenotípica esperada na geração F<sub>2</sub> é de três plantas suscetíveis para uma planta resistente (3:1). O valor tabelado do  $\chi^2 = 3,84$  foi obtido a partir do grau de liberdade (GL) e do nível de probabilidade ( $\alpha$ ). Os desvios entre as frequências esperadas e observadas dos fenótipos para ambas as raças foram não significativos segundo o teste de Qui-quadrado  $\chi^2_{F_2} = 1, 11$ ;  $p = 0,29$ , uma vez que o  $\chi^2$  obtido é inferior ao tabelado. Portanto, se aceita a hipótese formulada, ou seja, a frequência observada se ajusta a uma frequência esperada, considerando uma segregação de 3:1 na geração F<sub>2</sub>. Como a frequência observada não difere da frequência esperada, os desvios se devem meramente ao acaso.

Desse modo, para as duas raças, a herança da resistência do acesso AM-55 foi explicada por um modelo com um gene composto por dois alelos, cuja resistência é conferida quando o genótipo é homozigoto recessivo. Assim, o genótipo do genitor suscetível 'Védrantais' pode ser descrito por AA, ao passo que o genótipo do genitor resistente AM-55 é aa. Todas as plantas suscetíveis na geração F<sub>1</sub> possuem o genótipo Aa. Na geração F<sub>2</sub>, os genótipos das plantas resistentes são aa, totalizando uma proporção fenotípica de 1/4, ao passo que os genótipos das plantas suscetíveis são AA e Aa, na proporção de 3/4.

Em melão, o modelo genético predominante é de uma herança monogênica e dominante (PITRAT, 1991; KENIGSBUSCH; COHEN, 1992; FLORIZ; ÁLVAREZ, 1995; BARDIN et al., 1999; ANAGNOSTOU; JAHN; PERL-TREVES, 2000; FUKINO et al., 2004; FAZZA et al., 2013; RICARTE, 2016). No entanto, alguns trabalhos relatam a ocorrência de herança monogênica e recessiva. Verificando a herança da resistência presente em PI 414723 à raça 1 de *Px*, McCreight (1984) observou pela primeira vez o modelo de herança monogênica recessiva. No acesso PI 313970, a herança da resistência à raça 1 também é condicionada por um gene recessivo (McCREIGHT et al., 1987). PI 313970 possui resistência às raças 1, 2 (US) e S, condicionada por um gene recessivo (McCREIGHT, 2003; McCREIGHT; COFFEY, 2011). No Brasil, Loureiro (2019) também relata a ocorrência de uma herança simples, controlada por um gene recessivo em PI 313970 para resistência à raça 5 de *Px*.

Importa verificar se os genes que conferem resistência às raças 3.5 e 'Br06' estão no mesmo cromossomo ou são independentes. Admitindo-se que os dois genes apresentem distribuição independente, a proporção esperada quando se considera a reação às duas raças ao mesmo tempo é de 9:3:3:1 (RAMALHO, 2012). É necessário, portanto, verificar se os valores observados se ajustam a essas proporções esperadas. Nota-se na tabela 13 que, aparentemente, a proporção fenotípica observada na geração F<sub>2</sub> não é explicada pela lei da distribuição independente. Para comprovação, as comparações das frequências observadas (FO) e esperadas (FE) foram usadas no teste do  $\chi^2$ , o qual foi significativo ( $\chi^2 = 59,17$ ;  $p < 0,05$ ), rejeitando-se a hipótese de distribuição independente (Tabela 13). Considerando que os resultados excluem a ocorrência de distribuição independente, pode-se deduzir que o gene que confere resistência à raça 3.5 e aquele que confere resistência à raça 'Br06' estão no mesmo cromossomo e, portanto, estão ligados.

Tabela 13. Teste de Qui-quadrado envolvendo simultaneamente as frequências de plantas resistentes e suscetíveis da geração F<sub>2</sub> inoculadas com as raças 3.5 e 'Br06' de *P. xanthii*, admitindo a ocorrência de distribuição independente. Mossoró, UFERSA, 2019.

Fenótipos		Frequência	
Reação à raça 3.5	Reação à raça 'Br06'	FO	FE
Susceptível	Susceptível	83	67,5
Resistente	Susceptível	12	22,5
Susceptível	Resistente	2	22,5
Resistente	Resistente	23	7,5
Total		120	120
$(\chi^2)$		59,17* (p < 0,05)	

Em virtude da permuta entre os genes, houve formação de recombinantes (Tabela 13). A estimativa da frequência de recombinação pode ser obtida a partir da segregação observada na geração F<sub>2</sub>. A partir da frequência de recombinação, é possível determinar a distância entre os genes, pois 1 por cento de recombinação é igual, em média, a um centimorgan (cM), que representa a distância de um gene para o outro (RAMALHO et al., 2012). Assim, a distância entre os genes que condicionam resistência a raça 3.5 e 'Br06' é de 9cM. Fazza et al. (2013), estudando a herança da resistência do acesso PI 414723 às raças 1, 3 e 5 de *Px*, constataram ligação completa entre os genes que conferem resistência às raças 1 e 5, e que a distância entre os genes é de 3,1 cM. Ricarte (2016) relata que os genes de resistência às raças 1 e 5, presentes no acesso AC-02, estão ligados, estando a uma distância de 28,5 cM. Quanto menor for a distância entre os genes, mais forte será a ligação entre eles, o que facilitará a obtenção de materiais resistentes a mais de uma raça em menos tempo.

O AM-55 é um acesso de origem indiana, que pertence ao grupo *acidulus*, o qual apresenta frutos sem abscisão, sem rachaduras e sem aroma, com exocarpo de coloração verde, mesocarpo branco brilhante e expressão sexual andromonóica. Seus frutos são considerados de baixa qualidade, pois são pequenos, possuem reduzida espessura de polpa (2,9cm) e baixo teor de sólidos solúveis, em torno de 4,2°Brix (NUNES, 2014). Apesar do acesso não possuir frutos de qualidade, AM-55 é uma promissora fonte de resistência para ser utilizada em programas de melhoramento visando à resistência às raças 3.5 e 'Br06' de *Px*. Além disso, o acesso possui resistência a *L. sativae* (COSTA, 2017), constituindo uma fonte de resistência para os dois principais problemas foliares do meloeiro.

Programas de retrocruzamentos com germoplasma indiano têm sido efetivos para a geração de novas cultivares resistentes a diferentes raças de *Px* (DHILLON et al., 2012). A

introgressão dos genes de resistência em *backgrounds* de materiais com boas características agronômicas poderá ser feita pelo método de retrocruzamento.

#### 4. CONCLUSÕES

- Os acessos AC-02, AC-32 e AC-59 são resistentes a *P. xanthii*;
- A herança da resistência do AM-55 para as raças 3.5 e 'Br06' de *P. xanthii* é controlada por um gene recessivo;
- A distância entre o gene que controla a resistência à raça 3.5 e o gene que confere resistência à raça 'Br06' é de 9 cM.



## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, L. B.; ANTONIO, R. P.; NUNES, G. H. S.; MEDEIROS, R. V.; SILVA FILHO, A. J. R. Caracterização morfológica de fontes de resistência de meloeiro a *Pseudoperonospora cubensis*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, p. 100-107, 2015.
- AMBRÓSIO, M. M. Q.; DANTAS, A. C. A.; MARTÍNEZ-PEREZ, E. M.; MEDEIROS, A. C.; NUNES, G. H. S.; PICÓ, M. B. Screening a variable germplasm collection of *Cucumis melo* L. for seedling resistance to *Macrophomina phaseolina*. **Euphytica**, v. 203, p. 1-12, 2015.
- ANAGNOSTOU, K.; JAHN, M.; PERL-TREVES, R. Inheritance and linkage analysis of resistance to zucchini yellow mosaic virus, watermelon mosaic virus, papaya ringspot virus and powdery mildew in melon. **Euphytica**, v. 116, n. 3, p. 265-270, 2000.
- BARDIN, M.; DOGIMONT, C.; NICOT, P.; PITRAT, M. Genetic analysis of resistance of melon line PI 124112 to *Sphaerotheca fuliginea* and *Erysiphe cichoracearum* studied in recombinant inbred lines. **Acta Horticulture**, v. 492, p. 163-168, 1999.
- BROWN, J. K. M. Durable resistance of crops to disease: a Darwinian perspective. **Annual Review of Phytopathology**, v. 53, p. 513-539, 2015.
- CARMO FILHO, F.; OLIVEIRA, O. F. **Mossoró**: um município do semi-árido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico. Mossoró: ESAM (Coleção Mossoroense, Série B) 62p. 1995.
- COSTA, J. M. **Novas fontes de resistência em meloeiro a *Liriomyza sativae*, *Acidovorax avenae* *Alternaria* spp.** 2017. 80f. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2017.
- DANTAS, D. A. **Reação de acessos de meloeiro a *Myrothecium roridum*.** 2011. 65f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2011.
- DANTAS, A. C. A. **Análise de QTLs e herança de caracteres associados à qualidade de melão.** 2015. 93f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2015.
- DHILLON, N. P. S.; SINGH, J.; FERGANY, M.; MONFORTE, A. J.; SUREJA, A. K. Phenotypic and molecular diversity among landraces of snapmelon (*Cucumis melo* var. *momordica*) adapted to the hot and humid tropics of eastern India. **Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization**, v. 7, p. 291-300, 2009.
- DHILLON, N. P. S.; MONFORTE, A. J.; PITRAT, M. Melon landraces of India: contributions and importance. **Plant Breeding Reviews**, v. 35, p. 85-150, 2012.
- FAZZA, A. C. **Caracterização e ocorrência de agentes causais de oídio em cucurbitáceas no Brasil e reação de germoplasma de meloeiro.** 2006. 60f. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2006.

FAZZA, A. C.; DALLAGNOL, L. J.; FAZZA, A. C.; MONTEIRO, C. C.; LIMA, B. M.; WASSANO, D. T.; CAMARGO, L. E. A. Mapping of resistance genes to races 1, 3 and 5 of *Podosphaera xanthii* in melon PI 414723. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 13, n. 4, p. 349-355, 2013.

FLORIS, E.; ALVAREZ, J. M. Genetic analysis of resistance of three melon lines to *Sphaerotheca fuliginea*. **Euphytica**, v. 81, p. 181-186, 1995.

FUKINO, N.; KUNIHISA, M.; MATSUMOTO, S. Characterization of recombinant inbred lines derived from crosses in melon (*Cucumis melo* L.), PMAR 5 x 'Harukei No. 3'. **Breeding Science**, v. 54, p. 141-145, 2004.

GUIMARÃES, I. M. **Reação de germoplasma de melão a *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae* e herança da resistência do acesso AC-33 a *Monosporascus cannonballus***. 2016. 71f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2016.

KENIGSBUCH, D.; COHEN, Y. Inheritance and allelism of genes for resistance to races 1 and 2 of *Sphaerotheca fuliginea* in Muskmelon. **Plant Disease**, v. 76, p. 626-629, 1992

LOUREIRO, F. L. C. **Herança da resistência dos acessos PI 313970 e PI 414723 a raças de *Podosphaera xanthii* em meloeiro**. 2019. 44f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2019.

McCREIGHT, J. D. Evidence of a recessive powdery mildew resistance gene in muskmelon PI 414723. **Cucurbit Genetics Cooperative Report**, Raleigh, v. 7, p. 45, 1984.

McCREIGHT, J. D.; PITRAT, M.; THOMAS, C. E.; KISHABA, A. N.; BOHN, G. W. Powdery mildew resistance genes in muskmelon. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 112, p. 156-160, 1987.

McCREIGHT, J. D. Genes for resistance to *powdery mildew* races 1 and 2U.S. in melon PI 313970. **HortScience**, v. 38, n. 4, p. 591-594, 2003.

McCREIGHT, J. D.; COFFEY, M. D. Inheritance of Resistance in Melon PI 313970 to Cucurbit Powdery Mildew Incited by *Podosphaera xanthii* Race S. **HortScience**, v. 46, n. 6, p. 838–840, 2011.

McCREIGHT, J. D.; COFFEY, M. D.; SEDLAKOVA, B.; LEBEDA, A. Cucurbit powdery mildew of melon incited by *Podosphaera xanthii*: global and western US perspectives. In: **Eucarpia meeting on genetics and breeding of cucurbitaceae**, 10. 2012, Antalya. Proceedings... Antalya: University of Cukurova, p. 181-189, 2012.

NARUZAWA, E. S.; VALE, R. K. D.; SILVA, C. M.; CAMARGO, L. E. A. Estudo da diversidade genética de *Podosphaera xanthii* através de marcadores AFLP e sequências ITS. **Summa Phytopathology**, v. 37, n. 2, p. 1-8, 2011.

NUNES, G. H. S.; MEDEIROS, A. C.; ARAUJO, E. L.; NOGUEIRA, C. H. F.; SOMBRA, K. D. S. Resistance of melon accessions to leafminer *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 3, p. 746–754, 2013.

NUNES, E. W. L. P. **Reação de germoplasma, herança e identificação de marcadores SNP associados à resistência a *Podosphaera xanthii* em meloeiro**. 2014. 122f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2014.

NUNES, G. H. S.; ARAGUÃO, F. A. S.; NUNES, E. W. P.; COSTA, J. M.; RICARTE, A. O. Melhoramento de melão. In: NICK, C.; BORÉM, A. (org.). **Melhoramento de hortaliças**. Viçosa: Ed. UFV, 2016. p. 331-363.

PEREIRA, R. B.; PINHEIRO, J. B.; CARVALHO, A. D. F. **Identificação e manejo das principais doenças fúngicas do meloeiro**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2012. 8p. (Circular Técnica 112).

PITRAT, M. Linkage groups in *Cucumis melo* L. **Journal of Heredity**, v. 82, n. 5, p. 406-411, 1991.

PITRAT, M.; BESOMBLES, D. Inheritance of *Podosphaera xanthii* resistance in melon line '90625' In: **Cucurbitaceae 2008**, IX th EUCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of Cucurbitaceae (Pitrat M, eds), INRA, Avignon, France, p. 135-142, 2008.

RABELO, H. O. **Reação de genótipos de meloeiro ao oídio das cucurbitáceas, métodos para identificação de raças e progresso de doença**. 2017. 76f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, 2017.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P.; SOUZA, E. A.; GONÇALVES, F. M. A.; SOUZA, J. C. **Genética na agropecuária**. 5 ed. Lavras: Editora UFLA, 2012.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2017. Disponível em: <<https://R-project.org/>>. Acesso em: 1º mai. 2018.

RICARTE, A. O. **Herança da resistência do acesso AC-02 às raças 1 e 5 de *Podosphaera xanthii* em meloeiro**. 2016. 44f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2016.

SALES Jr, R.; NUNES, G. H. S.; SILVA, K. J. P.; COSTA, G. G.; GUIMARÃES, I. M.; MICHEREFF, S. J. Caracterização morfológica de fontes de resistência de meloeiro a *Rhizoctonia solani*. **Horticultura Brasileira**, v. 33, p. 196-202, 2015.

SEDLÁKOVÁ, B.; LEBEDA, A.; GRYCZOVÁ, K.; KŘÍSTKOVÁ, E. Virulence structure (pathotypes, races) of cucurbit *powdery mildew* populations in the Czech Republic in the years 2010-2012. In **Cucurbitaceae 2014 Proceedings**. Alexandria: ASHS Press, 2014. p. 28-31

TOMAZ, F. L. S. **Herança da resistência do acesso AC-09 de meloeiro a *Podosphaera xanthii***. 2017. 34f. Monografia (Graduação em Agronomia). Mossoró: Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2017.

YUSTE-LISBONA, F. J.; LÓPEZ-SESÉ, A. L.; GÓMEZ-GUILLAMÓN, M. L. Inheritance of resistance to races 1, 2 and 5 of powdery mildew in the melon TGR 1551. **Plant Breeding**, v. 129, n. 1, p. 72-75, 2010.