

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**FIXAÇÃO DE FRUTOS NO MELOEIRO: VIABILIDADE
POLÍNICA, RECEPTIVIDADE ESTIGMÁTICA E
PROTOCOLOS DE POLINIZAÇÃO**

Aline de Oliveira

Engenheira Agrônoma

2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**FIXAÇÃO DE FRUTOS NO MELOEIRO: VIABILIDADE
POLÍNICA, RECEPTIVIDADE ESTIGMÁTICA E
PROTOCOLOS DE POLINIZAÇÃO**

Discente: Aline de Oliveira

Orientadora: Dra. Leila Trevisan Braz

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas).

2019

O48f Oliveira, Aline de
 Fixação de frutos no meloeiro : Viabilidade
 polínica, receptividade estigmática e protocolos de
 polinização. / Aline de Oliveira. -- Jaboticabal, 2019
 49 f. : tabs.

 Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual
 Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e
 Veterinárias, Jaboticabal
 Orientadora: Leila Trevisan Braz

 1. Polinização. 2. Melão. 3. Pólen. 4. Estigma. 5.
 Fixação de fruto. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp.
Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias,
Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

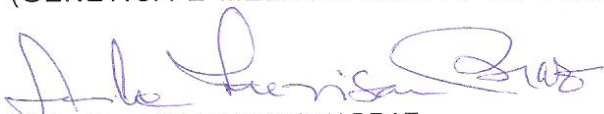
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: FIXAÇÃO DE FRUTOS NO MELOEIRO: VIABILIDADE POLÍNICA, RECEPTIVIDADE ESTIGMÁTICA E PROTOCOLOS DE POLINIZAÇÃO

AUTORA: ALINE DE OLIVEIRA

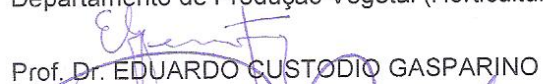
ORIENTADORA: LEILA TREVISAN BRAZ

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA (GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS), pela Comissão Examinadora:



Profa. Dra. LEILA TREVISAN BRAZ

Departamento de Produção Vegetal (Horticultura) / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Prof. Dr. EDUARDO CUSTODIO GASPARINO

Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Prof. Dr. PABLO FORLAN VARGAS

Departamento de Agronomia / UNESP - Câmpus de Registro/SP

Jaboticabal, 12 de novembro de 2019

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

ALINE DE OLIVEIRA – natural da cidade de Dourados – Mato Grosso do Sul, nascida em 14 de dezembro de 1994. Filha de Arlete de Oliveira Dias Yogui e Adilson Luiz de Oliveira. Graduada em Agronomia pela Universidade Federal da Grande Dourados em junho de 2017. Durante a graduação, foi estagiária no Grupo de Melhoramento e Biotecnologia Vegetal (GMBV), voluntária do Programa de Iniciação Científica Voluntária (PIVIC), monitora das disciplinas Genética na Agropecuária e Introdução a Metodologia Científica, ambos sob orientação da Professora Doutora Livia Maria Chamma Davide. Fez parte da comissão de fundação da Terra Fértil EJ, empresa júnior do curso de Agronomia da mesma instituição, onde foi diretora de marketing de 2013 a 2015. Em agosto de 2017, a autora ingressou no curso de Mestrado em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas), na Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Câmpus de Jaboticabal (UNESP – FCAV), como bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Fez parte do Núcleo de Estudos em Olericultura e Melhoramento (NEOM), liderado pela Professora Doutora Leila Trevisan Braz, a qual foi sua orientadora durante os 26 meses no projeto de dissertação intitulado “Fixação de frutos no meloeiro: Viabilidade polínica, receptividade estigmática e protocolos de polinização”.

“A felicidade pode ser encontrada mesmo nas horas mais difíceis, se você lembrar de acender a luz.”

Alvo P. W. B. Dumbledore

À minha avó Maria, *in memoriam*,
meu maior exemplo de pessoa e mulher,
aos meus pais amados, Arlete e Adilson,
e meu companheiro e melhor amigo, Vitor.

Essa conquista não seria possível sem
o apoio, amor, e compreensão de vocês.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Supremo Criador, por esta e todas as existências, pela dádiva de aprender e crescer a cada dia por meio de todas as circunstâncias que me cerca, e assim, evoluir. Obrigada, Senhor, por me mostrar que absolutamente tudo é aprendido e que todos os momentos aconteceram exatamente da maneira como deveriam para que fosse possível eu chegar até aqui.

Aos meus pais, Arlete e Adilson, que sempre deram além de si próprios para me tornar capaz de decidir pelo caminho correto. Obrigada por me ensinarem os valores que carrego e o poder do amor incondicional. Obrigada por serem meu porto seguro sempre que o mundo se fez tempestade.

À minha avó, *in memoriam*, pelo exemplo de caráter, persistência e coragem. Por me mostrar que sempre temos o que aprender, e que nosso conhecimento é a única coisa que levamos sempre conosco. Que mesmo que quando nos sentimos sozinhos, a fé nos sustenta, e Deus nunca nos dá uma cruz maior que aquela que podemos carregar.

Ao meu namorado Vitor, por me apoiar todos os dias e acreditar em mim quando eu mesma já não acreditava. Por cuidar e estar do meu lado mesmo sem eu pedir, e por não me deixar desistir.

Aos meus familiares, em especial as minhas tias Francisca, Izabel e Maria Aparecida, que, mesmo de longe, sempre torceram por mim e se preocuparam com meu bem-estar.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas) pela oportunidade de realizar o curso de mestrado.

À Professora Dra. Leila Trevisan Braz, minha orientadora nesta jornada, pelo exemplo não só profissional, mas também pessoal. Pelo amparo e apoio durante o curso, pelas palavras de sabedoria e valores que levarei comigo.

Ao Professor Dr. José Carlos Barbosa pela pronta disponibilidade, paciência e conhecimentos passados.

À Rosane, secretária do Departamento de Produção Vegetal, pela constante cordialidade, competência e ajuda fornecida.

Aos colegas do Núcleo de Estudos em Olericultura e Melhoramento (NEOM), Bruna, Carolina, Carlos, Edgard, Larissa, Lucas, Marcos, Renan e Renato, com destaque à Edicleide que sempre esteve disposta e pronta a ajudar em tudo que fosse necessário.

Aos funcionários do Setor de Olericultura e Plantas Aromático-Medicinais, Reinaldo e Cláudio por toda a ajuda na realização dos experimentos. Em especial, ao Inauro, que mesmo com todas as suas atividades e desafios diários, não mediu esforços e esteve presente para tudo que fosse necessário.

Aos meus amigos de Dourados, Dândrea, Márcia, Silas e Ricardo pelo companheirismo, apoio, compreensão e risadas que tornaram os momentos difíceis mais leves, e me deram força para seguir em frente.

Ao meu cachorro, Paçoca, minha primeira família em Jaboticabal, por entender minhas ausências e sempre me esperar em casa com festa. Por me mostrar o amor incondicional, por tentar me alegrar nos dias mais difíceis e sempre estar comigo, independentemente da situação.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização e sucesso deste projeto.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

SUMÁRIO

Página

RESUMO.....	ii
ABSTRACT.....	iii
CAPÍTULO 1 – Considerações gerais.....	1
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 A cultura do meloeiro	3
2.2 Características botânicas e reprodutivas	4
2.3 Viabilidade polínica	6
3 REFERÊNCIAS.....	8
CAPÍTULO 2 - Viabilidade polínica e receptividade estigmática em flores de meloeiro	11
RESUMO.....	11
1 INTRODUÇÃO	12
2 MATERIAL E MÉTODOS	13
2.1 Condução das plantas matrizes	13
2.2 Viabilidade polínica <i>in vitro</i>	14
2.3 Receptividade estigmática	16
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4 CONCLUSÕES	20
5 REFERÊNCIAS.....	21
CAPÍTULO 3 – Fixação de frutos de melão obtidos por diferentes protocolos de polinização.....	23
RESUMO.....	23
1 INTRODUÇÃO	24
2 MATERIAL E MÉTODOS	25
2.1 Descrição da área experimental.....	25
2.3 Condução do experimento	27
2.4 Avaliações.....	28
2.5 Análise estatística	29
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4 CONCLUSÕES	35
5 REFERÊNCIAS.....	35

FIXAÇÃO DE FRUTOS NO MELOEIRO: VIABILIDADE POLÍNICA, RECEPTIVIDADE ESTIGMÁTICA E PROTOCOLOS DE POLINIZAÇÃO

RESUMO – Polinizações manuais na cultura do meloeiro apresentam taxa de sucesso de cerca de 40%, entretanto, pouco se relata na literatura sobre os aspectos que afetam esta taxa, tornando-a baixa, e como incrementa-la. Este trabalho teve por objetivo estudar a biologia reprodutiva do meloeiro, e estratégias para aumentar a taxa de pegamento de frutos na cultura. Para tal, foram estudados a viabilidade polínica e receptividade estigmática em genótipos de meloeiro ao longo do dia da antese, e, o impacto de diferentes protocolos de polinização na fixação de frutos. Desta forma, foram desenvolvidos três experimentos, um de viabilidade polínica *in vitro*, e um de receptividade estigmática, estes envolvendo três genótipos de melão rendilhado e cinco horários de coleta de flores, visando entender o comportamento floral do meloeiro ao longo do dia. E um terceiro trabalho, onde foi estudado a fixação de frutos, massa total e massa de mil sementes dos frutos formados sob diferentes protocolos de polinização, para tal empregou-se autopolinizações e hibridações, em dois horários e soluções diretamente nos estigmas da flor hermafrodita, com o objetivo de beneficiar a germinação e estrutura dos tubos polínicos, propiciando fecundações mais eficientes. Após as avaliações, os dados foram submetidos a análise estatística e comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância. Foi possível concluir que a viabilidade polínica do meloeiro é afetada pelo genótipo, e os genótipos, JAB 11, JAB 20 e Fantasy, utilizados neste trabalho apresentam pico de viabilidade às 09h. Os estigmas se mantêm receptivos ao longo do dia da antese, permitindo que sejam feitas polinizações ao longo do dia, caso haja pólen viável. Nas flores hermafroditas de JAB 20, a aplicação de sacarose 15% nos estigmas de meloeiro permite polinizações satisfatórias no fim da tarde, e esta mesma solução aumenta a massa dos frutos produzidos.

Palavras-chave: *Cucumis melo*; Pólen; Estigma; Viabilidade máxima.

FRUIT SET IN MELON: POLLEN VIABILITY, STIGMATIC RECEPTIVITY AND POLLINATION PROTOCOLS

ABSTRACT - Manual pollination in melon crop has a success rate of about 40%, however, little is reported in the literature about the aspects that affect this rate, making it low, and how to increase it. This work aimed to study the reproductive biology of melon, and strategies to increase the fruit set rate in the crop. To this end, we studied the pollen viability and stigmatic receptivity in melon genotypes throughout the day of anthesis, and the impact of different pollination protocols on fruit fixation. Thus, three experiments were carried out, one with in vitro pollen viability and one with stigmatic receptivity, involving three tracers melon genotypes and five flower collection schedules, aiming to understand the floral behavior of melon throughout the day. And a third work, where the fruit fixation, total mass and mass of one thousand seeds of the fruits formed under different pollination protocols was studied. In order to benefit the germination and structure of pollen tubes, providing more efficient fertilization. After the evaluations, the data were submitted to statistical analysis and compared by Tukey test at 5% of significance. It was concluded that the pollen viability of melon is affected by genotype, and the genotypes, JAB 11, JAB 20 and Fantasy, used in this work present viability peak at 09am. Stigmas remain receptive throughout the day of anthesis, allowing pollinations to be made throughout the day if pollen is viable. In JAB 20 hermaphrodite flowers, the application of 15% sucrose on melon stigmas allows satisfactory pollinations in the late afternoon, and this same solution increases the fruit mass produced.

Keywords: *Cucumis melo*; Pollen; Stigma; Maximum viability.

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

1 INTRODUÇÃO

Lavouras de melão se destacam no mercado brasileiro por meio de exportações, tendo recebido o título de hortaliça-fruta mais exportada pelo Brasil no ano de 2016, alcançando a marca de 233,7 mil t enviadas ao exterior (IBGE, 2018). O melão ainda carrega consigo impactos sociais positivos, visto que a produção se concentra no nordeste brasileiro, gerando receita e vagas de emprego em regiões classicamente carentes (FAO, 2018). Desta forma, a missão do melhoramento do meloeiro está em constante evolução, pois, cada vez mais, genótipos superiores serão exigidos, oferecendo tecnologia condizente ao mercado promissor da hortaliça.

Embora diversas tecnologias tenham sido desenvolvidas nos últimos anos, é notório que o melhoramento genético de plantas ainda se dá por metodologias clássicas baseadas em polinizações direcionadas (Borém et al., 2017). Logo, o sucesso destes processos é primordial para o seguimento do programa de melhoramento e demanda tempo e grande volume de mão de obra para sua realização. Para o melão, relata-se que o pegamento de frutos obtidos por polinização manual é na ordem de 40% (Mann, 1954), ou seja, é exigido do melhorista da cultura muito empenho para alcançar os resultados almejados, gerando desperdício de tempo e capital humano.

Botanicamente, o meloeiro pode apresentar quatro tipos de expressão sexual, em geral, as variedades americanas são andromonóicas. As flores masculinas são axilares e agrupadas numa inflorescência tipo cacho. As hermafroditas são solitárias, as quais são utilizadas como flores femininas, e não apresentam autofecundação natural (Kill et al., 2016). Em situação de campo, a polinização da cultura é entomófila, em geral, por abelhas melíferas.

A polinização por abelhas frequentemente é mais eficiente na produção de frutos do que polinização manual (Kill et al., 2011). Mann (1954) comparou a eficiência da polinização manual e da entomófila e identificou que, em média, o pegamento de cruzamentos manuais em meloeiro têm 39% de sucesso, e que os frutos obtidos eram mais leves, com cerca 180 sementes a menos que àqueles obtidos naturalmente. Em

programas de melhoramento onde se trabalha com diversos genótipos em uma única área se torna inviável o emprego de insetos polinizadores, uma vez que não há controle dos cruzamentos realizados por estes (Klatt et al., 2013). Assim, é imprescindível o incremento da taxa de sucesso nas polinizações artificiais.

Diversos são os fatores que influenciam a fixação de um fruto, entre eles, o próprio potencial do genótipo, altura de inserção das flores, e viabilidade dos grãos de pólen, fator este, grandemente influenciado pelo horário. A viabilidade polínica pode ser avaliada em experimentos de germinação *in vitro*, indicando o máximo potencial germinativo das amostras. Entretanto, frequentemente a viabilidade *in vitro* não é a mesma observada *in vivo*, visto que o ambiente controlado do laboratório é o ideal para a germinação e já não é possível o mesmo controle em ambientes abertos (Bueno e Cavalcante, 2002).

Uma vez que a fertilização depende essencialmente da germinação do grão de pólen, para que seja emitido o tubo polínico e este leve os gametas masculinos até a oosfera (Silva et al., 2016), levanta-se a hipótese de que o emprego de substâncias que favoreçam a germinação dos grãos de pólen quando em contato com o estigma, refletirá diretamente no sucesso da polinização.

O pólen das angiospermas precisa de uma fonte de carbono, boro e nutrientes auxiliares. Em geral, na germinação dos grãos de pólen, emprega-se a sacarose, ácido bórico e, em espécies como o meloeiro, o nitrato de cálcio. O emprego desses nutrientes fornece energia, estimula o crescimento e reduz a probabilidade dos tubos polínicos se romperem, conferindo maior rigidez a eles, e simultaneamente os torna menos suscetíveis às condições ambientais (Galleta, 1983). Assim, o presente trabalho avaliou a fixação de frutos de meloeiro por meio da viabilidade polínica, receptividade estigmática e protocolos de polinização, onde foram testados soluções aplicadas diretamente na flor feminina e horários de polinização, sob hibridação ou autopolinização.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do meloeiro

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) pertence à família Cucurbitaceae, representada também pelas abóboras, pepinos, melancias, dentre outros (Pitrat et al., 2000). A espécie *C. melo* é considerada a mais variável do gênero *Cucumis* (Bates e Robinson, 1995).

O centro de origem da espécie causa divergência entre especialistas da área, visto que há relatos de cultivo do meloeiro no Egito e Irã no segundo e terceiro milênio a.C., respectivamente (Robinson e Deckerwalters, 1997). Já outros registros, também datados antes de Cristo, revelam o cultivo no continente asiático, especificamente na China e Japão (Walters, 1989).

Diante da polimorfia da espécie, é possível encontrar plantas de grande variabilidade morfológica, principalmente em frutos. São classificadas mais de 66 variedades de *C. melo*, divididas em duas subespécies. São atribuídos à subespécie *agretis*, as variedades *acidulus*, *conomon*, *momordica*, *makuwa*, *chinensis*. E à subespécie *melo*, *chate*, *flexuosus*, *tibish*, *adana*, *ameri*, *cantalupensis*, *chandalak*, *reticulatus*, *inodorus* e *dudaim* (Brickell et al., 2004). Entretanto, tal classificação não se aplica a frutos comerciais, uma vez que estes foram submetidos à programas de melhoramento genético (Burger et al., 2010).

No Brasil, as variedades com maior comércio são: *inodorus* (Amarelo, Pele de Sapo e Honeydew); *cantalupensis* (Charentais) e *reticulatus* (Cantaloupe e Gália). Tem crescido a demanda pelo tipo Cantaloupe, grupo dos aromáticos, de polpa salmão, com bom sabor e maior teor de açúcar (°Brix). Os melões do tipo “amarelo”, “cantalupe”, “pele de sapo”, “gália” e “charentais” têm grande comercialização no mercado externo, especialmente o europeu (Costa et al., 2000).

O melão produzido no Brasil tem como destino principal as exportações para a Europa, em especial durante a entressafra da Espanha, que é o maior fornecedor mundial. Em 2018 relatou-se, que os envios totalizaram 89,7 mil toneladas entre agosto e novembro de 2018, quantidade 27% inferior à do mesmo período da safra anterior, fato atribuído ao atraso da colheita espanhola, gerando maior concorrência nas vendas e queda na receita gerada (Mendes e Barbieri, 2019).

Os melonicultores brasileiros estão concentrados na região nordeste, fato atribuído às vantagens climáticas e logísticas, para o melão conduzido em regiões semiáridas, plantas que são menos expostas às chuvas apresentam menor incidência de patógenos e maior qualidade de frutos, pois a temperatura é um dos fatores mais importantes para a cultura do melão, interferindo diretamente no teor de açúcar (°Brix), sabor, aroma e consistência do fruto, essenciais à comercialização e, principalmente, à exportação (Bonetti et al., 2011).

De forma geral, a temperatura ideal para o cultivo de melão varia de 20°C a 30°C (Bonetti et al., 2011). Outro fator importante é a umidade relativa do ar, com faixa ótima para o cultivo entre 65% a 75%. Tais condições climáticas podem ser alcançadas, também, sob cultivo protegido, possibilitando o cultivo do meloeiro em outras regiões brasileiras, como ocorre no interior do estado de São Paulo (Brandão-Filho e Vasconcelos, 1998).

2.2 Características botânicas e reprodutivas

Indivíduos pertencentes a *Cucumis melo* L. são diploides ($2n=2x = 24$ cromossomos) e compreendidos em duas subespécies de acordo com a pilosidade do ovário: *C. melo* ssp *melo*, com ovário piloso, e *C. melo* ssp *agrestis*. As plantas são anuais, herbáceas, de caule prostrado, com um número de hastes ou ramificações variável e que podem atingir até três metros, dependendo da cultivar. As folhas são alternadas simples, palmada, pentabuladas, angulosas quando jovem e subcudiformes quando completamente desenvolvidas. Possui gavinhas como órgãos de sustentação da planta, nas axilas das folhas. O sistema radicular é ramificado, vigoroso e pouco profundo, cujo maior volume se concentra nos primeiros 20 a 30 cm de solo (Fontes e Puiatti, 2005).

São observados quatro tipos de expressão sexual na cultura: andromonóica, ginomonóica, monóica e hermafrodita. Em geral, as cultivares americanas são andromonóicas, enquanto as europeias são monóicas. As flores masculinas são axilares e agrupadas numa inflorescência tipo cacho, e as hermafroditas são solitárias. A flor masculina consiste em uma corola, um simples verticilo de cinco estames, dois pares dos quais estão unidos com as anteras quase obstruindo o pequeno tubo da

corola. Na base da corola, um estilete rudimentar é cercado pelos nectários. A flor hermafrodita tem anteras menores e um grande estigma com três lobos, na base dos quais existe o nectário. A corola da flor hermafrodita é terminada com um ovário alongado (Menezes et al., 2000).

As flores do melão se abrem após o aparecimento do sol, e esse período é dependente da luz solar, temperatura e umidade. Quando a temperatura é baixa, a umidade é alta, ou o dia está nublado, a abertura é retardada. No Brasil, a abertura das flores ocorre, normalmente, entre 07h e 08h e se fecham permanentemente ao final do mesmo dia (Pedrosa, 1997).

O meloeiro requer temperaturas de 20°C à 30°C, e umidade relativa entre 65% e 75% para o seu desenvolvimento, pois do contrário tem baixa produção e frutos de qualidade inferior. Exige temperaturas que variam de 28°C a 32°C para a germinação das sementes, e 25°C a 35°C para o desenvolvimento vegetativo. A temperatura também tem papel fundamental no processo de florescimento. Nesse sentido, temperaturas elevadas, acima de 35°C, estimulam a formação de flores masculinas, que também sofrem influência de outros fatores ambientais como: água, luz e nutrientes, principalmente o nitrogênio (Pedrosa, 1997). As temperaturas excessivamente altas (acima de 33°C a 40°C) prejudicam a fecundação, provocando a queda das flores e de frutos novos (Fontes e Puiatti, 2005).

A polinização natural é entomófila e a atividade das abelhas começa logo que há a abertura das flores, e alcança o pico por volta das 11h, cessando às 17h. O isolamento de melões de insetos polinizadores prova que as flores hermafroditas são incapazes de desempenharem a autopolinização. O pólen deve ser transferido da antera para o estigma por insetos, ou manualmente. Caso a polinização não se mostre eficiente, a formação de sementes é prejudicada e melões com menos do que 400 sementes são, geralmente, tão pequenos que são classificados como refugo (Kill et al., 2011).

Existe alta correlação entre o número de sementes e o tamanho do fruto, logo, quanto maior for o número de sementes maior será o tamanho do fruto. Aumentando-se o número de visitas pelas abelhas, conseqüentemente, aumenta-se o número de grãos de pólen depositado, e assim, o número de sementes produzidas também aumenta. Pelo menos um grão de pólen viável deve ser depositado sobre o estigma

e fertilizar um óvulo para que a semente se forme. O período efetivo no qual esse pólen pode ser depositado sobre o estigma não é mais do que algumas horas pela manhã, e se a temperatura é extremamente alta, o período pode ser de somente uns poucos minutos (Bueno e Cavalcante, 2002).

2.3 Viabilidade polínica

Biologicamente, o grão de pólen é descrito como o microgametófito produzido por anteras, ou ainda, como o portador de gametas masculinos, quem contém a metade do número de cromossomos da espécie, capaz de fertilizar a oosfera, dando origem ao zigoto. Por sua vez, anteras são expansões dilatadas do estame, constituídas por duas tecas, cada uma com dois sacos polínicos ou microsporângios, onde são produzidos os grãos de pólen (Kaltchuk-Santos, Badonese-Zanettini, 2002).

Quando maduro, o grão de pólen é envolvido por uma fina camada de celulose, a intina, e ainda, por fora há uma segunda camada denominada exina, formada principalmente de esporopolina. A exina é responsável por conferir grande resistência ao grão de pólen, empregada naturalmente como mecanismo de preservação de espécies vegetais, por meio da proteção dos gametas masculinos. Ao redor do grão de pólen pode-se encontrar regiões delimitadas onde a exina é delgada, ou até mesmo ausente, esta abertura é atribuída à emergência do tubo polínico quando o grão de pólen é germinado (Marcos Filho, 2005).

O grão de pólen do meloeiro é caracterizado como extremamente denso e higroscópico, uma vez depositado no estigma das flores femininas ou hermafroditas germina rapidamente, e alcança o ovário em até 24 horas após germinado (Whitaker e Davis, 1962).

Estudos de viabilidade polínica são de suma importância em programas de melhoramento genético, podendo ser empregados, também, em estudos complementares, como àqueles destinados a compreensão do comportamento floral e formação de embriões. Dados sobre a viabilidade do pólen indicam ao melhorista a capacidade do material em produzir pólen viável e permitem mostrar a existência de diferenças intervarietais ou interespecíficas entre os genótipos empregados no programa de melhoramento. Com esses dados, também é possível obter correlações

com anormalidades meióticas, e fazer inferências sobre os melhores cruzamentos, assim como, indicar as melhores circunstâncias para o sucesso dos cruzamentos, tornando-se ferramenta útil na condução de experimentos nas áreas agrícola e biotecnológica (Techio, 2002).

A viabilidade dos grãos de pólen pode ser alterada com a variação de umidade e temperatura do ambiente. Também varia de acordo com a espécie, a exemplo de algumas gramíneas que podem apresentar viabilidade de minutos ou horas, enquanto grãos de pólen de outras espécies podem permanecer viáveis por vários anos se armazenados adequadamente (Bueno e Cavalcante, 2002). A viabilidade do pólen pode ser determinada através de muitas técnicas, as mais utilizadas são a germinação *in vitro* e a coloração (Oliveira et al., 2001).

A germinação *in vitro* é o método mais utilizado em testes de viabilidade do pólen em programas de melhoramento genético, sendo indicada, também como a mais eficiente, uma vez que a análise por corantes comumente superestima a viabilidade do lote (Marcellán e Camadro, 1996). Existem diferenças entre espécies quanto às condições exigidas para a germinação do pólen, envolvendo, principalmente, os constituintes do meio de cultura, a temperatura e o tempo de incubação. Além disso, a viabilidade do pólen também é influenciada pelo estágio de desenvolvimento da flor, quando da coleta do pólen, e pelas condições de armazenamento (Stanley e Linskens, 1974).

O teste de germinação visa à avaliação do máximo potencial de viabilidade que um lote de pólen pode alcançar nas condições ideais de temperatura, umidade e substrato, num período necessário para essa germinação. O meio básico empregado nestes testes é constituído de sacarose e de ácido bórico, frequentemente acrescidos de outros nutrientes (Miranda e Clement, 1990).

O método, em geral, consiste em germinar uma pequena amostra em um meio de cultura apropriado e observar em microscópio, após um determinado período, a porcentagem de grãos que desenvolveram tubo polínico (Galletta, 1983). Scorza e Sherman (1995) consideram que um bom pólen deve apresentar 50 a 80% de grãos germinados com tubos bem desenvolvidos.

À medida que o pólen envelhece, a porcentagem de germinação e o comprimento dos tubos polínicos decrescem. Ainda que o pólen pareça fraco, a

presença de alguns tubos polínicos vigorosos indica que ele ainda é suficientemente bom para assegurar, pelo menos, uma moderada frutificação efetiva, apesar da baixa porcentagem de germinação.

3 REFERÊNCIAS

Bates DM, Robinson RN (1995) Cucumber, melons and watermelons, *Cucumis* and *Citrullus* (Cucurbitaceae). In: Smartt J & Simmonds NW (Eds.) *Evolution of Crop Plants* p. 89-111.

Bonetti JA, Zanuzo MR, Machado RA, Constantino EJ, Cacho RC, Fernando A (2011) Influência do parcelamento de potássio (K) nas características do melão utilizando sistema tutorado em Sinop-MT. **Revista Uniara** 14:110-117.

Bueno DM, Cavalcante KL (2002) Estudo da viabilidade dos grãos de pólen de flores de melão (*Cucumis melo*). In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17, Belém. **Anais..** CBF: Belém.

Burger Y, Paris HS, Cohen R, Katzir N, Tadmor Y, Lewinsohn E, Schaffer AA (2010) Genetic diversity of *Cucumis melo*. **Horticulture Reviews** 36:165-198.

Brandão-Filho JUT, Vasconcellos MAS (1998) A cultura do meloeiro. In: GOTO R, TIVELLI SW (Eds.). *Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais*. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, p.161-193.

Brickell CD, Baum BR, Hetterscheid WLA, Leslie AC, McNeill J, Trehane P, Vrugtman F, Wiersema JH (2004) International code of nomenclature for cultivated plants. **Acta Horticulturae** 647:9–12, 28–30.

Costa ND, Dias RCS, Faria CMB, Tavares SCCH, Terao D (2000) Cultivo do melão. Petrolina: Embrapa Semi-Árido. (Circular Técnica n. 59), 67 p.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018) FAOSTAT: statistics database. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em 01 de mai de 2019.

Fontes PC, Puiatti M (2005) Cultura do melão. In: FONTES PCR (ed.). **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa: UFV, p.407-428.

Galleta GJ (1983) Pollen and seed management. Janik J, Moore JN (Eds.) **Methods in fruits breeding**. Indiana: Purdue University Press. p. 23-47.

IBGE (2018) Produção Agrícola Municipal. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 1 de maio de 2019.

Kaltchuk-Santos E, Badonese-Zanettini MH (2002) Androgênese: uma rota alternativa no desenvolvimento do pólen. **Ciência Rural** 32:165-173.

Klatt BK, Holzschuh A, Westphal C, Clough Y, Smit I, Pawelzik E, Tschardt T (2014) Bee pollination improves crop quality, shelf life and commercial value. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences** 281:1775.

Kill LHP, Coelho MDS, Siqueira KDM, Costa ND (2011). Avaliação do padrão de visitação de *Apis mellifera* em três cultivares de meloeiro, em Petrolina-PE, Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura* VE:455-460.

Kill LHP, Ribeiro MDF, Siqueira KMM, Silva E (2016) Polinização do meloeiro: biologia reprodutiva e manejo de polinizadores. *Funbio*, 36p.

Mann L (1954) Fruit set in melon breeding: Hand pollination found to be less effective than pollination by honeybees in experiments at Davis. **California Agriculture**, 8:3-3.

Marcellán ON; Camadro EL (1996) The viability of asparagus pollen after storage at low temperatures. **Scientia Horticulturae** 67:101-104.

Marcos Filho J (2005) Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: Fealq, 495p.

Menezes JB, Filgueiras HAC, Alves RE, Maia CE, Andrade GG, Almeida JHS, Viana FMP (2000) Características do melão para exportação. In ALVES RE **Melão: Pós-colheita**. Brasília: MAARA/EMBRAPA/FRUPEX, 2000. 43p.

Mendes AR, Barbieri MG (2019) Melão. Anuário 2018/2019 – Retrospectiva 2018 e Perspectiva 2019. HFBrazil. 2019. Disponível em <<https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/anuario-2018-2019.aspx>>. Acesso em 04 set 2019.

Miranda PA, Clement CR (1990) Germination and storage of pebibaye (*Bactris gasipaes*) palmar pollen. **Revista de Biologia Tropical** 38:29-33.

Oliveira MSP, Maués MM, Kalume MAA (2001) Viabilidade de pólen *in vivo* e *in vitro* em genótipos de açaieiro. **Acta Botânica Brasilica** 15:63-67.

Pedrosa JF (1997) Cultura do melão. Mossoró: ESAM, 50p. (Apostila).

Pitrat M (2008) Melon. In: Prohens J, Nuez F. Handbook of plant breeding, Springer. p. 283-315.

Robinson RW, Decker-Walters DS (1997) Cucurbits Crop Production Science in Horticulture Series, Cucurbits. **Cab International**.

Silva ZL, Ferreira RP, Sousa FF, Santos EM, Queiroga RCF (2016) Biologia floral do meloeiro em função da época de aplicação de bioestimulantes. In: I Congresso Internacional da diversidade do semiárido, **Anais...** 1:1-11.

Scorza R, Sherman WB (1995) Peaches. In: Janik J, Moore JN (Eds.) **Methods in fruit breeding**, p.325-440.

Stanley RG, Linskens HF (1974) Pollen: biology, biochemistry and management. New York: Springer – Verlag, 172p.

Techio VH (2002) **Meiose e análise genômica em *Pennisetum ssp.*** 104p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

Walters TW (1989) Historical overview of domesticated plants in China with special emphasis on the Cucurbitaceae. **Economic Botany** 43:297-313.

Whitaker TW, Davis DW (1962) Cucurbits: botany, cultivation and utilization. New York: Interscience, 250p.

.

CAPÍTULO 2 - Viabilidade polínica e receptividade estigmática em flores de meloeiro

RESUMO – Estudos de viabilidade polínica e receptividade estigmática são essenciais para se conhecer o comportamento reprodutivo e potencial produtivo das cultuas, principalmente no que se refere a programas de melhoramento genético. Embora as taxas de pegamento do meloeiro apresentem taxas de sucesso em torno de 40%, pouco se estuda sobre aspectos de viabilidade polínica e receptividade estigmática dos genótipos ao longo do dia da antese. Esta informação permitiria aos melhoristas planejar melhor os cruzamentos de meloeiro, podendo assim explorar o máximo potencial de fixação de frutos da cultura, elevando a produção de sementes híbridas. Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo estudar a viabilidade polínica e receptividade estigmática em flores de diferentes genótipos de meloeiro, ao longo de diferentes horários de coleta. Para tal, foram realizados dois experimentos, o primeiro referente a viabilidade *in vitro* de grãos de pólen em flores estaminadas de meloeiro, e o segundo, referente a receptividade estigmática em flores hermafroditas. Em ambos foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com tratamentos dispostos em esquema fatorial 3x5 (três genótipos – JAB11, JAB20 e Fantasy –, e cinco horários de coleta das flores – 06h, 09h, 12h, 15h e 18h) e as avaliações se deram em laboratório. As médias foram submetidas a análise estatística por meio do software Genes, com comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados permitem concluir que a viabilidade dos grãos de pólen do meloeiro é afetada pelo genótipo; a proteção de botões florais em pré antese é essencial para evitar contaminação de genótipos; o pico de viabilidade polínica e receptividade estigmática nos genótipos de melão estudados é as 9h.

Palavras-Chave: *Cucumis melo*; polinização; *in vitro*; linhagem; híbrido.

1 INTRODUÇÃO

O melão brasileiro tem sido destinado a mercados cada vez mais exigente, tanto nas exportações, quanto nos frutos destinados aos grandes centros (Rodrigues e Arêdes, 2017). Esta demanda tem sido responsável pela busca na diversificação da oferta, embasando pesquisas e tecnologias para a maior produtividade da cultura, qualidade superior de frutos e atributos de pós colheita (Arruda et al., 2004). Neste sentido, o melhoramento genético convencional tem grande impacto nos avanços da cultura (Rodrigues e Arêdes, 2017).

Define-se o melhoramento genético convencional, em essência, como o cruzamento direcionado de indivíduos com fenótipos de interesse e seleção de descendentes, buscando características herdáveis de interesse econômico. Do ponto de vista biológico, todo esse processo se inicia com o controle da fecundação dos óvulos das plantas, evitando que grãos de pólen indesejáveis sejam postos em contato com o estigma, e dando sequência à polinização manual, depositando o pólen selecionado diretamente no estigma na flor feminina do genótipo alvo (Amabile et al., 2018). Assim, todo o procedimento é dependente do conhecimento da biologia reprodutiva da espécie, tanto do grão de pólen quanto do conjunto estigma-ovário-óvulo.

Um dos gargalos em programas de melhoramento de melão são as taxas de pegamento das polinizações, na ordem de 40% (Mann, 1954). Embora existam bases de fitotecnia e condução da cultura atribuídas ao pegamento de frutos, o sucesso das polinizações comumente está atribuído a viabilidade do pólen empregado na polinização.

O grande polimorfismo observado em *C. melo* também se estende a biologia reprodutiva da espécie, afetando desde a expressão sexual à morfologia dos grãos de pólen e estigma (Bueno e Cavalcante, 2002), e por esta razão, podendo afetar também a viabilidade polínica e receptividade estigmática da espécie. Neste sentido, torna-se interessante conhecer os genótipos quanto aos seus atributos reprodutivos, garantindo a melhor estratégia para o emprego deles em programas de melhoramento.

Avaliações de viabilidade de grãos de pólen e receptividade de estigma não são práticas comuns em programas de melhoramento de melão, portanto, o único

parâmetro avaliado é o pegamento de frutos, quando já é tarde demais e normalmente as flores femininas ideais já senesceram. Uma alternativa para conhecer a viabilidade polínica de forma simples e eficaz é a realização de ensaios de germinação *in vitro*, em que grãos de pólen são colocados para germinar sobre um meio de cultura específico e a germinação avaliada sob microscópio após algumas horas (Oliveira, 2009).

Conhecer o potencial reprodutivo dos genótipos em programas de melhoramento, essencialmente por meio da viabilidade dos grãos de pólen e receptividade estigmática, pode ser um diferencial nos projetos, permitindo estabelecer o momento ideal de polinização, elevando o número de sementes híbridas obtidas, economizando tempo e mão de obra (Oliveira, 2009). Assim, o presente trabalho estudou a viabilidade polínica e receptividade estigmática de três genótipos, duas linhagens importantes para o programa de melhoramento de melão da Unesp – Jaboticabal e a de um híbrido comercial, ao longo do dia da antese, com cinco horários de coleta de flores.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Condução das plantas matrizes

As plantas foram cultivadas no Setor de Olericultura e Plantas Aromático-Medicinais do Departamento de Produção Vegetal, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP - FCAV, cujas coordenadas são: 21°15'22" de latitude sul e 48°18'58" de longitude oeste, estando à altitude de 614 m. O clima da região é tipo Cwa, baseado na classificação internacional de Köppen.

Foram conduzidos três genótipos de melão rendilhado, JAB 20, JAB 11, e Fantasy, sendo duas linhagens e um híbrido comercial, respectivamente. As linhagens foram obtidas pelo Programa de Melhoramento de Melão da Unesp - Jaboticabal. Sabidamente estes materiais apresentam bom desempenho em teor de sólidos solúveis, espessura de polpa, produção total, massa média de frutos, e aparência apreciada pelos consumidores.

A semeadura foi realizada em 1º de fevereiro de 2018, em bandejas de 128 células preenchidas com substrato comercial Bioplant®, e transplantadas para vasos

de nove litros em 16 de fevereiro de 2018, quando todas as mudas já apresentavam a primeira folha definitiva totalmente desenvolvida, e distribuídos em casa de vegetação sob espaçamento de 1,0 x 0,5m. Os vasos foram preenchidos com mistura de terra, areia e esterco na proporção de 2:1:1.

As plantas receberam, por meio de gotejamento, a solução nutritiva proposta por Castellane e Araújo (1994), de acordo com a necessidade dos estádios da planta. Cada planta foi conduzida em haste única, tutorada por fitilhos plásticos presos a arames localizados rentes ao vaso e a 2 m de altura. Desbrotas e amarrios das plantas foram realizados sempre que necessário.

No momento do florescimento pleno das plantas, se deu a etapa de avaliação da viabilidade *in vitro* de grãos de pólen e receptividade estigmática, especificamente nos dias 12 e 13 de março de 2018. As médias diárias de temperatura e umidade relativa presente dentro da casa de vegetação desde o transplante até coleta das flores estão dispostas na Figura 1.

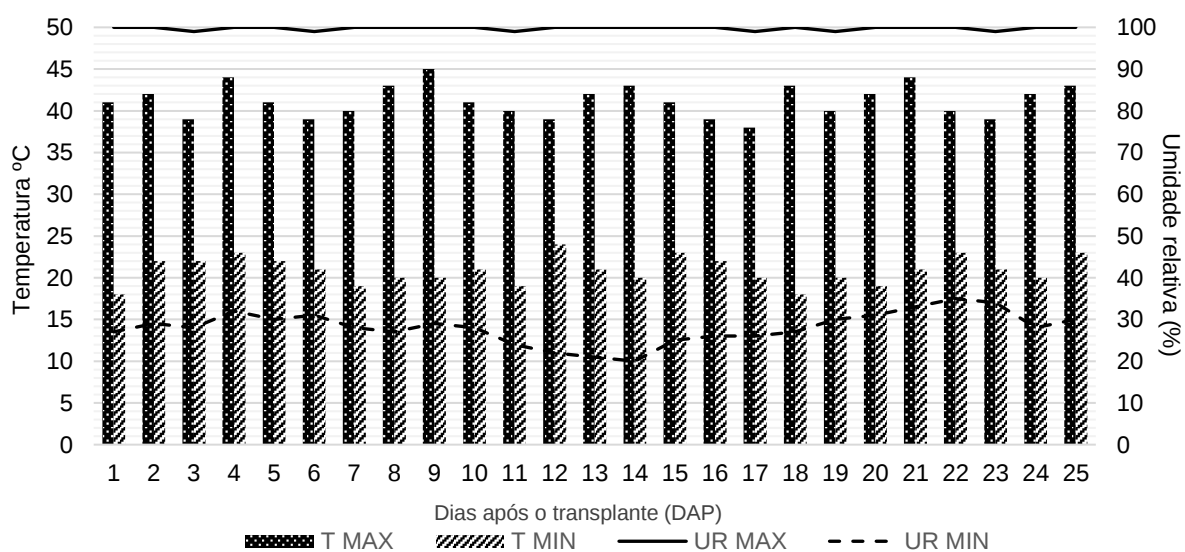


Figura 1. Médias das temperaturas e umidades relativas do ar máxima e mínima no interior da casa de vegetação

2.2 Viabilidade polínica *in vitro*

O meio de cultura empregado para a germinação dos grãos de pólen foi preparado no dia anterior à coleta. Utilizou-se meio semi-sólido constituído por 15% de sacarose, 1% de ágar, 800 mg L⁻¹ de nitrato de cálcio (Ca(NO₃)₂ 4H₂O), e 200 mg

L⁻¹ de ácido bórico (H₃BO₃) (Oliveira, 2009). O meio foi vertido em placas de Petri, 10 ml por placa, e mantido em temperatura ambiente até o completo resfriamento.

O experimento se deu totalmente em placas de Petri, obedecendo o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições. Os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial 3x5, com três genótipos - JAB 20, JAB 11, e Fantasy - e cinco horários de coleta de flores – 6h, 9h, 12h, 15h e 18h.

Foram coletadas 3 flores masculinas por genótipo e horário, e estas levadas até o Laboratório de Micropropagação de Culturas Olerícolas, no Departamento de Produção Vegetal - Horticultura, Unesp – FCAV. Os grãos de pólen foram extraídos das anteras por meio de suspensão de pólen. O método de suspensão de pólen consiste na liberação dos grãos em meio líquido, seguido da pipetagem da suspensão e deposição de gotas dela diretamente no meio de germinação (Oliveira, 2009).

A suspensão de pólen foi produzida em microtubo contendo 50 µL de solução saturada de sacarose, para evitar que os grãos se rompessem no momento da extração, e adicionado duas anteras. As anteras foram pressionadas três ou quatro vezes contra a parede do microtubo, delicadamente, com auxílio de uma ponteira de micropipeta para a liberação dos grãos de pólen. Então, quatro gotas dessa suspensão foram colocadas nas extremidades de cada placa identificada e preenchida com o meio de cultura. As placas foram incubadas a ±25°C por 2h, e então se deu início à avaliação em microscópio.

Em cada gota, quatro campos de visão foram avaliados, e a média destes, correspondeu a uma repetição, totalizando quatro repetições por tratamento. Foi considerado germinado o grão de pólen que apresentasse tubo polínico com pelo menos o dobro do diâmetro do grão.

A taxa de germinação de acordo com a fórmula abaixo:

$$\text{Viabilidade polínica (\%)} = \frac{\text{Nº de grãos de pólen germinados}}{\text{Nº de grãos de pólen contados}} \times 100$$

Foi realizada a análise de variância da porcentagem de germinação dos grãos de pólen *in vitro* e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software GENES (Cruz, 2016).

2.3 Receptividade Estigmática

No dia seguinte à avaliação da viabilidade dos grãos de pólen, foi realizado a avaliação de receptividade estigmática das flores hermafroditas. O trabalho também foi realizado em DIC, com quatro repetições e tratamentos distribuídos em fatorial 3x5, com três genótipos (JAB11, JAB20 e Fantasy), e cinco horários de coleta, 06h, 09h, 12h, 15h e 18h. Cada repetição foi constituída de 10 flores hermafroditas coletadas por horário e genótipo.

As flores foram protegidas no dia anterior à coleta, em pré-antese, no dia do experimento as flores hermafroditas foram coletadas no respectivo horário, acondicionadas em placas de Petri previamente identificadas, fechadas e levadas imediatamente até o Laboratório de Micropropagação de Olerícolas. No laboratório, se deu a emasculação e retirada de pétalas e sépalas das flores, para maior exposição dos estigmas. Cada flor foi submergida em peróxido de hidrogênio (H_2O_2) 10 volumes e em seguida observada quanto a formação de bolhas. A formação de bolhas indica a presença da enzima peroxidase, e esta, que os estigmas estão receptivos (Zeisler, 1938).

A avaliação foi binária (receptivo/não receptivo), conforme a resposta dos estigmas emitindo bolhas ou não, e desta, obtida a porcentagem de estigmas receptivos em cada repetição, foi realizada a análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software GENES (Cruz, 2016).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das taxas de viabilidade de pólen estão apresentadas na Tabela 1. Destaca-se que todos os genótipos apresentaram pico de viabilidade às 09h, com decréscimo a partir das 12h. Salienta-se que no momento da coleta às 06h, algumas flores ainda não se encontravam totalmente abertas, o que pode ter interferido nas médias observadas na JAB11 e JAB20, que apresentaram resultados inferiores aos da coleta das 09h. Em contraponto, o híbrido comercial Fantasy já apresentava máxima viabilidade dos grãos de pólen logo pelo início da manhã.

Tabela 1. Médias de taxa de viabilidade polínica (%) de três genótipos de meloeiro, em cinco horários de coleta ao longo do dia da antese em Jaboticabal – SP.

Horários	Genótipos		
	JAB11	JAB20	Fantasy
06h	68,00 cC	83,75 bB	95,75 aA
09h	92,50 aA	96,25 aA	98,50 aA
12h	84,25 bA	74,00 cB	87,25 bA
15h	42,25 dB	45,75 dB	52,00 cA
18h	19,25 eB	25,50 eB	28,00 dA

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha, e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Esses dados são importantes para ressaltar que, mesmo sem a abertura completa dos botões forais já existem grãos de pólen viáveis, sendo imprescindível a cobertura de botões florais no dia anterior à antese dentro de programas de melhoramento genético de meloeiro.

A influência do genótipo observada neste trabalho discorda dos resultados observados por Bueno e Cavalcante (2002), que ao avaliarem a viabilidade de pólen em cinco híbridos conduzidos em casa-de-vegetação, não encontraram diferenças significativas entre os genótipos. Entretanto, salienta-se que no presente trabalho foram avaliadas duas linhagens e um híbrido comercial, desta forma a significância observada pode estar relacionada à composição genética dos materiais, pois o vigor híbrido tende a tornar o desempenho das plantas superior em diversos aspectos.

A superioridade do híbrido é visível principalmente após as 12h, horário relatado como o limite para a realização das polinizações manuais em meloeiro (Cruz e Campos, 2009). Mesmo que nos três genótipos as menores médias de viabilidade polínica sejam observadas às 15h e 18h, ao comparar entre genótipos, é possível identificar que no último horário de coleta, a média de ‘Fantasy’ (28,00%) ainda foi maior que as de JAB11 e JAB20 (19,25% e 25,50%, respectivamente).

Dados de viabilidade polínica e receptividade estigmática são essenciais para o melhoramento de espécies de propagação sexuada, visto que o pólen atua como transportador do gameta masculino nas plantas. O impacto do genótipo na viabilidade do pólen que foi observado neste trabalho torna interessante a adição desta informação dentro da caracterização dos materiais, permitindo ao melhorista melhor programar os cruzamentos, visto que a máxima de que quanto mais cedo realizada, melhor o resultado da polinização não se aplica a todos os materiais genéticos, como

pode ser observado especialmente em JAB11, onde os grãos de pólen da primeira coleta (06h) apresentaram taxa de viabilidade de 68,00%, ao passo que às 12h, a viabilidade observada foi de 84,25%.

Um bom pólen deve apresentar 50 a 80% de germinação, com tubos bem desenvolvidos (Scorza e Sherman, 1995). Assim, a polinização do meloeiro conta com a melhor qualidade de pólen no período da manhã, como é destacado por autores como Abreu et al. (2008). Exceto o genótipo 'Fantasy', que apresenta 52% de viabilidade polínica ainda às 15h, os demais apresentam taxas insatisfatórias de viabilidade no período da tarde. Às 18h os lotes de pólen de todos os genótipos empregados são considerados ruins, de acordo com Scorza e Sherman (1995).

A viabilidade dos grãos de pólen pode ser alterada com a variação de umidade e temperatura do ambiente (Bueno e Cavalcante, 2002). A temperatura é um fator primordial para a correta condução do meloeiro, relata-se que a faixa ideal para a floração da cultura encontra-se entre 20°C e 23°C (Angelotti e Costa, 2010), e temperaturas estressantes, acima de 33°C, prejudicam a fertilização das flores, provocando a queda dessas e de frutos novos (Fontes e Puiatti, 2005).

Oliveira (2009), ao avaliar o armazenamento de grãos de pólen de meloeiro identificou que o mesmo pode ser armazenado por até 72h em geladeira (4°C), ao contrário da temperatura ambiente (25°C), onde os grãos de pólen perderam a viabilidade rapidamente. Ressaltando que temperaturas amenas favorecem maiores taxas de viabilidade do pólen do meloeiro por mais tempo, provavelmente por retardar seu metabolismo oxidativo. Entretanto, a temperatura representa uma linha tênue para a cultura do meloeiro, pois temperaturas abaixo de 15°C paralisam o desenvolvimento das plantas, o que é extremamente desfavorável para a condução geral da cultura (Crisóstomo et al., 2002).

Como observado, as altas temperaturas observadas em casa de vegetação, em especial após às 12h, influenciam negativamente na viabilidade polínica do meloeiro. Em 76% dos dias que antecederam o experimento as temperaturas máximas alcançaram 40°C ou mais (Figura 1).

Em culturas como o tomate (Silva et al., 2000), pimenta (Pozzobon et al., 2011), pêssego (Zanandrea et al., 2011) e feijão (Didonet e Vitória, 2006) também foram identificadas influências da temperatura na viabilidade polínica, e os autores

como Carpenedo et al., (2014) ressaltam que a avaliação de grãos de pólen quanto à tolerância à altas temperaturas pode ser empregada como uma das estratégias de seleção para genótipos tolerantes ao estresse térmico.

Embora o meloeiro tenha exigência em altas temperaturas, autores como Crisóstomo et al., (2002) indicam que temperaturas acima de 37°C afetam a formação e maturação de frutos e acima de 40°C afetam o desenvolvimento vegetativo como um todo a partir dos 30 dias após o transplante, levando, também a senescência de flores femininas e frutos recém-formados. Um exemplo claro do impacto das mudanças climáticas na cultura do meloeiro pôde ser observado na Espanha, em 2015, onde a elevação das temperaturas, em função de mudanças climáticas, prejudicou a floração, e em reflexo, menor quantidade de melões foi produzida. Além disso, o aumento da temperatura pode reduzir a qualidade dos frutos, com ruptura da casca dos frutos nos pontos mais fracos, em razão da elevada transpiração e do acúmulo de mucilagem em suas células, resultando em diminuição da qualidade do fruto (Garcia et al., 2015).

Estima-se que, até 2050, a temperatura média do Brasil será de 3°C a 6°C mais alta do que no final do século 20. Nesse cenário, estima-se que, até 2050, o clima influencie na perda de 10% de tudo o que for plantado no País (Painel Brasileiro De Mudanças Climáticas, 2014). A divergência na viabilidade polínica entre os genótipos estudados neste trabalho indica a possibilidade da construção de bancos de germoplasma com materiais com grãos de pólen com maior tolerância a altas temperaturas, visando driblar o efeito das altas temperaturas na floração e produção do meloeiro.

Outro fator essencial a ser considerado quando se trata de polinização do meloeiro é a receptividade dos estigmas nas flores hermafroditas. Da mesma forma que a viabilidade polínica, a receptividade estigmática tende a ser reduzida ao longo do dia (Tabela 2). Abreu et al. (2008) ao estudarem a viabilidade dos grãos de pólen e receptividade dos estigmas de meloeiro em três híbridos, constataram que a viabilidade foi drasticamente reduzida após sete horas da antese, ao passo que a receptividade diminuiu após doze horas.

Tabela 2. Médias de receptividade estigmática (%) de três genótipos de meloeiro, em cinco horários de coleta ao longo do dia da antese em Jaboticabal – SP.

Horários	Genótipos		
	JAB11	JAB20	Fantasy
06h	86,50 bB	89,50 aB	96,75 aA
09h	94,50 aA	96,75 aA	97,75 aA
12h	67,25 cA	64,50 bAB	60,25 bB
15h	51,50 dA	43,50 cB	47,00 cAB
18h	43,75 dA	35,50 dB	44,00 cA

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha, e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No presente trabalho também foi observado maior janela de receptividade estigmática nas plantas de melão (Tabela 3), o fato pode ser atribuído à própria estratégia reprodutiva da espécie, visto que as flores hermafroditas se apresentam em menor número, as plantas apresentam comportamento compensatório natural ao tornar as flores usualmente femininas mais tardias que as masculinas (Kill et al., 2016), garantindo a presença de flores doadoras de pólen e, também, com a receptividade dos estigmas sendo superior à viabilidade dos grãos de pólen.

Maruyama et al. (2000) ao estudarem três diferentes posições de fixação de frutos de melão rendilhado, encontraram que plantas com frutos entre o 9º e o 15º nó apresentavam maior produção total. Esta informação, associada às taxas de receptividade estigmática ao longo do dia da antese permitem ao melhorista empenhar maior volume de mão de obra para aproveitar o máximo de receptividade em flores dentro da altura ideal de polinização.

Adicionalmente, saber que, embora reduzida, ainda se encontram flores hermafroditas receptivas ao fim do dia, abre a possibilidade de adoção de estratégias que aumentem a fixação de frutos, permitindo que polinizações satisfatórias sejam realizadas ao longo de todo o dia, e assim, aproveitando melhor o pico de floração da cultura.

4 CONCLUSÕES

- A viabilidade dos grãos de pólen do meloeiro é afetada pelo genótipo;
- O pico de viabilidade polínica comum nos genótipos de melão estudados é às 09h;

- Polinizações são favorecidas pela manhã, e nos genótipos estudados, às 09h.

5 REFERÊNCIAS

Abreu TB, Nunes GHS, Dantas MSM, Costa Filho JH, Costa GG, Aragão FAZ (2008) Fenologia floral, viabilidade do grão de pólen e receptividade do estigma do meloeiro. **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**, 52:43-46.

Amabile RF, Vilela MS, Peixoto JR (2018) Melhoramento de plantas: variabilidade genética, ferramentas e mercado. SBMP, 100p.

Angelotti F, Costa ND (2010) Sistema de produção de melão. Versão eletrônica, disponível em < http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/sistema_producao/spmelao/clima.html>. Acesso em 06 set 2019.

Arruda MC, Jacomino AP, Spoto MHF, Gallo CR, Moretti CL (2004) Conservação de melão rendilhado minimamente processado sob atmosfera modificada ativa. **Ciência Tecnologia de Alimentos** 24:53-58.

Bueno DM, Cavalcante KL (2002) Estudo da viabilidade dos grãos de pólen de flores de melão (*Cucumis melo*). In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17, Belém. **Anais..** CBF: Belém.

Carpenedo S, Copatti AS, Raseira MCB, Franzon RC (2014) Influência da temperatura e do tempo de armazenamento na viabilidade do pólen de diferentes genótipos de pessegueiro. In: Congreso Nacional De Horti-Fruticultura, Montevideo. **Anais...** Montevideo: INIA Las Brujas: Sociedad Uruguaya de Horti-Fruticultura, p. 56.

Castellane PD, Araújo JA (1994) Cultivo sem solo: hidroponia. Jaboticabal: FUNEP, 43 p.

Crisóstomo LA, Santos AA, Raij BV, Faria CMB, Silva DJ, Fernandes FM, Cardoso JW (2002) Adubação, irrigação, híbridos e práticas culturais para o meloeiro no Nordeste. **Embrapa Agroindústria Tropical**, circular técnica.

Cruz CD (2016) Genes Software-extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum. Agronomy**, 38: 547-552.

Cruz DO, Campos AO (2009) Polinização por abelhas em cultivos protegidos. *Current Agricultural Science and Technology*, 15:5-10.

Didonet AD, Vitória TB (2006) Resposta do feijoeiro comum ao estresse térmico aplicado em diferentes estágios fenológicos. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 36:199-204.

Fontes PC, Puiatti M (2005) Cultura do melão. In: FONTES PCR (ed.). **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa: UFV, p.407-428.

Garcia JB, Costa I, Julião L, Pagliuca LG (2015) Melão. **Hortifruti Brasil Magazine**, n.151. Disponível em: <https://issuu.com/hfbrasil/docs/hf151_>. Acesso em: 30 ago. 2019.

Kill LHP, Ribeiro MDF, Siqueira KMM, Silva E (2016) Polinização do meloeiro: biologia reprodutiva e manejo de polinizadores. *Funbio*, 36p.

Mann L (1954) Fruit set in melon breeding: Hand pollination found to be less effective than pollination by honeybees in experiments at Davis. **California Agriculture**, 8:3-3.

Maruyama WI, Braz LT, Cecilio Filho AB (2000) Condução de melão sob cultivo protegido. *Horticultura brasileira* 18:175-178.

Oliveira SKL (2009) Viabilidade e armazenamento de grãos de pólen de cultivares de meloeiro (*Cucumis melo* L.). 66p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semi-árido. Mossoró.

Painel Brasileiro De Mudanças Climáticas (2014) Base científica das mudanças climáticas. Rio de Janeiro: COPPE: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas. 464 p.

Pozzobon MT, Souza KRR, Carvalho SIC, Reifschneider FJB (2011) Meiose e viabilidade polínica em linhagens avançadas de pimenta. **Horticultura brasileira** 29:212-216.

Rodrigues JS, Arêdes AF (2017) Competitividade e desempenho das exportações brasileiras do melão. **Perspectiva online** 18:17-25.

Silva ACTF, Leite IC, Braz LT (2000) Avaliação da viabilidade do pólen como possível indicativo de tolerância a altas temperaturas em genótipos de tomateiro. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal** 12:156-165.

Scorza R, Sherman WB (1995) Peaches. In: Janik J, Moore JN (Eds.) **Methods in fruit breeding**, p.325-440.

Zanandrea I, Raseira MCB, Santos J, Silva JB (2011) Receptividade do estigma e desenvolvimento do tubo polínico em flores de pessegueiro submetidas à temperatura elevada. **Ciência Rural** 41:2066-2072.

Zeisler M (1938) Über die Abgrenzung der eigentlichen Narbenfläche mit Hilfe von Reaktionen. Beihefte zum Botanische Zentralblatt. **Cassel**, 58:308-318.

CAPÍTULO 3 – Fixação de frutos de meloeiro obtidos por diferentes protocolos de polinização

RESUMO - Programas de melhoramento são baseados em polinizações direcionadas e este processo demanda grande quantia de tempo e mão de obra especializada. Polinizações manuais em melão tem taxas de sucesso próximas a 40%, isto é, mais da metade do esforço demandado não traz retorno. Este trabalho objetivou estudar a fixação de frutos e características destes quando obtidos sob diferentes protocolos de polinização. Para tal, empregou-se soluções diretamente nos estigmas da flor hermafrodita, com o objetivo de beneficiar a germinação e estrutura dos tubos polínicos, propiciando fecundações mais eficientes. Ademais, também foi estudado a influência do horário da polinização e do tipo desta, se autopolinização ou hibridação. Adotou-se o delineamento de blocos ao acaso com três repetições, com tratamentos distribuídos em esquema de parcelas sub-subdivididas, com cinco soluções na parcela (T – sem aplicação; S – somente sacarose; S + AB – sacarose + ácido bórico; S + NC – sacarose + nitrato de cálcio; S + AB + NC – sacarose + ácido bórico + nitrato de cálcio), aplicados nas flores hermafroditas; dois horários de polinização na sub-parcela (Manhã e Tarde); e duas técnicas de polinização na sub-subparcela (Autopolinização e Hibridação). A análise estatística foi realizada com auxílio do software SAS e, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O estudo demonstra que o melão fixa mais frutos pela manhã, e solução de sacarose (15%) pode aumentar a fixação de frutos fora da janela ótima de cruzamentos, permitindo ao melhorista realizar polinizações satisfatórias também a tarde.

Palavras-chave: *Cucumis melo*; cruzamentos; sacarose; ácido bórico; nitrato de cálcio.

1 INTRODUÇÃO

O meloeiro é uma das hortaliças de maior importância econômica no mercado brasileiro, sendo uma das culturas de posição mais uniforme e de maior ascendência nas exportações de hortaliças pelo País. Atualmente, o Brasil está entre os dez maiores produtores de melão no mundo. Muito deste resultado se deve aos incrementos gerados pelo melhoramento genético e desenvolvimento de genótipos superiores e adaptados às condições brasileiras (FAO, 2018; Mendes e Barbieri, 2019).

Embora diversas tecnologias tenham sido desenvolvidas nos últimos anos, é notório que o melhoramento genético de plantas ainda se dá por metodologias clássicas baseadas em polinizações direcionadas (Borém et al., 2017). Logo, o sucesso destes processos é primordial para a condução de programas de melhoramento.

Como uma cultura de polinização entomófila, a polinização por abelhas frequentemente é mais eficiente na produção de frutos de melão do que polinização manual (Kill et al., 2016). Mann (1954) comparou a eficiência da polinização manual à entomófila e identificou que, em média, o pegamento de cruzamentos manuais em meloeiro têm 39% de sucesso, e que os frutos obtidos eram mais leves, com cerca 180 sementes a menos que àqueles obtidos naturalmente.

Em programas de melhoramento onde se trabalha com diversos genótipos em uma única área se torna inviável o emprego de insetos polinizadores, uma vez que não há controle dos cruzamentos realizados por estes (Klatt et al., 2013). Assim, baixas taxas de pegamento de frutos se torna um gargalo dentro dos programas, ressaltando a importância de aumentar da taxa de sucesso nas polinizações manuais.

Diversos são os fatores que influenciam a fixação de um fruto, entre eles, o próprio potencial do genótipo, altura de inserção das flores, e viabilidade dos grãos de pólen, fator este grandemente influenciado pelo horário. Uma vez que a fecundação de fato somente ocorre com o encontro dos gametas masculino e feminino, a formação de um tubo polínico vigoroso é essencial (Silva et al., 2016). Levanta-se a hipótese de que o emprego de substâncias que favoreçam a germinação dos grãos de pólen em

quando contato com o estigma, favoreceriam diretamente o sucesso da polinização manual

O pólen das angiospermas precisa de uma fonte de carbono, boro e nutrientes auxiliares para sua germinação (Abreu et al., 2008). Em geral emprega-se a sacarose, ácido bórico e, em espécies como o meloeiro, o nitrato de cálcio. O emprego desses nutrientes fornece energia, estimula o crescimento e reduz a probabilidade dos tubos polínicos se romperem, conferindo maior rigidez a estes, e simultaneamente os tornam menos suscetíveis às condições ambientais (Galleta, 1983). Assim, o presente trabalho estudou a fixação de frutos, massa total e massa de mil sementes de frutos de melão obtidos sob diferentes protocolos de polinização, aplicando cinco soluções diretamente nas flores hermafroditas, em polinizações de manhã e a tarde, realizando hibridações e autopolinizações.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição da área experimental

O trabalho foi realizado em casa de vegetação, no Setor de Olericultura e Plantas Aromático-Medicinais do Departamento de Produção Vegetal, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP - FCAV, cujas coordenadas são: 21°15'22" de latitude sul e 48°18'58" de longitude oeste, estando à altitude de 614 m. O clima da região é tipo Cwa, baseado na classificação internacional de Köppen.

A casa de vegetação que abrigou o experimento foi do tipo arco, com 50 m de comprimento, 6 m de largura, pé-direito de 3,5 m, tela de proteção lateral com sombreamento de 50% e teto coberto com filme de polietileno de baixa densidade, com 150 micrômetros de espessura.

O trabalho foi conduzido no segundo semestre de 2018, entre os meses de setembro e dezembro. Os dados meteorológicos médios de temperatura e umidade relativa do ar registrados durante a condução do experimento estão dispostos na Figura 1.

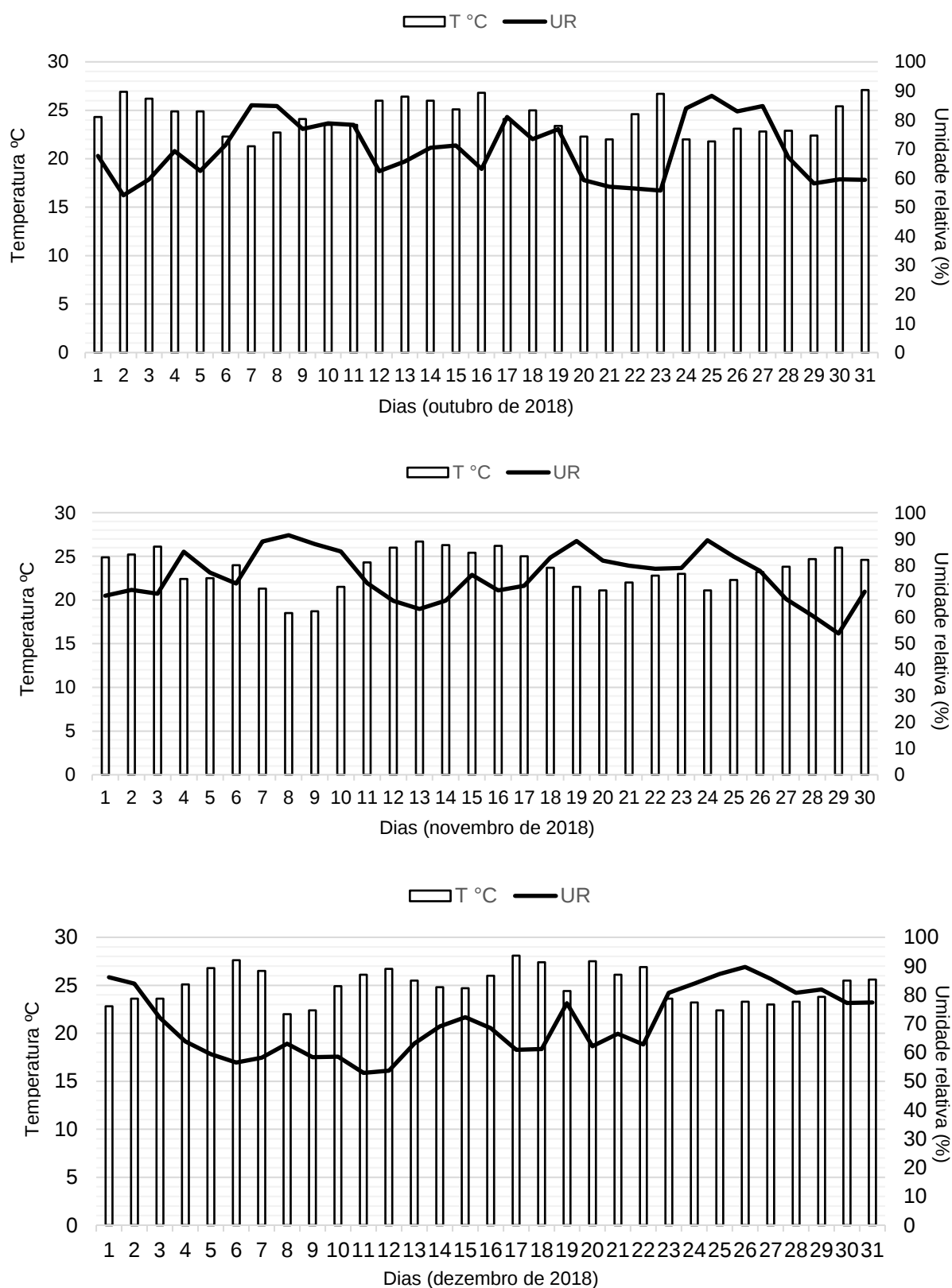


Figura 1. Médias de temperatura e umidade relativa do ar na Unesp – Jaboticabal durante a realização da pesquisa. Fonte: Estação Agroclimatológica – Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP – Câmpus de Jaboticabal.

O trabalho foi conduzido sob delineamento de blocos ao acaso com três repetições, disposto em parcelas sub-subdivididas. Os tratamentos foram definidos por combinações de cinco soluções aplicadas nas flores hermafroditas, descritas na Tabela 1, dois horários de polinização e duas técnicas de polinização. Cada parcela foi composta de oito plantas, todas as plantas da parcela receberam a mesma solução na flor hermafrodita, quatro destas receberam os tratamentos da manhã e as outras quatro, os da tarde (fator da sub-parcela). De cada grupo de quatro plantas, em cada uma foi separado duas flores hermafroditas, onde cada uma recebeu uma autopolinização ou uma hibridação (sub-subparcela).

Tabela 1. Composição de soluções aplicadas nas flores hermafroditas de melão. Valores referentes à 1L de água destilada (Oliveira, 2009).

Tratamento	Sacarose	Ácido Bórico (H ₃ BO ₃)	Nitrato de Cálcio (Ca(NO ₃) ₂ ·4 H ₂ O)
Testemunha	0	0	0
S*	15%	0	0
S + AB	15%	200 mg	0
S + NC	15%	0	800 mg
S + AB + NC	15%	200 mg	800 mg

*: Sac. = Sacarose; AB = Ácido Bórico; NC = Nitrato de Cálcio.

Foram estudados dois genótipos de melão rendilhado, as linhagens JAB 20 e JAB 11, ambas linhagens obtidas pelo Programa de Melhoramento Genético de Melão Rendilhado da Unesp – FCAV. A JAB20 foi conduzida como genótipo feminino, e por esta razão, também recebeu autopolinizações, a JAB11 foi a doadora de pólen para as hibridações.

2.3 Condução do experimento

A semeadura foi realizada em 29 de setembro de 2018, em bandejas de 128 células preenchidas com substrato comercial Bioplant®, e transplantadas para vasos de nove litros em 22 de outubro de 2018, quando todas as mudas já apresentavam a primeira folha definitiva totalmente desenvolvida. Os vasos foram preenchidos com mistura de solo, areia e esterco na proporção de 2:1:1.

As plantas receberam a solução nutritiva proposta por Castellane e Araújo (1994), de acordo com a necessidade dos estádios da planta e por meio de

gotejamento. Cada planta foi conduzida em haste única, tutorada por fitilho plásticos presos a arames localizados rentes ao vaso e a 2 m de altura. Desbrotas e amarrios das plantas foram realizados sempre que necessário. O espaçamento adotado foi de 1,0 x 0,5 m. Desta forma, cada parcela foi constituída por uma linha de 4 m de comprimento, com oito plantas.

As polinizações foram realizadas entre o 9º e 15º nó, e por esta razão, foram iniciadas simultaneamente ao surgimento de flores hermafroditas neste intervalo, em média 25 dias após o transplante. No ato da polinização, primeiramente foram coletadas as flores masculinas que seriam as doadoras de pólen. As flores hermafroditas, previamente protegidas, receberam duas gotas de solução diretamente nos estigmas, padronizado por pipeta Pasteur, e o líquido foi espalhado suavemente com auxílio de cotonete devido à ação hidrofóbica dos estames. Em seguida, o pólen de duas flores masculinas foi depositado no estigma e a flor novamente protegida. Os procedimentos foram realizados entre as 08h e 10h nos tratamentos da manhã, e 16h às 18h para tratamentos da tarde.

Manteve-se atenção durante todo o ciclo para evitar que mais frutos fossem fixados pela planta, procedendo a retirada de flores hermafroditas sempre que necessário. Os frutos foram identificados com etiquetas contendo o tratamento e data de polinização. Prezou-se, sempre que possível, realizar a autopolinização e hibridação no mesmo dia.

2.4 Avaliações

As avaliações foram realizadas no momento da colheita dos frutos, cerca de 35 dias após a polinização. Ainda na casa de vegetação, foi avaliado o número de frutos estabelecidos na parcela, e os frutos colhidos foram levados ao Laboratório de Produtos Hortícolas do Departamento de Produção Vegetal, onde se deu o restante das avaliações:

a) Frutos fixados na parcela (FF): dado pela porcentagem de frutos fixados dentro de cada tratamento (%);

b) Massa média de fruto (MMF): obtida pela razão entre a massa dos frutos da parcela e o número de frutos da parcela (g);

c) Massa média de mil sementes (MMMS): obtida de acordo com recomendações das Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009), com a pesagem de oito subamostras de 100 sementes, e calcularam-se variância, desvio padrão e coeficiente de variação das massas das subamostras, obtendo a massa média de 100 sementes, que foi multiplicada por dez (g).

2.5 Análise estatística

Com os dados médios de cada variável avaliada, foi realizada a análise de variância com auxílio do Software SAS. A análise estatística se deu com modelo matemático para experimentos em parcela sub-subdividida e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Baseado nas médias gerais, identifica-se que as três características avaliadas foram significativas quanto a solução aplicada na flor hermafrodita, indicando que as soluções afetaram diferentemente cada atributo. A fixação de frutos (FF) é favorecida pela aplicação de sacarose (15%) e sacarose (15%) + nitrato de cálcio (800mg) no estigma das flores hermafroditas. A massa média de frutos (MMF) também é maior quando submetida a aplicação de sacarose (15%). Já para a massa média de mil de sementes (MMMS), o uso de sacarose (15%) apresenta maiores médias em relação ao emprego de sacarose (15%) + nitrato de cálcio (800mg).

O horário de polinização afeta tanto a FF quanto a MMF, com maiores médias observadas pela manhã, confirmando o observado na literatura, onde é destacado que as polinizações são favorecidas logo pela manhã, no máximo poucas horas após a antese (Abreu et al., 2008). Já o tipo de polinização empregada não afeta as características estudadas, indicando que a autofecundação ou hibridação não interferem na porcentagem de FF, MMF e MMMS (Tabela 2).

Tabela 2. Médias gerais, Teste F e DMS (5%) por Solução, Horário e Polinização, e das respectivas interações para os caracteres: porcentagem de fixação de frutos - % (FF); massa média de frutos – g (MMF); e massa média de mil sementes – g (MMMS) de frutos de meloeiro em Jaboticabal – SP.

SOLUÇÃO	FF	MMF	MMMS
Testemunha	45,83 bc	691,67 b	25,10 ab
S [#]	70,83 a	956,75 a	25,89 a
S + AB	31,25 c	510,33 c	25,20 ab
S + NC	52,08 ab	660,38 b	22,37 b
S + AB + NC	35,42 bc	529,08 c	24,68 ab
Teste F	11,73 ^{**}	100,91 ^{**}	3,52 [*]
DMS (5%)	19,31	33,24	3,03
HORÁRIO			
Manhã	55,83 a	694,62 a	24,76 a
Tarde	38,33 b	644,67 b	24,53 a
Teste F	18,38 ^{**}	9,82 ^{**}	0,12 ^{ns}
DMS (5%)	8,51	33,24	1,33
POLINIZAÇÃO			
Autofecundação	50,00 a	681,75 a	24,89 a
Hibridação	44,16 a	657,53 a	24,40 a
Teste F	2,04 ^{ns}	2,31 ^{ns}	0,58 ^{ns}
DMS (5%)	8,51	33,24	1,33
CV geral (%)	33,58	9,21	10,07
INTERAÇÕES			
	Teste F		
SxH	9,75 ^{**}	5,73 [*]	20,99 ^{**}
SxP	0,27 ^{ns}	1,27 ^{ns}	3,67 [*]
HxP	0,04 ^{ns}	2,57 ^{ns}	0,13 ^{ns}
SxHxP	0,15 ^{ns}	0,76 ^{ns}	4,53 ^{**}

[#]: S = Sacarose (15%); S + AB = Sacarose (15%) + Ácido Bórico (200mg); S + NC = Sacarose (15%) + Nitrato de Cálcio (800mg); S + AB + NC = Sacarose (15%) + Ácido Bórico (200mg) + Nitrato de Cálcio (800mg). Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. *: Teste F significativo a 5%; **: Teste F significativo a 1%; ns: Teste F não significativo.

Tratando das interações, para FF e MMF, somente a interação entre solução x horário foi significativa, já a MMMS foi afetada por mais interações entre os fatores, apresentando resultados significativos tanto para solução x horário, quanto para solução x polinização e solução x horário x polinização (Tabela 2).

As médias de FF dentro da interação solução x horário estão apresentadas na Figura 2. No período da manhã, a porcentagem de frutos estabelecidos na testemunha não diferiu da aplicação de sacarose (15%), portanto, a aplicação de soluções nos estigmas florais não se mostra viável nesta circunstância. Entretanto, ao analisar a estabilidade dos tratamentos em apresentar altas taxas de fixação de frutos também

à tarde, destacam-se as soluções de Sacarose (15%) e Sacarose (15%) + Nitrato de Cálcio (800mg), pois estas não apresentam diferenças para os dois períodos, sendo a solução de sacarose a mais indicada, pois requer menos insumos.

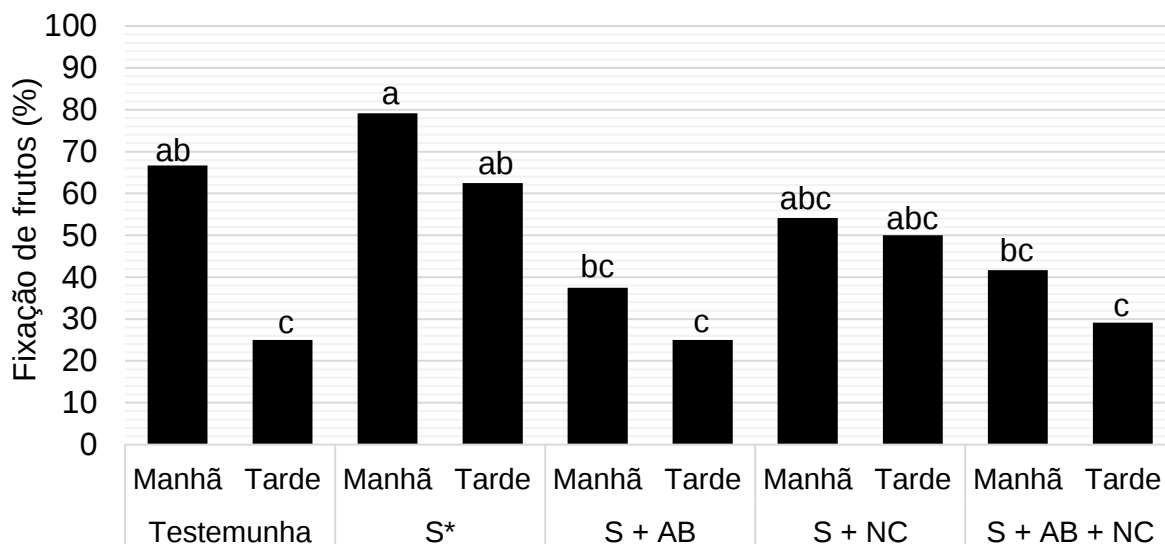


Figura 2. Desdobramento da interação significativa Horário x Solução em médias de fixação de frutos de meloeiro, obtido por diferentes protocolos de polinização em Jaboticabal – SP. *: S = Sacarose (15%); S + AB = Sacarose (15%) + Ácido Bórico (200mg); S + NC = Sacarose (15%) + Nitrato de Cálcio (800mg); S + AB + NC = Sacarose (15%) + Ácido Bórico (200mg) + Nitrato de Cálcio (800mg). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si no teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As menores taxas de fixação de frutos observadas na testemunha polinizada à tarde pode ser associada a curva de viabilidade do pólen do meloeiro, a qual refere-se que os grãos de pólen maduros se tornam inviáveis ao longo do dia, e assim, corrobora para menor eficiência das polinizações (Capítulo 2; Ferreira et al., 2010). Para a fecundação eficiente das flores hermafroditas da cultura, estima-se que pelo menos 500 grãos de pólen viáveis devem entrar em contato com o pistilo, para então germinar e formar tubo polínico (Mussen e Thorp, 2003).

O pico de viabilidade de pólen se dá poucas horas após a antese, desta forma, trabalhos como o de Abreu et al. (2008) enfatizam que a polinização do meloeiro deve se ater ao período da manhã, com destaque às primeiras horas do dia. Os dados deste trabalho concordam com o já citado na literatura, uma vez que a testemunha apresenta melhores resultados no período da manhã.

Autores como Zanandrea et al. (2011) relacionam baixas taxas de sucesso nas polinizações com o estresse térmico ao qual as plantas são expostas, sobretudo em

fase de florescimento, resultando na formação em grãos de pólen inviáveis. De acordo com os dados meteorológicos observados durante a condução do experimento, no momento do florescimento das plantas, as temperaturas médias se mantiveram entre 21,1°C e 26°C (Figura 1), visto que as temperaturas ideais para o florescimento do meloeiro são dadas entre 20°C e 23°C, não foi constatado estresse térmico que se aplique a redução da viabilidade polínica.

A aplicação de nutrientes e bioestimulantes diretamente nas flores já foi estudada em algumas culturas como em nespereiras (Nogueira et al., 2015) onde a aplicação de ácido bórico em 900mg/L resultou em maiores taxas de viabilidade polínica nas panículas. Em oliveiras (Lopes, 2011), a aplicação de um bioestimulante comercial a base de algas obteve maiores médias de vingamento de fruto. Em pinhão-mansão, a aplicação de benziladenina, um regulador vegetal, nas panículas ainda fechadas resultou em maior número de flores, incremento de 170% no número de frutos por cacho, resultando, por fim, no incremento de 92% na produção (Gouveia et al., 2012).

Em meloeiro, a aplicação de soluções nas flores hermafroditas em polinizações no período da manhã, considerado horário padrão para a realização de cruzamentos, não apresenta ganhos comparados à testemunha sem aplicação. Entretanto, destaca-se a possibilidade de incremento na taxa de sucesso da polinização em horários críticos empregando soluções de sacarose (15%) no estigma da flor, com 62,50% de FF no período da tarde, em vista dos 25% de frutos fixados na testemunha. Assim, a aplicação de sacarose nos estigmas do meloeiro permite estender a janela de polinização da cultura, e assim, otimizar o processo de fixação de frutos.

A sacarose é vastamente utilizada na germinação *in vitro* de pólen de angiospermas, sendo diretamente relacionada com o sucesso da técnica. Não somente sua presença, mas também a concentração empregada no meio. A sacarose promove o equilíbrio osmótico entre o pólen e o meio de germinação, e fornece energia para o desenvolvimento do tubo polínico, trabalhos como os de Maro et al. (2010) e Figueiredo et al. (2013) demonstram aumentos lineares da germinação de grãos de pólen com o aumento da concentração de sacarose. A perda de viabilidade polínica está associada a, entre outros fatores, a perda de turgescência (Ferreira, 2010). Desta forma, a aplicação da solução de sacarose (15%) instantes antes da

polinização pode ser uma forma de resgatar parcialmente a turgescência aos grãos de pólen, pois o pólen do meloeiro é caracterizado como altamente denso e higroscópico (Whitaker e Davis, 1962).

A massa média de fruto (Figura 2) foi afetada pelos tratamentos, e a solução de sacarose (15%) apresentou as maiores médias, em ambos os horários, com valores superiores no período da manhã. Os demais tratamentos não diferiram dentro dos horários, mas com valores inferiores. Desta forma, a solução composta somente por 15% de sacarose proporcionou maiores valores de massa média de fruto, sendo desnecessário a complementação com outros nutrientes.

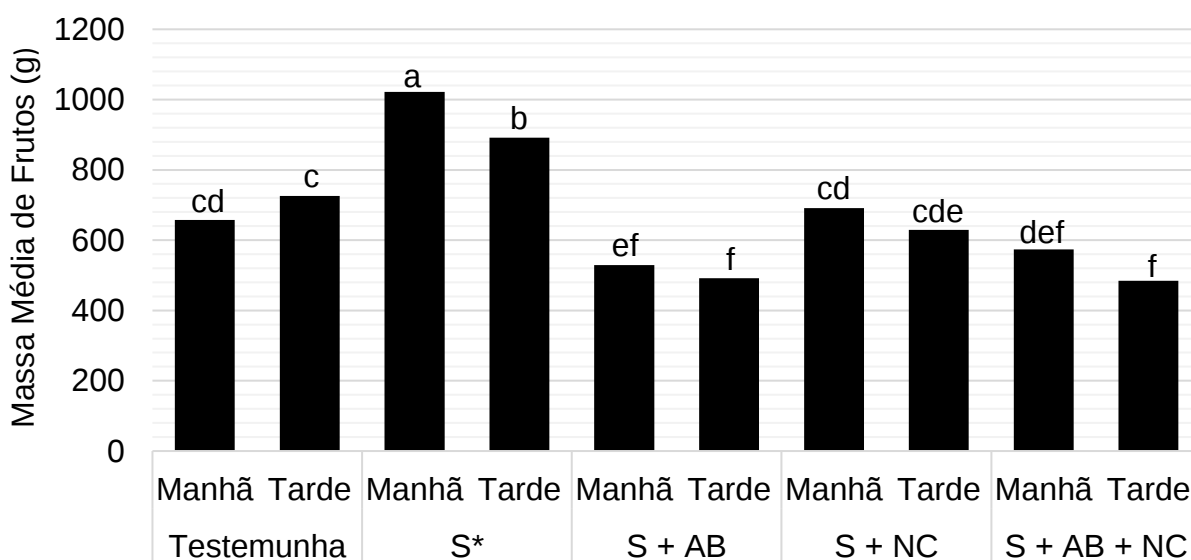


Figura 3. Desdobramento da interação significativa Solução x Horário em médias de Massa Média de Fruto (MMF – kg) de melão obtido por diferentes protocolos de polinização em Jaboticabal – SP. *: S = Sacarose (15%); S + AB = Sacarose (15%) + Ácido Bórico (200mg); S + NC = Sacarose (15%) + Nitrato de Cálcio (800mg); S + AB + NC = Sacarose (15%) + Ácido Bórico (200mg) + Nitrato de Cálcio (800mg). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si no teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As maiores médias de MMF apresentadas pela solução de sacarose (15%) podem ser associadas ao número de sementes formadas nestes. A massa dos frutos de melão é diretamente proporcional ao número de sementes formadas (Sousa et al., 2009). Para Mussen e Thorp (2003), quanto mais grãos de pólen a flor hermafrodita receber sobre seus estigmas, maior o número de sementes formadas, sendo necessário um mínimo de 500 grãos de pólen viáveis para a produção de frutos de boa qualidade. Assim, a energia fornecida pela sacarose aos grãos de pólen pode ser

responsável por maior taxa de germinação polínica, refletindo em mais sementes, e por sua vez, no incremento de massa total observada neste trabalho.

Da mesma forma que a massa média de frutos está associada ao número de sementes formadas, a massa de mil de sementes é reflexo da qualidade das sementes formadas. Para a massa média de mil sementes (Figura 4), observa-se pouca variação entre os tratamentos, indicando que o uso de soluções químicas no estigma de flores hermafroditas não afeta a massa das sementes formadas, com exceções da solução de sacarose (15%) + nitrato de cálcio (800mg) em autofecundações matutinas e da solução de sacarose (15%) + ácido bórico (200mg) + nitrato de cálcio (800mg) em hibridações vespertinas.

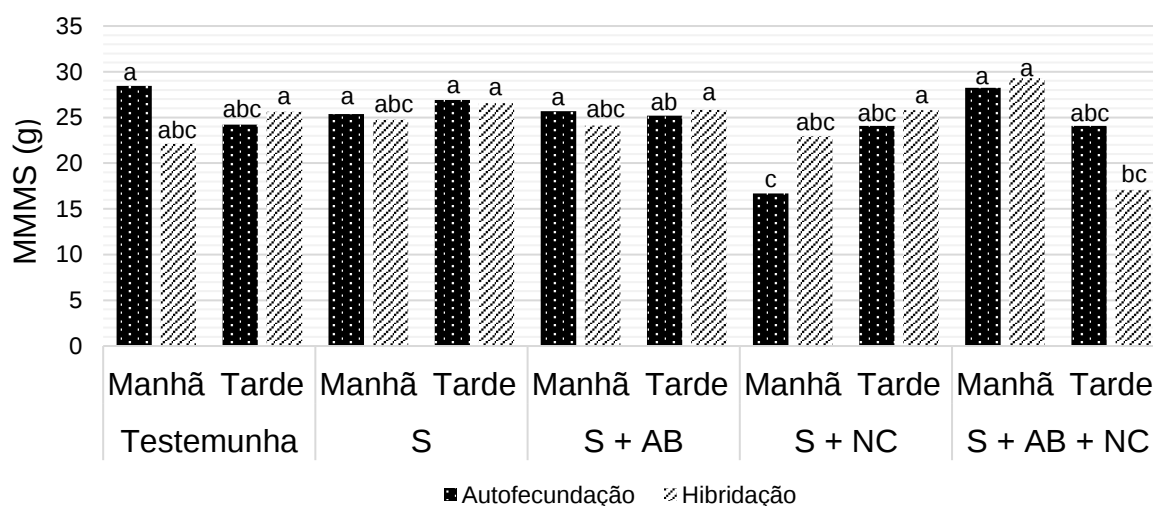


Figura 4. Desdobramento da interação significativa Solução x Horário x Técnica de polinização na Massa Médias de Mil Sementes (MMMS – g) de melão obtido por diferentes protocolos de polinização em Jaboticabal - SP. S = Sacarose (15%); S + AB = Sacarose (15%) + Ácido Bórico (200mg); S + NC = Sacarose (15%) + Nitrato de Cálcio (800mg); S + AB + NC = Sacarose (15%) + Ácido Bórico (200mg) + Nitrato de Cálcio (800mg). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si no teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A massa de mil sementes é uma medida utilizada para diversos fins, com destaque à comparação da qualidade de semente entre diferentes lotes, onde sementes com maiores massas são atribuídas como de melhor qualidade (Amaro et al., 2015). Segundo Carvalho e Nakagawa (2012), a massa das sementes está relacionada a quantidade de reservas contidas nelas, sendo que sementes de uma mesma espécie de maior massa apresentam quantidade de tecidos de reservas superior, conferindo assim, maior qualidade a estas sementes.

Diante do comportamento similar entre os tratamentos e a testemunha, conclui-se que para o emprego de soluções nas flores hermafroditas para incremento em massa de mil sementes é indiferente, pois a presença de nutrientes exógenos no momento da polinização não apresenta influência no acúmulo de reservas das sementes formadas, mantendo a massa de mil sementes semelhante entre os tratamentos de polinização empregados.

4 CONCLUSÕES

- A aplicação de sacarose 15% nos estigmas de flores hermafroditas de meloeiro permite polinizações satisfatórias a tarde, e aumenta a massa média dos frutos produzidos;
- A aplicação de nutrientes nas flores hermafroditas de meloeiro não afeta positivamente a massa de mil sementes.

5 REFERÊNCIAS

Amaro HT, David AM, Assis MO, Rodrigues BR, Cangussú LV, Oliveira MB (2015) Testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro. **Revista de Ciências Agrárias**, 38:383-389.

Abreu TB, Nunes GHS, Dantas MSM, Costa Filho JH, Costa GG, Aragão FAZ (2008) Fenologia floral, viabilidade do grão de pólen e receptividade do estigma do meloeiro. **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**, 52:43-46.

Borém A, Miranda GV, Fristche-Neto R (2017) Melhoramento de plantas. Viçosa: Editora UFV, 543p.

BRASIL - Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento. Secretaria De Defesa Agropecuária (2009) Regras para análise de sementes.

Carvalho NM, Nakagawa J (2012) Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 590p.

Castellane PD, Araújo JA (1994) Cultivo sem solo: hidroponia. Jaboticabal: FUNEP, 43 p.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018) FAOSTAT: statistics database. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em 01 de mai de 2019.

Figueiredo MA, Pio R, Silva TC, Silva K N (2013). Características florais e carpométricas e germinação in vitro de grãos de pólen de cultivares de amoreira-preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 48:731-740.

Ferreira CA, Von Pinho EVDR, Alvim PDO, Andrade V, Silva TTDA, Cardoso DL (2010). Conservação e determinação da viabilidade de grão de pólen de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, 6:159-173.

Galleta GJ (1983) Pollen and seed management. Janik J, Moore JN (Eds.) **Methods in fruits breeding**. Indiana: Purdue University Press. p. 23-47.

Gouveia EJ, Rocha RB, Laviola BG, Ramalho AR, Ferreira MGR, Dias LAS (2012) Aumento da produção de grãos de pinhão-mansão pela aplicação de benziladenina. **Pesquisa agropecuária brasileira**, 47:1541-1545.

Kill LHP, Ribeiro MDF, Siqueira KMM, Silva E (2016) Polinização do meloeiro: biologia reprodutiva e manejo de polinizadores. *Funbio*, 36p.

Klatt BK, Holzschuh A, Westphal C, Clough Y, Smit I, Pawelzik E, Tschardt T (2014) Bee pollination improves crop quality, shelf life and commercial value. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences** 281:1775.

Lopes JPPS (2011) Polinização em oliveira cvs. Galega e Cobrançosa: avaliação do vingamento em ensaios de polinização controlada e do efeito da aplicação de um bioestimulante. Dissertação (Mestre em Engenharia Agrônoma) – Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.

Mann L (1954) Fruit set in melon breeding: Hand pollination found to be less effective than pollination by honeybees in experiments at Davis. **California Agriculture**, 8:3-3.

Maro LAC, Chagas EA, Pio R, Chagas PC, Pasqual M, Bettiol Neto JE, Costa FC (2010) Composição do meio de cultura e condições ambientais para germinação de grãos de pólen de porta-enxertos de pereira. **Ciência Rural**, v. 40, n. 2, p. 231-266, 2010.

Mussen EC, Thorp RW (2003) Honey bee pollination of cantaloupe, cucumber and watermelon, **Division of Agriculture and Natural Resources**, Publication 7224.

Nogueira PV, Fernandes DS, Pio R, Silva PADO, Bisi RB, Balbi RV (2015) Germinação de pólen e aplicação de ácido bórico em botões florais de nespereiras. **Bragantia**, 74:9-15.

Silva ZL, Ferreira RP, Sousa FF, Santos EM, Queiroga RCF (2016) Biologia floral do meloeiro em função da época de aplicação de bioestimulantes. In: I Congresso Internacional da diversidade do semiárido, **Anais...** 1:1-11.

Sousa RM, Sousa OA, Freitas BM, Silveira Neto AA (2009). Requerimentos de polinização do meloeiro (*Cucumis melo* L.) no município de Acaraú-CE, Brasil. **Revista Caatinga**, 22:238-242.

Whitaker TW, Davis DW (1962) Cucurbits: botany, cultivation and utilization. New York: Interscience, 250p.

Zanandrea I, Raseira MCB, Santos J, Silva JB (2011) Receptividade do estigma e desenvolvimento do tubo polínico em flores de pessegueiro submetidas à temperatura elevada. **Ciência Rural** 41:2066-2072.