



JOÃO VITOR NOMURA

**PRODUÇÃO E PARTENOCARPIA EM HÍBRIDOS DE
ABOBRINHA DE MOITA *Cucurbita pepo* L.**

LAVRAS – MG

2018

JOÃO VITOR NOMURA

PRODUÇÃO E PARTENOCARPIA EM HÍBRIDOS DE ABOBRINHA DE MOITA

Cucurbita pepo L.

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Wilson Roberto Maluf, PhD

Orientador

LAVRAS - MG

2018

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA,
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Nomura, João Vitor.

Produção e partenocarpia em híbridos de abobrinha de moita
Cucurbita pepo L. / João Vitor Nomura. – 2018.

46 p. : il.

Orientador: Wilson Roberto Maluf.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2018.

Bibliografia.

1. Cultivo protegido. 2. Polinização. 3. Heterose. 4. Abobrinha-
italiana. I. Maluf, Wilson Roberto. II. Título.

JOÃO VITOR NOMURA

PRODUÇÃO E PARTENOCARPIA EM HÍBRIDOS DE ABOBRINHA DE MOITA

Cucurbita pepo L.

**PRODUCTION AND PARTENOCARPY IN *Curcubita pepo* L. SUMMER SQUASH
HYBRIDS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 01 de fevereiro de 2018.

Prof. Wilson Roberto Maluf, PhD

UFLA

Prof. Dr. Guilherme Henrique Martins Rodrigues Ribeiro

UFSCar

Dr. Luis Felipe Lima e Silva

UFLA

Prof. Wilson Roberto Maluf, PhD

Orientador

LAVRAS - MG

2018

Aos meus pais, Masakazu e Vitar, ao meu irmão Julio e aos meu avôs (in memoriam),

Atsuhiko, Hanako, Vitor e Emília por todo amor e carinho.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais que sempre me apoiaram nas decisões tomadas e pelo amor incondicional. Não teria conseguido sem a sua ajuda

Ao meu irmão, meu melhor amigo, que sempre esteve ao meu lado e sempre fortaleceu nos momentos mais difíceis.

À Universidade Federal de Lavras e ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, pelos conhecimentos que adquiri, boa formação e oportunidade de realizar o curso de Mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), à HortiAgro Sementes S.A. e à Financiadora de Estudos e Projetos/Ministério de Ciência e Tecnologia (FINEP/MCT) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela oportunidade de realização deste trabalho.

Ao Professor e orientador, Dr. Wilson Roberto Maluf, pela confiança, incentivo e ensinamentos transmitidos. Espero um dia ser um ótimo pesquisador e exemplo de profissional como ele é.

Ao Professor Dr. Guilherme Ribeiro, por participar da banca, pela amizade e por ter me guiado no início de meus trabalhos com hortaliças.

Ao Dr. Luis Felipe que, além de participar da banca, ajudou-me muito nos experimentos e pelas conversas e amizade.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas pelos ensinamentos, apoio e dedicação.

Aos técnicos Paulo Moretto e Vicente Licursi, pela amizade e apoio nos experimentos.

Aos funcionários da HortiAgro Sementes S.A., pela grande ajuda.

Aos moradores da República Pirambeira que são minha segunda família, obrigado pelos momentos felizes e pelo apoio durante toda a minha graduação e mestrado.

À minha namorada Beatriz, pelo apoio nos momentos difíceis e tornar a pós-graduação mais fácil.

Aos colegas de trabalho, Monik, Guilherme, Alisson, Régis, Jéssica, Alex, Marcela, Betsabé, Carlos, Luis Felipe, Jéssica Figueiredo, Gustavo, Irã, Jéssica Nogueira, Natália, Amanda, Thabata e Rodolfo.

A todos os colegas da pós-graduação, pelas risadas, amizade e convivência, em especial, Élcio, Beatriz, Cláudio, Thaís, Yasmim, Brena, Samantha, Mari, Flaviane, Maiara, Antônio e Murilo.

A todos aqueles que contribuíram e não foram citados, o meu muito obrigado!

RESUMO GERAL

Na cultura de abobrinha de moita ou abobrinha-italiana (*Cucurbita pepo* L.) ocorre uma redução na disponibilidade do produto no mercado durante a época de inverno, por uma diminuição da produção e da qualidade do fruto nesta estação. Uma alternativa para contornar esse problema é o seu cultivo em ambiente protegido. Porém, em virtude da necessidade de agentes polinizadores para a fecundação, as estruturas utilizadas em casas de vegetação fechadas não permitem a entrada de insetos. A utilização de cultivares com desenvolvimento partenocárpico de frutos é uma opção para produzir abobrinha em cultivo protegido e em campo, quando o número de insetos polinizadores for baixo. Atualmente, o mercado de *C. pepo* é predominantemente de sementes híbridas, o que demonstra uma preferência maior dos produtores por esse tipo de cultivar. O objetivo deste trabalho foi avaliar híbridos de *C. pepo* desenvolvidos no Programa de Melhoramento Genético de Hortaliças da Universidade Federal de Lavras, quanto ao nível de produção e partenocarpia. As avaliações foram realizadas na área experimental da empresa HortiAgro Sementes SA. Foram utilizados 16 genótipos, sendo 12 híbridos com desenvolvimento partenocárpico de frutos e 4 testemunhas comerciais. Os híbridos AB-HE-12, AB-HE-13, AB-HE-15 e AB-HE-17 se igualaram às testemunhas comerciais, para as características produção total, produção precoce, número de frutos total e número de frutos precoces. Todos os híbridos provenientes do programa foram superiores aos híbridos comerciais para as notas de partenocarpia. Híbridos provenientes do cruzamento entre um parental partenocárpico e não partenocárpico obtiveram a mesma nota, ambos os genitores são partenocárpicos, evidenciando que a utilização de somente um genitor partenocárpico é suficiente para se alcançar altos níveis de partenocarpia em híbridos. A heterose foi expressiva para produção total, produção precoce, número de frutos precoces e número de fruto total. A alta correlação entre as características de produção precoce, produção total, número de frutos total e número de frutos precoces é um indicativo de que é possível fazer uma seleção eficiente utilizando o valor de 3 colheitas, em vez de avaliar o ciclo inteiro.

Palavras-chave: Cultivo protegido. Polinização. Heterose. Abobrinha-italiana.

GENERAL ABSTRACT

In the cultivation of summer squash production (*Curcubita pepo* L.), there is a reduction in the availability of the product in the market during winter, due to a decrease in the production and in the fruit quality in this season. One option to solve this problem is to make the cultivation in a protected environment. However, due to the need of pollinating agents for fertilization, the structures used in closed greenhouses do not allow insects to enter. The use of cultivars with parthenocarpic fruit development is an alternative for summer squash production in a protected and in a field cultivation, when the number of pollinators insects is low. Currently, the *C. pepo* market is made predominantly by hybrid seeds, which demonstrates a greater preference of producers for this type of cultivar. The aim of this work was to evaluate hybrids of *C. pepo* developed by the Program of Vegetables Genetic Improvement from the Federal University of Lavras, regarding the level of production and parthenocarpy. The evaluations were carried out in the experimental area from HortiAgro Sementes SA. Sixteen genotypes were used, 12 hybrids with parthenocarpic fruit development and 4 commercial controls. The hybrids AB-HE-12, AB-HE-13, AB-HE-15 and AB-HE-17 presented the same behavior than the commercial controls regard to total production, early production, total number of fruits and number of early fruits. All hybrids from the program were superior to commercial hybrids regard the parthenocarpy. Hybrids from the cross between a parthenocarpic and non-parthenocarpic parents, obtained the same note that when both parents are parthenocarpic, showing that the use of only parthenocarpic genitor is sufficient to reach high levels of parthenocarpy in hybrids. The heterosis was expressive for total production, early production, number of early fruits and the total number of fruits. The high correlation between the characteristics of early production, total yield, total number of fruits and number of early fruits, is an indication that is possible to make an efficient selection using the value of 3 harvests, instead of evaluating the whole cycle.

Keywords: Protected cultivation. Polinization. Heterosis. Summer squash.

LISTA DE QUADROS

APÊNDICE

Quadro 1 - Descrição dos tratamentos e origem.....	44
--	----

LISTA DE TABELAS

APÊNDICE

- Tabela 1 - Valores de F e sua significância para produção total ($t.ha^{-1}$), produção precoce ($t.ha^{-1}$), número de frutos precoces ($mil.ha^{-1}$), número de frutos total ($mil.ha^{-1}$), peso médio de fruto ($kg.n^{\circ}$ de frutos $^{-1}$) partenocarpia. Ijaci, MG, 2016.45
- Tabela 2 - Médias dos genótipos para as características: produção total ($t.ha^{-1}$), produção precoce ($t.ha^{-1}$), número de frutos precoces ($mil.ha^{-1}$), número de frutos total ($mil.ha^{-1}$) e partenocarpia. Ijaci, MG, 2016.45
- Tabela 3 – Estimativa do contraste entre os híbridos AB-HE-10, AB-HE-11, AB-HE-12, AB-HE-13, AB-HE-14, AB-HE-15, AB-HE-16, AB-HE-17 e os híbridos AB-HE-18, AB-HE-19, AB-HE-20 e AB-HE-21 para as características: produção total ($t.ha^{-1}$), produção precoce ($t.ha^{-1}$), número de frutos precoces ($mil.ha^{-1}$), número de frutos total ($mil.ha^{-1}$) e partenocarpia. Ijaci, MG, 2016.46
- Tabela 4 - Análise da correlação de Pearson e os respectivos coeficientes de correlação (r) entre os caracteres: produção total ($t.ha^{-1}$), produção precoce ($t.ha^{-1}$), número de frutos precoces ($mil.ha^{-1}$) e número de frutos total ($mil.ha^{-1}$). Ijaci, MG, 2016.46

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE	12
1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	Aspectos gerais de <i>Cucurbita pepo</i>	14
2.2	Histórico e importância socioeconômica de <i>C. pepo</i>	15
2.3	Melhoramento genético de Cucurbitaceae	16
2.4	Relação entre produção e polinização em <i>C. pepo</i>	18
2.5	Partenocarpia em <i>C. pepo</i>	19
3	CONSIDERAÇÕES GERAIS	21
	REFERÊNCIAS	22
	SEGUNDA PARTE – ARTIGO	28
	ARTIGO 1 – AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO E PARTENOCARPIA EM HÍBRIDOS DE <i>Cucurbita pepo</i> L.	28
1	INTRODUÇÃO	31
2	MATERIAL E MÉTODOS	33
2.1	Local	33
2.2	Genótipos utilizados para os experimentos de produção e partenocarpia	33
2.3	Avaliação da produção	33
2.4	Avaliação da partenocarpia	34
2.5	Análise	35
2.5.1	Análise de variância	35
2.5.2	Correlação de Pearson	35
2.5.3	Contraste	36
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
3.1	Produção	37
3.2	Partenocarpia	39
4	CONCLUSÃO	41
	REFERÊNCIAS	42
	APÊNDICE	44

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o último levantamento realizado pela FAO, em 2014, foram produzidos cerca de 25,2 milhões de toneladas de abóboras, abobrinhas e morangas no mundo (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS STATISTICS, 2014). A abobrinha de moita ou abobrinha-italiana (*Cucurbita pepo* L. ssp. *pepo*) é um dos tipos varietais de maior importância da família Cucurbitaceae. No Brasil, a abobrinha de moita é cultivada na primavera e verão, pois a planta se desenvolve melhor durante épocas em que as temperaturas variam entre 20°C a 35°C. O fruto imaturo é o principal produto, normalmente colhido entre 40 - 60 dias após a sementeira, tem coloração, em geral, verde (podendo apresentar estrias) e formato cilíndrico (PARIS, 2008).

Por causa da diminuição da produtividade e da qualidade de fruto, durante as estações de outono e inverno no campo, uma alternativa para a produção de abobrinha-italiana é o cultivo em casas de vegetação (CARPES et al., 2010). Um empecilho para a produção em casa de vegetação é a polinização, por ser do tipo entomófila, pois a estrutura fechada não permite a entrada de insetos polinizadores. Em seu trabalho, Wolfenbarger (1962) relata uma queda de 100% na produção de *Cucurbita*, quando plantadas em cultivo protegido, que evitavam a visita de agentes polinizadores. A utilização da polinização manual pode substituir a necessidade de insetos polinizadores. Entretanto, quando é realizada a polinização manual, a utilização de quantidade de pólen inadequada e má distribuição na flor feminina podem afetar negativamente a produção, além do gasto com mão de obra aumentar. Baptista (2016) conclui que a polinização por mandacariá *Melipona quadrifasciata* em *Cucurbita pepo* cultivada em casa de vegetação foi mais eficiente, quando comparada com a polinização manual e frutificação quimicamente induzida, formando frutos com melhor qualidade e redução de perdas na cultura. Cardoso (2005), trabalhando com *Cucurbita moschata*, observou que a quantidade de pólen e o tempo em que ele foi armazenado afeta o número de frutos por planta e sementes.

Uma alternativa para a solução desse problema é a utilização de abobrinhas-italianas que apresentam desenvolvimento partenocárpico de frutos. A partenocarpia consiste no desenvolvimento de frutos, mesmo sem ter ocorrido à fusão dos núcleos reprodutivos masculino e feminino (MENDES, 1946), portanto não há necessidade de polinização. Como vantagem, cultivares com desenvolvimento de frutos partenocárpicos podem ser plantadas no

campo ou em cultivo protegido, sem a necessidade da presença de agentes polinizadores ou da necessidade de aplicações de hormônios sintéticos (MARTÍNEZ et al., 2014).

Até os anos 1990, havia um predomínio da utilização de cultivares de polinização aberta de *Cucurbita pepo*, porém, nas últimas décadas, houve um aumento na preferência pela utilização de híbridos (CARDOSO; SOUZA NETO, 2016). Entre as vantagens dos híbridos, em relação às cultivares de polinização aberta, podem-se citar: maior produtividade, maior uniformidade e qualidade de frutos, maior precocidade e resistência ou tolerância a doenças (PEARSON, 1983). Atualmente, não existem híbridos partenocárpico de *C. pepo* disponíveis no mercado brasileiro. O desenvolvimento de híbridos que aliam produtividade e desenvolvimento partenocárpico de frutos seria um grande avanço no cultivo de *C. pepo*.

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de identificar híbridos de *Cucurbita pepo* com altos níveis de produtividade e formação partenocárpica de frutos, desenvolvidos pelo Programa de Melhoramento Genético de Hortaliças da Universidade Federal de Lavras.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais de *Cucurbita pepo*

Abobrinha é a designação dada ao fruto imaturo e a plantas pertencentes da família Cucurbitaceae, espécie *C. pepo* L., ssp. *pepo*. Os registros arqueológicos e associações genéticas sugerem que a *Cucurbita pepo* ssp. *pepo* originou-se no México (DECKER, 1988). As plantas de *C. pepo* são consideradas fáceis de serem cultivadas, com ciclo curto e bem adaptadas a regiões de clima temperado e subtropical (PARIS, 2008).

Dentro do gênero *Cucurbita*, todas as espécies são diploides com 20 pares de cromossomos ($2n=40$). Na maioria dos casos, cruzamentos inter-específicos geram híbridos sem sementes, embriões anormais ou parcialmente desenvolvidos. Quando são geradas sementes normais, geralmente, é observado decréscimo na fertilidade, esterilidade masculina ou feminina e anomalias tanto nas partes vegetativas quanto em partes reprodutivas (FERREIRA, 2008). A *Cucurbita pepo* é constituída de três subespécies: ssp. *pepo*, utilizada pelos seres humanos para alimentação e ornamentação, ssp. *fraterna* e ssp. *texana*, que incluem os ancestrais silvestres.

Com base em informações por meio de hibridizações, Lira-Saade (1995) propõe para *C. pepo* um acervo genético primário composto por cultivares comerciais, crioulas e as subespécies *fraterna* e *texana*, o acervo secundário formado por *C. argyrosperma*, *C. moschata*, *C. okeechobeensis* e *C. ecuadorensis* e o acervo terciário composto por *C. lundelliana*, *C. maxima* e *C. ficiolia*. A transferência de genes entre espécies é dificultada pelo fato de elas estarem fora do acervo genético primário.

As cultivares de abobrinha-italiana, em geral, têm hábito de crescimento de moita, podendo também ser denominada de abobrinha de moita. Plantas com hábito de moita possuem internódios curtos e relativamente grossos, tomando um formato de moita (TOKUNAGA; CARDOSO, 2001). As folhas são comumente escuras, podendo apresentar manchas branco-prateadas distribuídas em seu limbo (LEBEDA; REPUBLIC; PARIS, 2010). O sistema radicular é ramificado e pouco profundo. Em Cucurbitaceae, diferente da maioria das espécies vegetais, o início e o desenvolvimento das primeiras raízes laterais se iniciam, a partir do meristema apical da raiz principal (DEMCHENKO; DEMCHENKO, 2001; GULYAEV, 1964; MALLORY et al., 1970).

Geralmente é uma cultura monoica, porém podem ocorrer mudanças na regulação sexual por fatores genéticos ou ambientais (PEÑARANDA et al., 2007; WIEN et al., 2004).

Seu desenvolvimento sexual pode ser dividido em três fases: na primeira fase, somente flores masculinas são emitidas, na segunda, ocorre uma alternância entre emissão de flores femininas e masculinas e, na terceira fase, somente flores femininas são emitidas (MARTÍNEZ et al., 2013).

Plantas de *C. pepo* possuem flores grandes, com corola em formato tubular-campanulada e cor variando de amarelo-claro a amarelo-laranja. As flores femininas possuem ovário ínfero com estigmas grandes e lobulados, enquanto as flores masculinas têm suas anteras em forma de uma estrutura cilíndrica ou piramidal. Ao início do florescimento, ocorre uma sobreposição das fases vegetativa e reprodutiva. Em decorrência da competição por fotoassimilados e nutrientes, os frutos se tornam fortes drenos, diminuindo a taxa de crescimento vegetativo, principalmente, quando a planta apresenta vários frutos em desenvolvimento (CARDOSO; SOUZA NETO, 2016), como é o caso da cultura da abobrinha-italiana.

2.2 Histórico e importância socioeconômica de *C. pepo*

O complexo *Cucurbita*-milho-feijão era a base da alimentação dos povos pré-colombianos (WHITAKER, 1956). Acredita-se que a domesticação ocorreu entre 10.000 e 8.000 a.C., antes mesmo do milho e do feijão. Aparentemente, o primeiro uso de *Cucurbita* por humanos foi para o consumo de suas sementes, enquanto a utilização do fruto como fonte de alimento aparentemente tem apenas algumas centenas de anos (CUTLER; WHITAKER, 1961).

Depois da chegada dos espanhóis ao Novo Mundo, o cultivo da abobrinha-italiana se espalhou. Os primeiros registros na Europa datam do início do século XVI na Itália e na França (JANICK; PARIS, 2006). O termo abobrinha-italiana se deve ao fato de que as variedades verdes e colhidas imaturas começaram a ser cultivadas na região norte da Itália.

A região sudeste é responsável por grande parte da produção, em torno de 67% da produção do país. Em 2016, o estado de São Paulo produziu 69.583 toneladas de abobrinha em 3.478 hectares. A região agrícola de Sorocaba recebe destaque com a maior concentração da produção (CENTRO DE QUALIDADE, PESQUISA E DESENVOLVIMENTO, 2017). Esse fato pode ser explicado pelo hábito alimentar dos descendentes de imigrantes italianos e orientais que se concentram nessas regiões (ISHII, 1986), tornando seu consumo mais popular. De acordo com o último levantamento do IBGE, a maior parte das áreas, em que se

cultivam abobrinhas, é de 5 a 50 hectares, portanto abrange desde pequenos a grandes produtores de hortaliças.

De todas as espécies da família das cucurbitáceas, provavelmente, *C. pepo* é a mais polimórfica para características de fruto (DUCHESNE, 1786; NADIN, 1856). No Brasil, existe uma preferência do consumo de fruto imaturo de *C. pepo*, com o padrão ‘Caserta’. A cultivar ‘Caserta’ é a mais tradicional representante do grupo, apresentando frutos cilíndricos e coloração verde-clara com estrias verde-escuras (PARIS; NERSON; BURGER, 1985). Algumas cultivares (a maioria de hábito rasteiro) são utilizadas para se consumir o fruto maduro e, também, as sementes.

2.3 Melhoramento genético de Cucurbitaceae

Até os anos 1990, predominava a utilização de cultivares de abobrinha-italiana de polinização aberta. Por muito tempo, a cultivar mais plantada foi a ‘Caserta’. Além das características de fruto serem amplamente aceitas no mercado, essa cultivar possui uma boa produtividade (ROBINSON; REINERS, 1999).

Em melhoramento genético de Cucurbitaceae, a realização de sucessivos ciclos de autofecundações é uma estratégia muito utilizada, para a obtenção de novas cultivares de polinização aberta, pois aumenta a uniformidade das plantas (BAGGETT; KEAN, 1990; DELLA VECCHIA; TERCENIANO SOBRINHO; TERCENIANO, 1993). Estudando os efeitos da endogamia em *C. pepo*, Bushnell (1922) constata que o processo de autofecundação não acarreta, necessariamente, uma perda de vigor. Erwin e Haber (1929) concluíram que a endogamia não ocasiona impactos significativos no vigor e produtividade em *C. pepo*, *C. moschata* e *C. maxima*. Doijode e Sulladmath (1983) avaliaram a depressão por endogamia em nove características do fruto em *C. moschata* e concluíram que, apesar de respostas variáveis para cada uma, no geral, não há efeitos negativos para elas.

Apesar de esses trabalhos terem como conclusão a reduzida depressão por endogamia em *Cucurbita*, outros autores encontraram resultados que suportam a hipótese contrária. Chekalina (1975, 1977) realizou autofecundações em plantas de *C. pepo* e *C. maxima* por três gerações e concluiu que a endogamia ocasionou uma diminuição em diversas características como potencial de germinação, taxa de crescimento e desenvolvimento, dias para antese de flores masculinas e femininas, número de frutos e aumento da presença de pigmentos aclorofilados. Gadum et al. (2002) autofecundaram plantas de *C. moschata* e observaram que a depressão causada pela endogamia afetava o número total e o número comercial de frutos

produzidos. Stephenson et al. (2001) avaliaram os efeitos da endogamia nos microgametófitos em *C. pepo* ssp. *texana* e concluíram que plantas que foram autofecundadas tiveram a velocidade de germinação do pólen e a taxa do crescimento do tubo polínico afetadas negativamente.

Conforme Whitaker e Davis (1962), mesmo sendo alógamas, espécies cultivadas de *Cucurbita* não seguem o comportamento geral de plantas alógamas para depressão por endogamia. Apesar de alguns trabalhos concluírem que existe depressão por endogamia em Cucurbitaceae, ela ocorre em menor magnitude, quando comparada com outras culturas também alógamas, como o milho e alfafa (BORGHI et al., 1973). Uma possível explicação, para a ausência de depressão por endogamia, é que, em virtude de as primeiras populações cultivadas de Cucurbitaceae serem pequenas e plantadas, durante sucessivos ciclos, o tamanho efetivo foi reduzido e restrito a poucos indivíduos, o que acarretou um aumento da endogamia e a possibilidade de eliminação de plantas que possuíam alelos desfavoráveis, diminuindo a sua frequência (ALLARD, 1960).

O fato de não ocorrer depressão por endogamia, em *Cucurbita*, não significa que a heterose é desprezível (WHITAKER; ROBINSON, 1986). Na cultura da abobrinha, o principal produto é o fruto imaturo, portanto a heterose comercial é representada pela precocidade e o número de frutos produzidos por planta (MALUF, 2001). Curtis (1939) relata que híbridos de *C. pepo* produziram flores femininas 10 dias antes, quando comparados a ambos os parentais, além de a produção da primeira colheita ter sido o dobro da produção de cada genitor. O mesmo autor, utilizando populações parentais e gerações F₁ e F₂, relata valores de heterose em F₁ para colheita precoce de 114% sobre a média parental e 87% sobre o parental superior (CURTIS, 1941). Estudando diferentes grupos de cultivares de *C. pepo*, Anido et al. (2004) concluem que a heterose é significativa entre os diferentes grupos e sugerem a utilização de grupos heteróticos para explorar mais os efeitos de dominância. Karipçin e Inal (2017) realizaram cruzamentos entre linhagens de *C. pepo* tolerantes à salinidade e encontraram valores máximos de produção na ordem de 32,67% para heterose e 24,36% para heterobeliose.

No último levantamento realizado pela Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO SEMENTES E MUDAS, 2009), cerca de 80% das sementes comercializadas de *C. pepo* eram híbridas, sugerindo uma preferência dos produtores por esse tipo de material. Em *C. pepo*, a polinização para a produção de híbridos pode ser realizada de forma manual ou por

“emasculação química”, utilizando etileno (na forma de etefon) para tornar a linha materna somente ginóica (CARDOSO; SOUZA NETO, 2016).

2.4 Relação entre produção e polinização em *C. pepo*

A *Cucurbita pepo* é uma espécie monoica, produzindo flores masculinas e femininas em um mesmo indivíduo. A flor permanece aberta, durante 24 horas, porém a viabilidade do pólen decai bastante durante a manhã da primeira abertura (FREE, 1993; NEPI; PACINI, 1993). Membros da família Cucurbitaceae são quase exclusivamente polinizadas por insetos, porque os grãos de pólen são grandes e pesados, o que dificulta sua dispersão pelo vento. A polinização entomófila é facilitada pelo fato dos grãos de pólen serem adesivos e as flores femininas possuem um estigma pegajoso, corola atrativa para insetos e produzem néctar (FRONK; SLATER, 1956).

A polinização é peça fundamental, na cultura de abobrinha-italiana, pois o fruto é o principal produto proveniente da planta. Durham (1925) demonstrou que flores de *Cucurbita pepo* que foram protegidas, para evitar a visita de insetos, não produziram frutos. Adams, Ashley e Brennan (1990) observaram uma menor produção e peso de frutos, quando se produziam abobrinhas-italianas dentro de túneis de plástico. A diminuição das temperaturas, durante o outono e inverno, em algumas regiões do Brasil, diminui a população e a atividade dos polinizadores, sendo assim um dos fatores que afetam a produção durante essas estações.

É importante ressaltar que a presença de insetos polinizadores não significa uma boa eficiência de polinização, a qual depende de um conjunto de fatores. A eficiência de polinização pode ser avaliada de diversas formas, mas basicamente consiste em três parâmetros: o número de insetos polinizadores, a preferência entre flores femininas e masculinas e o tempo que o visitante permanece na flor. Tepedino (1981), trabalhando com abobrinha-italiana nos Estados Unidos, relata que *Apis mellifera* prefere flores femininas, enquanto *Peponapis pruinosa* prefere flores masculinas. Esse fato poderia afetar a produção, pois poderia não haver visitas suficientes entre as flores femininas e masculina para uma boa fertilização nas áreas cultivadas. Collison e Martin (1974), trabalhando com pepino *Cucumis sativus*, recomendaram uma população grande o suficiente, para que ocorra a visita de pelo menos 13 polinizadores por flor. Os autores relatam, também, a importância da utilização de caixas de abelhas para o aumento da produção. Serra e Campos (2010) ressaltam a importância de áreas de conservação próximas ao cultivo de *C. moschata* para a conservação e manutenção de insetos polinizadores.

Práticas culturais também influenciam na atividade dos polinizadores e, conseqüentemente, na produção. Excesso de irrigação diminui a ação dos polinizadores, além de que o aumento de umidade nas flores polinizadas reduz o pegamento de frutos e produção de sementes em pepino *Cucumis sativus* (COLLISON; MARTIN, 1973). Abelhas são mais ativas no período da manhã, portanto é recomendada a aplicação de inseticidas no período da tarde e utilização de princípios ativos e formulações que não afetem o polinizador. Outras culturas ou a presença de plantas daninhas podem competir com campos de produção de Cucurbitaceae, pela preferência dos polinizadores. McGregor (1976) relata que flores de *Cucumis melo* secretaram somente 1% do valor total de néctar que uma planta de alfafa produz, tornando a alfafa mais atraente para insetos polinizadores e acarretando em um efeito negativo na produção de melão.

2.5 Partenocarpia em *C. pepo*

Noll (1902) foi o primeiro a fazer a relação entre a ausência de sementes e a partenogênese, introduzindo o termo “Partenocarpia”. Apesar de a ausência de sementes ocorrer por diversos fatores, o autor restringiu o uso desse termo somente para frutos sem sementes que são produzidos sem polinização ou algum outro estímulo. Desde a antiguidade, o ser humano cultivava plantas com desenvolvimento de frutos partenocárpicos, tendo como vantagem a produção de frutos sem a necessidade de ocorrer a fecundação, a ausência de sementes, frutos maiores e mais doces, como é o caso da banana, figo de mesa, abacaxi, entre outros (GUSTAFSON, 1942).

A partenocarpia pode ser induzida por estímulos exógenos ou por fatores genéticos. Takashima e Hatta (1955) demonstraram a eficiência de heteroauxinas e ácido alfa-naftaleno acético ao induzir a partenocarpia em *C. pepo*. A utilização de extratos de pólen em *Cucurbita pepo* ajuda a estimular a produção de frutos partenocárpicos, provocando um crescimento do ovário sem ter ocorrido a fecundação (GUSTAFSON, 1937). Robinson e Reiners (1999) isolaram flores femininas de cultivares de abobrinha e observaram que algumas plantas tiveram certo nível de desenvolvimento partenocárpico. Carle (1997), utilizando plantas de *C. pepo* macho-estéreis, observou desenvolvimento dos frutos, mesmo sem obter sementes viáveis.

Nos primeiros relatos de partenocarpia em *C. pepo*, associava-se essa característica com a ocorrência de baixas temperaturas (GLOBERSON, 1971; NITSCH et al., 1952). Rylsky (1974), em seu trabalho, utilizou duas cultivares de abobrinha-italiana e as plantou

tanto no inverno como no verão e foi a primeira a concluir que a diferença observada nas duas cultivares, não era somente pelos efeitos do ambiente e sim que, pelo menos, havia um controle genético relacionado à característica. Em 1998, a cultivar “Whitaker” foi lançada pela Cornell University, sendo suas principais características a resistência às três principais viroses (*Zucchini Yellow Mosaic Virus*, *Cucumber Mosaic Virus* e *Papaya Ringspot Virus* – estirpe Watermelon) e desenvolvimento partenocárpico de frutos (MCCANDLESS, 1998). Pomares-Viciano et al. (2017), estudando os efeitos hormonais em plantas partenocárpicas, relatam valores similares de produção de etileno, dias depois da abertura da flor feminina, tanto em plantas polinizadas como em não polinizadas da cultivar Whitaker. Aparentemente, existe uma rota metabólica influenciada geneticamente, que faz com que flores não polinizadas “comportem-se” como flores que foram fecundadas. Menezes et al. (2005) chegaram à conclusão de que a partenocarpia em *C. pepo* cv. Whitaker é controlada por um gene com dominância parcial do alelo que induz à característica.

Muitas cultivares disponíveis no mercado foram melhoradas sem visar ao desenvolvimento partenocárpico de frutos (TATLIOGLU, 1992). A cultura da abobrinha italiana é considerada uma cultura que está em constante aumento do custo de produção, por isso, o cultivo em ambiente protegido é interessante, pois, com maior controle das condições de cultivo, é possível alcançar altas produtividades e boa qualidade de fruto (PARIS, 2008). A utilização da partenocarpia possibilita o cultivo dentro de casas-de-vegetação sem a necessidade de realizar polinização manual e pode ser utilizada em campos em que o número de insetos polinizadores é baixo.

3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A cultura da abobrinha-italiana possui uma grande importância econômica entre as hortaliças consumidas no Brasil. Ocorrem problemas na produção, durante as épocas de outono e inverno, o que pode ser em razão das baixas temperaturas que afetam as plantas, por baixa eficiência de polinização ou ausência de insetos polinizadores.

A partenocarpia é uma alternativa para a solução dos problemas que ocorrem na produção de abobrinhas. A utilização de híbridos partenocárpicos de *C. pepo* com altos níveis de produção tem o potencial, para tornar a produção em cultivo protegido mais rentável, diminuindo a sazonalidade da cultura e incrementando a produção no campo em que ocorre déficit de polinizadores.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, R. G.; ASHLEY, R. A.; BRENNAN, M. J. Row covers for excluding insect pests from broccoli and summer squash plantings. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 83, n. 3, p. 948–954, June 1990.
- ALLARD, R. W. **Principles of plant breeding**. Nova York: John Willey & Sons, 1960. 485 p.
- ANIDO, F. et al. Heterotic patterns in hybrids involving cultivar-groups of summer squash, *Cucurbita pepo* L. **Euphytica**, Wageningen, v. 135, n. 3, p. 355–360, Mar. 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO SEMENTES E MUDAS - ABCSEM. **Pesquisa de mercado de sementes de hortaliças - Ano Calendário 2009**. Chapadão: ABCSEM, 2009. 5 p. Disponível em: <<http://www.abcsem.com.br/dados-do-setor>>. Acesso em: 28 nov. 2017.
- BAGGETT, J. R.; KEAN, D. Sugar loaf and “honey boat ” winter squashes. **HortScience**, Alexandria, v. 25, n. 3, p. 369–370, Mar. 1990.
- BAPTISTA, C. F. **Polinização de Cucurbita pepo (Cucurbitaceae) por Melipona quadrifasciata (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) em cultivo protegido**. 2016. 32 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.
- BORGHI, B. et al. Inbreeding depression and heterosis in *Cucurbita pepo* evaluated by means of diallel analysis. **Genetika Agraria**, Roma, v. 27, p. 415–431, 1973.
- BUSHNELL, J. W. Isolation of uniform types of hubbard squash by inbreeding. **Proceedings of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v. 17, p. 139–144, 1922.
- CARDOSO, A. I. I. **Polinização manual em abobrinha: efeitos nas produções de frutos e de sementes**. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 23, n. 3, p. 731–734, jul./set. 2005.
- CARDOSO, A. I. I.; SOUZA NETO, I. L. de. Melhoramento de abóbora, abobrinha e moranga. In: NICK, C.; BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de hortaliças**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2016. p. 61–94.
- CARLE, R. B. Bisex sterility governed by a single recessive gene in *Cucurbita pepo* L. **Acta Horticulture**, London, v. 20, p. 46–47, 1997.
- CARPES, R. H. et al. Variabilidade produtiva e agrupamentos de colheitas de abobrinha italiana cultivada em ambiente protegido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 2, p. 264–271, fev. 2010.
- CENTRO DE QUALIDADE, PESQUISA E DESENVOLVIMENTO. Abobrinha. **Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 8, jan./jul. 2017.

CHEKALINA, I. N. Effect of inbreeding on variability of winter squash (*Cucurbita maxima* Duch.) and pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). **Genetika**, Essex, v. 12, p. 550–553, 1977.

_____. Effect of inbreeding on variability of winter squash. **Genetika**, Essex, v. 12, n. 5, p. 45–49, 1975.

COLLISON, C. H.; MARTIN, E. C. Pickle research at Michigan State University–1973-1974. **Michigan State University**, Michigan, v. 277, p. 3–6, 1974.

COLLISON, C. H.; MARTIN, E. C. The effects of overhead irrigation on the pollination of pickling cucumbers. **Pickle Pak Science**, Oxford, v. 3, n. 1, p. 1–3, 1973.

CURTIS, L. C. Comparative earliness and productiveness of first and second generation summer squash (*Cucurbita pepo*) and the possibilities of using second generation seed for commercial planting. **Proceedings of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v. 38, p. 396–398, 1941.

_____. Heterosis in summer squash (*Cucurbita pepo* L.) and the possibilities of producing F1 hybrid seed for commercial planting. **Proceedings of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v. 37, p. 827–828, 1939.

CUTLER, H. C.; WHITAKER, T. W. History and distribution of the cultivated cucurbits in the Americas. **American Antiquity**, Menasha, v. 26, n. 4, p. 469–485, Apr. 1961.

DECKER, D. S. Origin(s), evolution, and systematics of *Cucurbita pepo* (Cucurbitaceae). **Economic Botany**, Bronx, v. 42, n. 1, p. 4–15, Jan./Mar. 1988.

DELLA VECCHIA, P. T.; TERCENIANO SOBRINHO, P.; TERCENIANO, A. Breeding bush types of *Cucurbita moschata* with field resistance to PRSV-w. **Cucurbit Genetics Cooperative**, College Park, v. 16, p. 70–72, 1993.

DEMCHENKO, K. N.; DEMCHENKO, N. Changes of root structure in connection with the development of lateral root primordia in wheat and pumpkins. In: GASPARIKOVA, O. et al. (Ed.). **Recent advances of plant root structure and function**. Kluwer: Academic Publishers, 2001. p. 39–47.

DOIJODE, S. D.; SULLADMATH, U. V. Preliminary studies on heterosis in pumpkin (*Cucurbita moschata* Poir.). **Mysore Journal of Agricultural Sciences**, Karnataka, v. 13, p. 30–34, 1983.

DUCHESNE, A.-N. **Essai sur l'histoire naturelle des courges**. Paris: Panckoucke, 1786. 46 p.

DURHAM, G. B. Has parthenogenesis been confused with hermaphroditism in *Cucurbita*? **The American Naturalist**, v. 59, n. 662, p. 283–284, May/June 1925.

ERWIN, A. T.; HABER, E. S. Species and varietal crosses in cucurbits. **Agricultural Experiment Station, Iowa**, v. 22, n. 263, p. 343–372, 1929.

FERREIRA, M. A. J. da F. F. Abóboras e morangas. In: BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. (Ed.). **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 61–85.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS
STATISTICS - FAOSTAT. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. 2. ed. Londres: Academic Press, 1993. 684 p.

FRONK, W. D.; SLATER, J. A. Insect fauna of cucurbit flowers. **Journal of the Kansas Entomological Society**, Manhattan, v. 29, n. 4, p. 141–145, Oct. 1956.

GADUM, J. et al. Avaliação da depressão por endogamia com sucessivas gerações de autofecundação de abobrinha “Pira Moita”. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 268, jul. 2002.

GLOBERSON, D. Effects of pollination on set and growth of summer squash in Israel. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 7, n. 2, p. 183–188, Apr. 1971.

GULYAEV, V. A. Initiation and formation of lateral radicles in several species within the Cucurbitaceae family. **Botanicheskii Zhurnal**, Leningrad, v. 49, p. 1482–1485, 1964.

GUSTAFSON, F. G. Parthenocarpy induced by pollen extracts. **American Journal of Botany**, Lancaster, v. 24, n. 2, p. 102–107, Feb. 1937.

GUSTAFSON, F. G. Parthenocarpy: natural and artificial. **The Botanical Review**, Bronx, v. 8, n. 9, p. 599–654, Nov. 1942.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 775 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2017.

ISHII, M. **Hábitos alimentares de segmentos populacionais japoneses: histórico da natureza e direção-de mudança**. 1986. 141 p. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.

JANICK, J.; PARIS, H. S. The cucurbit images (1515-1518) of the Villa Farnesina, Rome. **Annals of Botany**, Oxford, v. 97, n. 2, p. 165–176, Feb. 2006.

KARIPÇIN, M. Z.; INAL, B. Determination of heterosis and heterobeltiosis values of salt-tolerant summer squash (*Cucurbita pepo* L.) genotypes and genetic relationships of parental genomes. **Applied Ecology and Environmental Research**, Oxford, v. 15, n. 4, p. 779–796, 2017.

LEBEDA, A.; REPUBLIC, C.; PARIS, H. S. Variation for morphological traits within and among *Cucurbita pepo* genotypes. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CUCURBITS, 4., 2010, **Proceedings...** Changsha: Acta Horticulturae, 2010. p. 211–218.

- LIRA-SAADE, R. L. Estudios taxonómicos y ecogeográficos de las cucurbitaceae latinoamericanas de importancia económica. In: MAXTED, N. **Systematic and ecogeographic studies on crop gene pools**. 9. ed. Roma: IPGRI, 1995. 281 p.
- MALLORY, T. E. et al. Sequence and pattern of lateral root formation in five selected species. **American Journal of Botany**, Lancaster, v. 57, n. 7, p. 800–809, Aug. 1970.
- MALUF, W. R. Heterose e emprego de híbridos F1 em hortaliças. In: NASS, L. L. et al. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento: plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 327–356.
- MARTÍNEZ, C. et al. Involvement of ethylene biosynthesis and signalling in fruit set and early fruit development in zucchini squash (*Cucurbita pepo* L.). **BMC Plant Biology**, London, v. 13, p. 139, 2013.
- MARTÍNEZ, C. et al. Sources of parthenocarpy for Zucchini breeding: relationship with ethylene production and sensitivity. **Euphytica**, Wageningen, v. 200, n. 3, p. 349–362, Dec. 2014.
- MCCANDLESS, L. Geneva releases “Whitaker” summer squash. In: New York State Vegetable Conference On, 1998, New York. **Proceedings...** New York: [s.n.], 1998.
- MCGREGOR, S. E. **Insect pollination of cultivated plants**. United States: United States Department Of Agriculture, 1976. 849 p.
- MENDES, A. J. T. Partenogênese, partenocarpia e casos anormais de fertilização em *Coffea*. **Bragantia**, Campinas, v. 6, n. 6, p. 265-273, 1946.
- MENEZES, C. B. et al. Inheritance of parthenocarpy in summer squash (*Cucurbita pepo* L.). **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 4, n. 1, mar. p. 39–46, 2005.
- NADIN, C. Nouvelles recherches sur les caractères spécifiques et les variétés des plantes du genre *Cucurbita*. **Annales des Sciences Naturelles. Botanique**, Paris, v. 4, n. 6, p. 5–73, 1856.
- NEPI, M.; PACINI, E. Pollination, pollen viability and pistil receptivity in *Cucurbita pepo*. **Annals of Botany**, Oxford, v. 72, n. 6, p. 527–536, Dec. 1993.
- NITSCH, J. P. et al. The development of sex expression in cucurbit flowers. **American Journal of Botany**, Lancaster, v. 39, n. 1, p. 32–43, Jan. 1952.
- NOLL, F. **Fruchtbildung ohne vorausgegangene Bestäubung (Parthenokarpie) bei der Gurke**. Sitzungsab: Niederrhein Bonn, 1902.
- PARIS, H. S.; NERSON, H.; BURGER, Y. Precocious caserta summer squash breeding line. **HortScience**, Alexandria, v. 20, n. 4, p. 786, 1985.
- PARIS, H. S. Summer squash. In: PROHENS, J.; RUIZ, J.; NUEZ, F. (Ed.). **Handbook of plant breeding. Vegetables I**. Nova York: Springer-Verlag, 2008. p. 351–381.

- PEARSON, O. H. Heterosis in vegetable crops. In: FRANKEL, R. (Ed.). **Heterosis. Monographs on theoretical and applied genetics**. Berlim: Springer, 1983. v. 6, p. 139–182.
- PEÑARANDA, A. et al. Production of fruits with attached flowers in zucchini squash is correlated with the arrest of maturation of female flowers. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Ashford, v. 82, n. 4, p. 579–584, Mar. 2007.
- POMARES-VICIANA, T. et al. Auxin signalling regulation during induced and parthenocarpic fruit set in zucchini. **Molecular Breeding**, Dordrecht, v. 37, n. 4, p. 56, Apr. 2017.
- ROBINSON, R. W.; REINERS, S. Parthenocarpy in summer squash. **HortScience**, Alexandria, v. 34, n. 4, p. 715–717, July 1999.
- RYLSKY, I. Effects of season on parthenocarpic and fertilized summer squash. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 10, n. 1, p. 39–44, Jan. 1974.
- SERRA, B. D. V.; CAMPOS, L. A. O. Polinização entomófila de abobrinha, *Cucurbita moschata* (Cucurbitaceae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 2, p. 153–159, mar./abr. 2010.
- STEPHENSON, A. G. et al. The performance of microgametophytes is affected by inbreeding depression and hybrid vigor in the sporophytic generation. **Sexual Plant Reproduction**, Berlin, v. 14, n. 1/2, p. 77–83, Sept. 2001.
- TAKASHIMA, S.; HATTA, S. Effect of phytohormones on parthenocarpy in cucurbits. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 24, n. 1, p. 59–61, 1955.
- TATLIOGLU, T. Cucumber *cucumis sativus* L. In: KALLOO, G.; BERGH, B. O. (Ed.). **Genetic improvement of vegetable crops**. Amsterdam: John Wiley & Sons, 1992. p. 197–234.
- TEPEDINO, V. J. The pollination efficiency of the squash bee (*Peponapis pruinosa*) and the honey bee (*Apis mellifera*) on summer squash (*Cucurbita pepo*). **Journal of the Kansas Entomological Society**, Manhattan, v. 54, n. 2, p. 359–377, Apr. 1981.
- TOKUNAGA, J. H.; CARDOSO, A. I. I. Avaliação de cultivares de abobrinha de moita. **Biotemas**, Florianópolis, v. 14, n. 2, p. 37-46, 2001.
- WHITAKER, T. W.; DAVIS, G. N. **Cucurbits: botany, cultivation, and utilization**. Londres: Leonard Hill Books, 1962. 250 p.
- WHITAKER, T. W. The origin of the cultivated *Cucurbita*. **The American Naturalist**, v. 90, n. 852, p. 171–176, May/June 1956.
- WHITAKER, T. W.; ROBINSON, R. W. Squash breeding. In: BASSET, M. J. (Ed.). **Breeding vegetable crops**. Westport: AVI Publishing Company, 1986. Cap. 6, p. 209–242.

WIEN, H. C. et al. Flowering, sex expression, and fruiting of pumpkin (*cucurbita* sp.) cultivars under various temperatures in greenhouse and distant field trials. **HortScience**, Alexandria, v. 39, n. 2, p. 239–242, Apr. 2004.

WOLFENBARGER, D. O. Honey bees increase squash yields. **American Bee Journal**, Hamilton, v. 7, n. 1, p. 15–19, 1962.

SEGUNDA PARTE – ARTIGO

**ARTIGO 1 – AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO E PARTENOCARPIA EM HÍBRIDOS
DE *Cucurbita pepo* L.**

Artigo formatado conforme a NBR 6022 (ABNT, 2003).

RESUMO

A abobrinha-italiana (*Cucurbita pepo* L.) é uma das hortaliças mais consumidas e com uma produção cosmopolita. A disponibilidade do fruto diminui, durante as estações de outono e inverno, pois as baixas temperaturas afetam negativamente a produção e a qualidade do fruto nessas estações. O cultivo em ambiente protegido poderia ser uma opção para contornar o problema que a cultura sofre durante épocas de baixa temperatura. Um obstáculo do cultivo de abobrinha, em casa de vegetação, é que a estrutura dificulta ou não permite a entrada de agentes polinizadores. A utilização de cultivares com desenvolvimento partenocárpico de frutos tem o potencial de aumentar a produtividade em campos em que a polinização não é eficiente e tornar o cultivo protegido mais viável. Atualmente os produtores preferem utilizar híbridos, em virtude da maior precocidade na produção e número de frutos produzidos. Objetivou-se neste trabalho avaliar híbridos de *C. pepo*, desenvolvidos no Programa de Melhoramento Genético de Hortaliças da Universidade Federal de Lavras, quanto ao nível de produção e partenocarpia. As avaliações foram realizadas na área experimental da empresa HortiAgro Sementes SA. Foram utilizados 16 genótipos, sendo 12 híbridos com desenvolvimento partenocárpico de frutos e 4 testemunhas comerciais. Para as características de produção total, produção precoce, número de frutos total e número de frutos precoces, os híbridos AB-HE-12, AB-HE-13, AB-HE-15 e AB-HE-17 se destacaram, igualando-se aos híbridos comerciais. Em relação à nota de partenocarpia, todos os híbridos AB-HE foram superiores aos outros materiais. A utilização de um genitor partenocárpico é suficiente para se obter híbridos com alto nível de partenocarpia. A heterose foi expressiva para as quatro características relacionadas à produção. A alta correlação entre as características de produção precoce, produção total, número de frutos total e número de frutos precoces demonstra a viabilidade de realizar seleção a partir de dados obtidos das três primeiras colheitas.

Palavras-chave: Casa de vegetação. Polinização. Heterose. Abobrinha-italiana.

ABSTRACT

The zucchini summer squash (*Cucurbita pepo* L.) is one of the most consumed vegetables with a cosmopolitan production. Fruit availability decreases during the autumn and winter seasons, as low temperatures adversely affect fruit production and quality at these seasons. Growing in a protected environment could be an option to circumvent the problem that the crop suffers during times of low temperature. A problem of growing zucchini in a greenhouse is that the structure hinders or does not allow the entry of pollinating agents. The use of cultivars with parthenocarpic fruit development has the potential to increase productivity in fields where pollination is not efficient and make protected cultivation more viable. Currently the producers prefer to use hybrids, due to higher precocity in the production and number of fruits produced. The objective of this work was to evaluate hybrids of *C. pepo* developed in the Program of Genetic Improvement of Vegetables of the Universidade Federal de Lavras, regarding the level of production and parthenocarpy. The evaluations were carried out in the experimental area of the company HortiAgro Sementes SA. Sixteen genotypes were used, 12 hybrids with parthenocarpic fruit development and 4 commercial controls. For the characteristics of total production, early production, total number of fruits and number of early fruits, the hybrids AB-HE-12, AB-HE-13, AB-HE-15 and AB- commercial hybrids. Regarding the parthenocarpy note, all AB-HE hybrids were superior to other materials. The use of a parthenocarpic genitor is sufficient to obtain hybrids with high level of parthenocarpy. The heterosis was expressive for the four characteristics related to the production. The high correlation between the characteristics of early production, total yield, total number of fruits and number of early fruits, demonstrates the feasibility of performing selection from data obtained from the first three harvests.

Keywords: greenhouse, pollination, heterosis, zucchini.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o último levantamento da FAO, em 2014, foram produzidas em torno de 25,2 milhões de toneladas de abóboras, abobrinhas e morangas no mundo. Dentro da família Cucurbitaceae, o cultivo de abobrinha (*Cucurbita pepo* L.) é um dos mais importantes em nível de produção e valor econômico. *Cucurbita pepo* é considerada uma cultura de estação quente. Durante as épocas de outono e inverno, as baixas temperaturas podem afetar a cultura, ocorrendo uma diminuição da produção e da qualidade do fruto (ROUPHAEL; COLLA, 2005). O plantio em casas de vegetação é uma alternativa que permite o cultivo de hortaliças fora de épocas adequadas e em locais onde as condições são limitantes para a implantação da cultura (LORENTZ et al., 2004).

Plantas de abobrinhas são monoicas, tendo seus órgãos femininos e masculinos separados em flores unissexuais. Os grãos de pólen são grandes e pesados para serem dispersos pelo vento, sendo, então, necessária a presença de insetos polinizadores para realizar essa tarefa (DELAPLANE; MAYER, 2000). Esse fato é um problema, quando se pratica o cultivo protegido, pois a estrutura não permite a entrada de polinizadores. Durham (1925) protegeu flores femininas de abobrinha, para evitar a visita de polinizadores e, como resultado, nenhum fruto foi produzido. Adams, Ashley e Brennan (1990) observaram que plantas de *C. pepo* cultivadas em túneis de plástico apresentaram uma menor produção e peso de frutos quando comparadas a plantas cultivadas no campo.

A presença de polinizadores não implica, necessariamente, uma polinização eficiente. A eficiência de polinização pode ser definida como a contribuição dos agentes polinizadores para a polinização da planta (MATSUKI et al., 2008). Basicamente, a eficiência de polinização em plantações é avaliada, observando os insetos que visitam as flores, o número de visitas necessárias, para que ocorra polinização, a preferência entre flores femininas ou masculinas e a duração da visita. Tepedino (1981), estudando a eficiência de polinização em abobrinha, observou que *Apis mellifera* tem preferência por flores pistiladas, enquanto *Peponapis pruinosa* prefere flores estaminadas. Vidal et al. (2010) relatam que a maior porcentagem de frutos estabelecidos em *C. pepo* foi atingida quando as flores femininas receberam 12 visitas de abelhas. São diversos os fatores que influenciam a polinização, portanto é possível que, mesmo com a presença de agentes polinizadores, a produção não esteja atingindo seu potencial.

A polinização tem um papel fundamental em *Cucurbita pepo*, pois o fruto imaturo é o principal produto. Uma opção, para contornar os problemas do cultivo de abobrinha em casas

de vegetação ou em locais onde a eficiência de polinização é baixa, é a utilização de cultivares partenocárpicas. Em *C. pepo*, a maioria das cultivares partenocárpicas só apresenta esse desenvolvimento, quando ocorrem condições ambientais específicas, como em épocas de inverno (GLOBERSON, 1971; RYLSKY, 1974). A cultivar ‘Whitaker’, desenvolvida na Cornell University, possui partenocarpia que se manifesta independente da temperatura. Robinson e Reiners (1999) concluem que, apesar da cv. ‘Whitaker’ possuir um bom nível de desenvolvimento de frutos partenocárpicos, a sua produção total de frutos foi menor quando comparada com plantas polinizadas.

Existe um grande número de híbridos de *Cucurbita pepo* disponíveis no mercado, pois sua produção e consumo são cosmopolitas (CARDOSO; SOUZA NETO, 2016). Por ser uma cultura em que se consome principalmente o fruto, a heterose comercial em abobrinha é melhor representada pela precocidade e pelo número de frutos produzidos pela planta (MALUF, 2001). Curtis (1941), utilizando populações parentais e geração F₁ de *C. pepo*, relatou valores de heterose em F₁, para colheita precoce de 114% sobre a média parental e 87% sobre o genitor superior. A partir de cruzamentos entre linhagens de *C. pepo*, Firpo et al. (1998) obtiveram resultados que demonstravam heterose em características como número total de frutos, número de frutos precoces, número de folhas, diâmetro da folha e peso da planta. Dumitru et al. (2015), em seu estudo da magnitude da heterose em cruzamentos de linhagens de *Cucurbita pepo*, relatam que a heterose para produção variou entre 1,5% a 51,9%. Em um dialelo entre linhagens tolerantes à salinidade, Karipçin e Inal (2017) encontraram valores máximos de 32,67% para heterose e 24,36% para heterobeltiose.

A partenocarpia é utilizada em diversas culturas, porém, em *Cucurbita pepo*, não tem recebido tanta atenção (MENEZES et al., 2005; ROBINSON; REINERS, 1999). O desenvolvimento de híbridos comercialmente competitivos e partenocárpicos seria um grande avanço na cultura de *C. pepo*. Neste trabalho objetivou-se avaliar híbridos de abobrinha-italiana desenvolvidos pelo Programa de Melhoramento de Hortaliças da Universidade Federal de Lavras e da HortiAgro Sementes SA, para as características de produção total, produção precoce, número total de frutos, número de frutos precoces e partenocarpia.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local

Os experimentos foram conduzidos na área experimental da Empresa Hortiagro Sementes S.A., localizada no município de Ijaci, Sul do Estado de Minas Gerais, entre os períodos de 28/03/2016 a 05/06/2016. A estação está localizada a 918 m de altitude, 21^o 14' 16'' de latitude Sul e a 45^o 08' 00'' de longitude oeste. A região apresenta clima denominado de tropical úmido, com inverno seco e verão quente.

2.2 Genótipos utilizados para os experimentos de produção e partenocarpia

Foram utilizados 16 genótipos de abobrinha. As descrições dos materiais genéticos utilizados estão apresentados no Quadro 1. Os 12 híbridos com o código AB-HE que foram utilizados no experimento são resultantes do cruzamento entre linhagens do banco de germoplasma da HortiAgro Sementes S.A. ou do cruzamento de uma dessas linhagens com cultivares comerciais. As linhagens de código ABX são linhagens provenientes do cruzamento entre as cultivares 'Caserta' e 'Whitaker' e foram selecionadas em gerações anteriores para partenocarpia. No entanto os níveis de partenocarpia não estavam devidamente caracterizados. Por outro lado, as cultivares 'Caserta' e 'Clarice', usadas como genitores em 8 dos 12 híbridos experimentais, são sabidamente não partenocárpicas (MENEZES et al., 2005; NOGUEIRA et al., 2011). Foram utilizados como testemunhas pelos padrões de mercado os híbridos comerciais 'PX-7051' (Seminis), 'Alicia' e 'Alanis' (Sakata) e a cultivar 'Caserta'.

2.3 Avaliação da produção

Os genótipos foram semeados, em bandejas de poliestireno, contendo substrato comercial, no dia 28/03/2016. Em 15/04/2016, após atingirem o estágio de segunda folha definitiva expandida, os genótipos foram transplantados para canteiros. Cada parcela foi constituída de 10 plantas, espaçadas por 1,0 m x 0,5 m, em delineamento de blocos casualizados completos, contendo 16 tratamentos com 3 repetições.

Para a avaliação da produção, foram colhidos os frutos com 18 cm, padrão comercial. Foram realizadas três colheitas por semana, durante todo o ciclo produtivo e no período entre

os dias 09/05/2016 e 05/06/2016, totalizando 13 colheitas. Os frutos colhidos foram levados para pesagem, contabilizados, sendo descartados aqueles que não atendiam os critérios comerciais. Assim, foi mensurada produção total, produção precoce, número de frutos total, número de frutos precoces e peso médio de frutos. A característica peso médio de frutos foi calculada a partir da divisão da produção total pelo número de frutos total. Para produção precoce e número de frutos precoces, foi utilizada a soma das três primeiras colheitas, da primeira semana do ciclo produtivo.

2.4 Avaliação da partenocarpia

Um segundo experimento foi estabelecido para a avaliação do grau de expressão de partenocarpia. Os genótipos foram semeados no dia 28/03/2016, em bandejas de poliestireno, contendo substrato comercial. Após atingirem o estágio de segunda folha definitiva expandida, os genótipos foram transplantados para canteiros, no dia 15/04/2016. Cada parcela foi constituída de 6 plantas, espaçadas por 1,0 m x 0,5 m, em delineamento de blocos casualizados completos, contendo 16 tratamentos com 3 repetições.

As avaliações foram iniciadas a partir da primeira flor feminina emitida. As proteções foram realizadas no período de 09/05/2016 ao dia 05/06/2016. Foi protegida uma flor feminina por dia, sendo descartadas flores abertas. Os botões florais femininos tiveram suas corolas amarradas com um fio de lã e foram protegidos com sacos de papel, fechados na base com cliques, para evitar a polinização e a entrada de insetos. As flores foram marcadas com lãs de diferentes cores, sendo as diferentes cores usadas para identificar em qual o dia da semana foi realizada a proteção. Após sete dias da flor ter sido protegida, os sacos foram retirados e foi avaliado o grau de partenocarpia, utilizando-se uma escala de notas de 1 a 5, conforme segue:

- 1 = frutos com comprimento de até 9 cm ou com fundo mole e necrosado;
- 2 = frutos com comprimento entre 9 e 11 cm;
- 3 = frutos com comprimento entre 11 e 13 cm;
- 4 = frutos com comprimento entre 13 e 15 cm;
- 5 = frutos com comprimento acima de 15 cm.

Nesta escala, frutos que se desenvolvem partenocarpicamente teriam notas 5, e flores abortadas, por não polinização, notas 1. No total, foram avaliados 12 frutos por planta.

2.5 Análise

2.5.1 Análise de variância

A partir dos dados obtidos para cada tratamento, efetuou-se a análise de variância, para os cinco caracteres avaliados, utilizando o nível nominal de significância de 5%, seguindo o modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + e_{ij}$$

Em que: μ = média geral dos tratamentos;

i = genótipo ($i= 1, 2, \dots, 16$);

T = efeito fixo do i -ésimo genótipo;

j = blocos ($i=1, 2, 3$);

B = efeito aleatório do j -ésimo bloco;

e_{ij} = erro aleatório, normal e independentemente distribuído.

As notas para partenocarpia foram transformadas, extraíndo-se a raiz quadrada, para seguir os pressupostos da análise de variância. As análises foram realizadas com auxílio do software estatístico R (R CORE TEAM, 2016). Para as características produção total, produção precoce, número de frutos total, número de frutos precoce e partenocarpia, utilizou-se o teste de Scott-Knott para agrupamento de médias.

2.5.2 Correlação de Pearson

Foi calculada a estimativa do coeficiente de correlação fenotípica de Pearson (r) entre as características produção total, produção precoce, número de frutos total e número de frutos precoce, baseado nas médias de repetições, segundo a fórmula:

$$r_{(x,y)} = \frac{\text{COV}_{(x,y)}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$$

Em que:

$r_{(x,y)}$ = correlação entre os caracteres x e y ;

$Cov_{(x,y)}$ = covariância entre os caracteres x e y;

σ_x e σ_y = desvio padrão dos caracteres x e y, respectivamente.

A significância dos coeficientes de correlação foi verificada pelo teste t, ao nível de 1% e de 5% de probabilidade (SNEDECOR; COCHRAN, 1980). As correlações foram realizadas com o auxílio do software estatístico GENES (CRUZ, 1997).

2.5.3 Contraste

Foi calculado o contraste entre os híbridos AB-HE-10, AB-HE-11, AB-HE-12, AB-HE-13, AB-HE-14, AB-HE-15, AB-HE-16, AB-HE-17 (provenientes do cruzamento entre uma linhagem do Programa de Melhoramento Genético de Hortaliças com uma cultivar comercial) com os híbridos AB-HE-18, AB-HE-19, AB-HE-20 e AB-HE-21 (provenientes do cruzamento entre duas linhagens desenvolvidas no programa). As características avaliadas foram: produção total, número de frutos total, produção precoce, número de frutos precoces e partenocarpia. As análises foram realizadas com auxílio do software estatístico R (R CORE TEAM, 2016).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Produção

Para as características produção total, produção precoce, número de frutos total e número de frutos precoce, os tratamentos diferiram, significativamente, ao nível de $\alpha = 0,05$ (Tabela 1.). No Quadro 2, são apresentadas as médias dos tratamentos e o resultado do teste de Scott-Knott. Os híbridos AB-HE-12, AB-HE-13, AB-HE-15 e AB-HE-17 tiveram um desempenho similar aos híbridos utilizados no mercado, para produção total ($t.ha^{-1}$). Para a característica número de frutos total ($mil.ha^{-1}$), o híbrido PX-7051 foi o que obteve maior média, enquanto os híbridos AB-HE-10, AB-HE-11, AB-HE-12, AB-HE-13, AB-HE-14, AB-HE-15 e AB-HE-17 foram similares às outras testemunhas.

Para produção precoce ($t.ha^{-1}$), os híbridos AB-HE-10, AB-HE-11, AB-HE-12, AB-HE-13, AB-HE-14, AB-HE-15, AB-HE-16 e AB-HE-17 se igualaram aos híbridos comerciais e à cultivar padrão ‘Caserta’. O resultado, para número de frutos precoces ($mil.ha^{-1}$), foi similar ao de produção precoce e os oito híbridos apresentaram números semelhantes às testemunhas. O coeficiente de variação foi alto para produção precoce e para número de frutos precoces. Uma explicação é que alguns híbridos foram muito produtivos precocemente, enquanto outros apresentaram baixa produção nas três primeiras colheitas.

O teste não foi significativo para a característica peso médio de frutos ($kg.n^{\circ}$ de frutos⁻¹). Como os frutos foram colhidos, seguindo o padrão estabelecido de 18 cm, esse resultado demonstra que nenhum genótipo foi favorecido ou desfavorecido, durante as avaliações das características relacionadas à produção.

É interessante ressaltar que os híbridos que tiveram melhores desempenhos foram aqueles provenientes dos cruzamentos entre uma linhagem partenocárpica com uma cultivar comercial, ‘Caserta’ ou ‘Clarice’. Trabalhando com análise genética de um dialelo de *Cucurbita pepo*, Koch (1995) observou valores significativos de heterose, para produção total e produção precoce, porém, quando se comparou a magnitude relativa da capacidade geral de combinação e a capacidade específica de combinação, foi nítida a predominância dos efeitos aditivos nesses caracteres. As linhagens ABX foram desenvolvidas, a partir de cruzamentos em que foi utilizada a cv ‘Whitaker’, a qual – a despeito de suas boas qualidades (resistência a viroses e excelente expressão de partenocarpia) – é uma cultivar pouco produtiva e pouca adaptada às condições do Sudeste brasileiro. Em contraste, as cultivares ‘Caserta’ e ‘Clarice’ são produtivas e bastante utilizadas pelos produtores. O resultado dos híbridos AB-HE-10,

AB-HE-11, AB-HE-12, AB-HE-13, AB-HE-14, AB-HE-15, AB-HE-16 e AB-HE-17 se sobressaíram dentre os genótipos avaliados, o que confirma o trabalho de Nogueira (2007), em análise dialélica de *C. pepo*, no qual os híbridos provenientes de cultivares ‘Clarice’ e ‘Caserta’ com linhagens ABX tiveram um bom desempenho para produção total e produção precoce.

Esses fatos explicariam a vantagem que os híbridos de uma linhagem do programa com uma dessas cultivares têm quando comparados aos provenientes somente de linhagens desenvolvidas no programa. ‘Clarice’ e ‘Caserta’ são consideradas referência em produção e qualidade de fruto, no grupo de cultivares polinização aberta. Aparentemente as qualidades dessas cultivares, juntamente com as linhagens ABX, fizeram com que os híbridos AB-HE-10, AB-HE-11, AB-HE-12, AB-HE-13, AB-HE-14, AB-HE-15, AB-HE-16 e AB-HE-17 se sobressaíssem sobre os demais (AB-HE-18, AB-HE-19, AB-HE-20 e AB-HE-21), para as quatro características avaliadas relacionadas à produção.

Os contrastes entre os híbridos em que apenas uma das linhagens parentais é oriunda do programa de melhoramento da UFLA (AB-HE-10, AB-HE-11, AB-HE-12, AB-HE-13, AB-HE-14, AB-HE-15, AB-HE-16, AB-HE-17) e aquele, em que ambas as linhagens parentais são oriundas deste programa (AB-HE-18, AB-HE-19, AB-HE-20 e AB-HE-21), foram significativos para produção total, número de frutos total, produção precoce e número de frutos precoce (Tabela 1). As estimativas dos contrastes foram positivas, reforçando a hipótese de que híbridos, provenientes do cruzamento entre uma linhagem desenvolvida pelo programa e uma linhagem comercial, tiveram melhor desempenho que os híbridos provenientes de dois genitores de linhagens ABX para as quatro características (Tabela 3).

Uma interpretação adicional ao resultado obtido no contraste é a manifestação de heterose nesses híbridos. Valores positivos e significativos ($\alpha=0,05$) para produção total, número de frutos total, produção precoce e número de frutos precoce parecem indicar que, para estas características, há expressão de heterose em abobrinha (Tabela 3). Os híbridos AB-HE-18, AB-HE-19, AB-HE-20 e AB-HE-21 compreendem duas linhagens parentais de background genético semelhante, assim, é provável que a heterose deva ocorrer em pequeno grau ou ser nula. Por outro lado, os híbridos AB-HE-10, AB-HE-11, AB-HE-12, AB-HE-13, AB-HE-14, AB-HE-15, AB-HE-16, AB-HE-17 são provenientes dos cruzamentos entre linhagens ABX com linhagens comerciais de diferentes backgrounds, portanto a magnitude da heterose é presumivelmente maior.

A análise da correlação de Pearson e os respectivos coeficientes de correlação (r) entre os caracteres estão apresentados na Tabela 4. Os coeficientes de correlação foram

significativos, demonstrando associação das características. É possível observar que a produção e o número de frutos, durante o ciclo inteiro da cultura, estão relacionados com a produção e o número de frutos produzidos nas 3 primeiras colheitas.

A utilização dessas correlações, para seleção de híbridos, pode ser de grande ajuda para o melhoramento de *Cucurbita pepo*, pois, geralmente, são testadas muitas combinações, em espaçamentos que tornam os experimentos grandes e requerem muita mão de obra. Além disso, em etapas iniciais de um programa de melhoramento, normalmente, são obtidas poucas sementes de um material. O desempenho de uma linhagem é avaliado pela sua produção e número de frutos, fato que dificulta a produção de sementes, no decorrer do programa de melhoramento, pois, em *Cucurbita pepo*, é necessário deixar o fruto amadurecer e diminuindo o período de avaliações. A utilização dos dados de produção precoce e número precoce de frutos, para selecionar matérias, podem ajudar a contornar esse problema.

3.2 Partenocarpia

O teste F foi significativo ao nível de 5% para a partenocarpia (Tabela 1). Na Tabela 2 são apresentados os genótipos e suas respectivas médias para o grau de partenocarpia. Os híbridos desenvolvidos pelo Programa de Melhoramento de Hortaliças foram os que obtiveram maiores médias para nota de partenocarpia. Os híbridos utilizados como testemunhas ficaram com médias inferiores, e a cultivar ‘Caserta’ foi a que teve o pior desempenho para essa característica.

O bom desenvolvimento de frutos partenocárpicos dos híbridos AB-HE se deve ao fato do alelo que confere essa característica possuir controle genético monogênico, com dominância parcial para a indução da partenocarpia (MENEZES et al., 2005), presumivelmente presente nas linhagens parentais ABX. Robinson, um dos envolvidos no desenvolvimento da cultivar ‘Whitaker’, ressaltou que ela poderia servir de base para a produção de híbridos (MCCANDLESS, 1998). O fato dos híbridos PX-7051, Alicia e Alanis ficarem em uma posição intermediária, quanto ao grau de partenocarpia, é pelo fato de possuírem ovários mais desenvolvidos que a cultivar ‘Caserta’, mas, como o crescimento é interrompido pela ausência da partenocarpia, esses híbridos comerciais não alcançam o mesmo nível de partenocarpia que os híbridos AB-HE.

O gene que controla a partenocarpia na cv ‘Whitaker’ é presumivelmente diferente de outras fontes para a mesma característica. Pomares-Viciano et al. (2017) estudaram diferentes cultivares partenocárpicas e observaram que a ‘Whitaker’ não seguia comportamento geral

quanto à produção de etileno de flores polinizadas e não polinizadas. Diferentemente das outras cultivares, na ‘Whitaker’, a produção de etileno, em flores não polinizadas, teve o mesmo comportamento do ocorrido, em flores polinizadas, sugerindo que o gene envolvido na partenocarpia teve uma rota diferente dos genes que, normalmente, estão presentes em outras cultivares. Esse fato apresenta uma segurança quanto à produção dos híbridos, em condições de ausência de polinização, uma vez que eles se manterão estáveis, produzindo frutos normalmente.

Esses resultados demonstram que os híbridos experimentais, em que apenas um dos genitores é partenocárpico (AB-HE-10, AB-HE-11, AB-HE-12, AB-HE-13, AB-HE-14, AB-HE-15, AB-HE-16 e AB-HE-17), apresentaram expressões de partenocarpia similares às dos híbridos em que ambos os genitores eram partenocárpicos (AB-HE-18, AB-HE-19, AB-HE-20 e AB-HE-21).

O contraste não foi significativo para partenocarpia (Tabela 1) e todos os híbridos experimentais, quer homozigotos quer heterozigotos, para partenocarpia, apresentaram médias similares (Quadro 1) Esse resultado reforça que tanto genótipos heterozigotos, para o gene de indução de partenocarpia e genótipos homozigotos são eficientes, para produção partenocárpica de frutos e que o alelo que controla a partenocarpia tem dominância completa. Isso contrasta com as condições do ensaio de Menezes et al. (2005), que relatam dominância incompleta (grau de dominância entre 0,2 e 0,5). A discrepância destes dois resultados pode indicar que há influência ambiental da expressão do grau de dominância do alelo para partenocarpia.

4 CONCLUSÃO

Os híbridos AB-HE-12, AB-HE-13, AB-HE-15 e AB-HE-17 tiveram desempenho igual aos híbridos disponíveis no mercado, quanto à produção total, produção precoce e número de frutos precoces. Todos os híbridos de abobrinha desenvolvidos pelo Programa de Melhoramento de Hortaliças da Universidade Federal de Lavras foram eficientes no desenvolvimento de frutos partenocárpico. Híbridos em que apenas um dos genitores é partenocárpico apresentaram expressão de partenocarpia similar àqueles em que ambos os genitores são partenocárpico. Em abobrinha de moita, a heterose é expressiva em produção total, produção precoce, número de frutos total e número de frutos precoce. A utilização de número de frutos precoce e produção precoce são bons indicadores, para fazer seleção de híbridos de *Cucurbita pepo*, sem precisar gastar recursos até o fim do ciclo produtivo.

REFERÊNCIAS

ADAMS, R. G.; ASHLEY, R. A.; BRENNAN, M. J. Row covers for excluding insect pests from broccoli and summer squash plantings. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 83, n. 3, p. 948–954, June 1990.

CARDOSO, A. I. I.; SOUZA NETO, I. L. de. Melhoria de abóbora, abobrinha e moranga. In: NICK, C.; BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de hortaliças**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2016. p. 61–94.

CRUZ, C. D. **Programa GENES**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: Editora UFV, 1997.

CURTIS, L. C. Comparative earliness and productiveness of first and second generation summer squash (*Cucurbita pepo*) and the possibilities of using second generation seed for commercial planting. **Proceedings of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v. 38, p. 396–398, 1941.

DELAPLANE, K. S.; MAYER, D. F. **Crop pollination by bees**. New York: CABI Publishing, 2000. 352 p.

DUMITRU, M. et al. Intensity heterosis effect in squash *Cucurbita Pepo* L. conv. *giromontia* Alef. **Bulletin UASVM Horticulture**, New York, v. 72, n. 2, p. 459–460, 2015.

DURHAM, G. B. Has parthenogenesis been confused with hermaphroditism in *Cucurbita*? **The American Naturalist**, v. 59, n. 662, p. 283–284, May/June 1925.

FIRPO, I. T. et al. Heterosis in summer squash (*Cucurbita pepo* L.). **Cucurbit Genetics Cooperative**, Madison, v. 21, p. 43–45, 1998.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS
STATISTICS - FAOSTAT. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

GLOBERSON, D. Effects of pollination on set and growth of summer squash in Israel. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 7, n. 2, p. 183–188, Apr. 1971.

KARIPÇIN, M. Z.; INAL, B. Determination of heterosis and heterobeltiosis values of salt-tolerant summer squash (*Cucurbita pepo* L.) genotypes and genetic relationships of parental genomes. **Applied Ecology and Environmental Research**, Oxford, v. 15, n. 4, p. 779–796, 2017.

KOCH, P. S. **Análise genética de um cruzamento dialélico em abobrinha (*Cucurbita pepo* L.)**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1995. 79 p.

LORENTZ, L. H. et al. Variação temporal do tamanho de amostra para experimentos em estufa plástica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1043–1049, jul. /set. 2004.

- MALUF, W. R. Heterose e emprego de híbridos F1 em hortaliças. In: NASS, L. L. et al. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento: plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 327–356.
- MATSUKI, Y. et al. Pollination efficiencies of flower-visiting insects as determined by direct genetic analysis of pollen origin. **American Journal of Botany**, Lancaster, v. 95, n. 8, p. 925–930, Aug. 2008.
- MCCANDLESS, L. Geneva releases “Whitaker” summer squash. In: New York State Vegetable Conference On, 1998, New York. **Proceedings...** New York: [s.n.], 1998.
- MENEZES, C. B. et al. Inheritance of parthenocarpy in summer squash (*Cucurbita pepo* L.). **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 4, n. 1, mar. p. 39–46, 2005.
- NOGUEIRA, D. W. et al. Combining ability of summer-squash lines with different degrees of parthenocarpy and PRSV-W resistance. **Genetics and Molecular Biology**, São Paulo, v. 34, n. 4, p. 616–623, ago. 2011.
- POMARES-VICIANA, T. et al. Auxin signalling regulation during induced and parthenocarpic fruit set in zucchini. **Molecular Breeding**, Dordrecht, v. 37, n. 4, p. 56, Apr. 2017.
- R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Viena: R Foundation for Statistical Computing, 2016. 2673 p.
- ROBINSON, R. W.; REINERS, S. Parthenocarpy in summer squash. **HortScience**, Alexandria, v. 34, n. 4, p. 715–717, July 1999.
- ROUPHAEL, Y.; COLLA, G. Growth, yield, fruit quality and nutrient uptake of hydroponically cultivated zucchini squash as affected by irrigation systems and growing seasons. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 105, n. 2, p. 177–195, June 2005.
- RYLSKY, I. Effects of season on parthenocarpic and fertilized summer squash. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 10, n. 1, p. 39–44, Jan. 1974.
- SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, W. G. **Statistical methods**. 7. ed. Ames: Iowa State University Press, 1980. 507 p.
- TEPEDINO, V. J. The pollination efficiency of the squash bee (*Peponapis pruinosa*) and the honey bee (*Apis mellifera*) on summer squash (*Cucurbita pepo*). **Journal of the Kansas Entomological Society**, Manhattan, v. 54, n. 2, p. 359–377, Apr. 1981.
- VIDAL, M. das G. et al. Pollination and fruit set in pumpkin (*Cucurbita pepo*) by honey bees. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 106–113, jan./mar. 2010.

APÊNDICE

Quadro 1 - Descrição dos tratamentos e origem.

Genótipo	Partenocarpia	Descrição
Alanis	Não	Híbrido F ₁ - Sakata
Alicia	Não	Híbrido F ₁ - Sakata
Caserta	Não	Cultivar de polinização aberta
PX-7051	Não	Híbrido F ₁ - Seminis
AB-HE-10	Sim	F ₁ (ABX-038A-12-01 x Caserta) - HortiAgro
AB-HE-11	Sim	F ₁ (ABX-038A-12-02 x Caserta) - HortiAgro
AB-HE-12	Sim	F ₁ (ABX-038A-13-02 x Caserta) - HortiAgro
AB-HE-13	Sim	F ₁ (ABX-038A-13-14 x Caserta) - HortiAgro
AB-HE-14	Sim	F ₁ (ABX-038A-12-01 x Clarice) - HortiAgro
AB-HE-15	Sim	F ₁ (ABX-038A-12-02 x Clarice) - HortiAgro
AB-HE-16	Sim	F ₁ (ABX-038A-13-02 x Clarice) - HortiAgro
AB-HE-17	Sim	F ₁ (ABX-038A-13-14 x Clarice) - HortiAgro
AB-HE-18	Sim	F ₁ (ABX-038A-12-01 x ABX-038A-13-02) - HortiAgro
AB-HE-19	Sim	F ₁ (ABX-038A-13-02 x ABX-038A-12-02) - HortiAgro
AB-HE-20	Sim	F ₁ (ABX-038A-12-02 x ABX-038A-13-14) - HortiAgro
AB-HE-21	Sim	F ₁ (ABX-038A-13-14 x ABX-038A-12-01) - HortiAgro

Tabela 1 - Valores de F e sua significância para produção total ($t.ha^{-1}$), produção precoce ($t.ha^{-1}$), número de frutos precoces ($mil.ha^{-1}$), número de frutos total ($mil.ha^{-1}$), peso médio de fruto ($kg.n^{\circ}$ de frutos $^{-1}$) partenocarpia. Ijaci, MG, 2016.

FV	GL	Valores de F					
		Produção Total	Produção Precoce	Número de frutos precoces	Número de frutos total	Peso médio de fruto	Partenocarpia
Tratamentos	15	3,517*	5,573*	4,855*	7,391*	1,245 ^{NS}	12,064*
- Contraste	1	19,543 *	55,119*	35,976*	49,8*		0,251 ^{NS}
Blocos	2	0,991 ^{NS}	0,769 ^{NS}	0,81 ^{NS}	3,439*	1,422 ^{NS}	0,679 ^{NS}
Erro	30						
C.V%		13,63	36,33	38,73	12,44		4,93

NS= teste F não significativo, ao nível de 5% de probabilidade. *= teste F significativo, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2 - Médias dos genótipos para as características: produção total ($t.ha^{-1}$), produção precoce ($t.ha^{-1}$), número de frutos precoces ($mil.ha^{-1}$), número de frutos total ($mil.ha^{-1}$) e partenocarpia. Ijaci, MG, 2016.

Genótipo	Produção Total	Produção Precoce	Número de Frutos total	Número de frutos precoces	Partenocarpia
Alanis	25,98 A	4,07 A	88,00 B	12,89 A	3,21 B
Alicia	28,67 A	3,57 A	91,00 B	11,11 A	3,11 B
Caserta	22,20 B	3,17 A	76,44 B	9,78 A	2,12 C
PX-7051	30,68 A	6,99 A	117,33 A	22,67 A	3,20 B
AB-HE-10	23,13 B	4,32 A	79,11 B	15,56 A	4,41 A
AB-HE-11	20,93 B	3,68 A	76,00 B	12,89 A	4,46 A
AB-HE-12	25,68 A	4,23 A	82,67 B	12,44 A	4,35 A
AB-HE-13	24,83 A	4,80 A	79,56 B	15,11 A	4,13 A
AB-HE-14	22,54 B	3,55 A	81,78 B	12,44 A	4,54 A
AB-HE-15	27,83 A	5,16 A	90,67 B	15,55 A	4,67 A
AB-HE-16	24,10 A	4,45 A	75,56 B	14,22 A	4,40 A
AB-HE-17	24,83 A	5,40 A	80,89 B	17,33 A	4,13 A
AB-HE-18	18,22 B	1,27 B	52,87 C	3,55 B	4,38 A
AB-HE-19	19,10 B	0,69 B	63,56 C	2,67 B	4,47 A
AB-HE-20	18,65 B	1,25 B	59,11 C	4,00 B	4,42 A
AB-HE-21	20,72 B	0,88 B	63,11 C	3,11 B	4,57 A

As médias seguidas de mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Scott-Knott.

Tabela 3 – Estimativa do contraste entre os híbridos AB-HE-10, AB-HE-11, AB-HE-12, AB-HE-13, AB-HE-14, AB-HE-15, AB-HE-16, AB-HE-17 e os híbridos AB-HE-18, AB-HE-19, AB-HE-20 e AB-HE-21 para as características: produção total ($t.ha^{-1}$), produção precoce ($t.ha^{-1}$), número de frutos precoces ($mil.ha^{-1}$), número de frutos total ($mil.ha^{-1}$) e partenocarpia. Ijaci, MG, 2016.

Característica	Estimativa
	[(AB-HE-10, AB-HE-11, AB-HE-12, AB-HE-13, AB-HE-14, AB-HE-15, AB-HE-16, AB-HE-17) - (AB-HE-18, AB-HE-19, AB-HE-20, AB-HE-21)]
Produção Total	4,88*
Produção Precoce	3,42*
Número de frutos totais	21,11*
Número de frutos precoces	11,11*
Partenocarpia	-0,017 ^{NS}

NS= teste F não significativo, ao nível de 5% de probabilidade. *= teste F significativo, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4 - Análise da correlação de Pearson e os respectivos coeficientes de correlação (r) entre os caracteres: produção total ($t.ha^{-1}$), produção precoce ($t.ha^{-1}$), número de frutos precoces ($mil.ha^{-1}$) e número de frutos total ($mil.ha^{-1}$). Ijaci, MG, 2016.

Variáveis	VAR(x)	VAR(y)	COV(x,y)	r
Produção total X Número de frutos precoces	20,59	32,57	20,79	0,8027*
Produção total X Produção precoce	20,59	3,16	6,68	0,8284**
Produção precoce X Número de frutos total	3,16	271,66	24,73	0,8438**
Número de frutos total X Número de frutos precoces	271,66	32,57	78,89	0,8387**
Produção Total X Número de frutos total	20,89	271,66	72,44	0,9687**
Produção precoce X Número de frutos precoces	3,16	32,57	10,06	0,9914**

**= significativo a 1% de probabilidade. *= significativo a 5% de probabilidade