



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
PRODUÇÃO VEGETAL E BIOPROCESSOS ASSOCIADOS

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA, FÍSICO-QUÍMICA E
SENSORIAL DE HÍBRIDOS DE PIMENTA (*Capsicum
chinense* Jacquin)**

MARCELA MARTINEZ

Araras
2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
PRODUÇÃO VEGETAL E BIOPROCESSOS ASSOCIADOS

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA, FÍSICO-QUÍMICA E
SENSORIAL DE HÍBRIDOS DE PIMENTA (*Capsicum
chinense* Jacquin)**

MARCELA MARTINEZ

ORIENTADOR: PROF. DR. FERNANDO CESAR SALA

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Produção
Vegetal e Bioprocessos Associados
como requisito parcial à obtenção do
título de MESTRE EM PRODUÇÃO
VEGETAL E BIOPROCESSOS
ASSOCIADOS

Araras

2020

Martinez, Marcela

Avaliação agronômica, físico-química e sensorial de híbridos de pimenta (*Capsicum chinense* Jacquin) / Marcela Martinez -- 2020.

67f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, campus Araras, Araras

Orientador (a): Fernando Cesar Sala

Banca Examinadora: Anastacia Fontanetti, Sebastião Márcio de Azevedo

Bibliografia

1. Melhoramento genético. 2. Pungência. 3. Híbridação de pimenta doce. I. Martinez, Marcela. II. Título.

Ficha catalog fica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Helena Sachi do Amaral - CRB/8
7083



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Agrárias

Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal e Bioprocessos Associados

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Marcela Martinez, realizada em 06/08/2020.

Comissão Julgadora:


Prof. Dr. Fernando César Sala (UFSCar)


Profa. Dra. Anastacia Fontanetti (UFSCar)


Prof. Dr. Sebastião Márcio de Azevedo (UFLA)

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

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal e Bioprocessos Associados.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me deu forças e me sustentou com fé, em todas as jornadas da minha vida.

Sou grata ao meu pai, José Cesar Martinez (*in memoriam*), que foi o maior exemplo de perseverança que pude ter. Agradeço pela educação, pelos ensinamentos, e por sempre acreditar no meu potencial.

A todos os meus familiares, principalmente a Elizete Ciarlo Martinez e Mariana Martinez, que sempre me encorajaram a passar por todas dificuldades da vida.

Meus agradecimentos aos meus colegas de mestrado, em especial a Camila Peixoto dos Santos, minha amiga e companheira. Agradeço a toda ajuda que me deu em toda minha jornada acadêmica.

Aos professores, gostaria de agradecer meu orientador, Prof. Dr. Fernando Cesar Sala, que também esteve presente em grande parte das minhas conquistas e dificuldades. Sempre nos ajudando para o nosso crescimento profissional e pessoal. Agradeço por todo aprendizado na graduação e também na pós-graduação.

A Profa. Dra. Marta Regina Verruma Bernardi, por todo o auxílio nas análises sensoriais dos híbridos de pimenta, e pelas orientações para a escrita da dissertação. Meus agradecimentos também à Profa. Dra. Elma Neide Vasconcelos Martins Carrilho, pela ajuda na análise de pungência HPLC das pimentas. Ambas docentes da UFSCar-CCA.

Meus agradecimentos às Profas. Marta Fillet Spoto e Paula Porrelli Moreira da Silva, e aos alunos Caio Butafava Dizeró e Isabella Ciarrochi, do Laboratório de Frutas e Hortaliças na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, da Universidade de São Paulo (ESALQ-USP), Piracicaba-SP, pela parceria nas análises físico-químicas das pimentas.

Aos técnicos de campo do GEHORT, Eduardo do Amaral e Tiago José Leme de Lima, que me ajudaram em todas as fases do meu experimento.

À coordenação e professores do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal e Bioprocessos associados, da UFSCar, *campus* Araras.

À Coordenação de aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES) - Código de financiamento 001, pelo apoio ao presente trabalho.

SUMÁRIO

	Página
ÍNDICE DE TABELAS	i
ÍNDICE DE FIGURAS	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
1 INTRODUÇÃO	01
2 OBJETIVOS	04
2.1 Objetivo Geral.....	04
2.2 Objetivo Específico.....	04
3 REVISÃO DA LITERATURA	05
3.1 História das pimentas do gênero <i>Capsicum</i>	05
3.2 Espécie <i>Capsicum chinense</i> Jacquin.....	06
3.3 Pimenta Biquinho.....	07
3.4 Pungência em Pimentas.....	08
3.5 Melhoramento Genético de Pimentas	09
3.6 Agronegócio de Pimentas no Brasil.....	11
4 MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1 Obtenção de Sementes Híbridas.....	16
4.2 Avaliações Agronômicas, Físico-Químicas e Sensorial dos híbridos.....	17
4.2.1 Avaliações Agronômicas.....	19
4.2.1.1 Componentes de Biometria de frutos.....	19
4.2.1.2 Componentes de Produção.....	20
4.2.2 Avaliações Físico-Químicas.....	21
4.3 Análise Sensorial.....	24
4.4 Análise Estatística.....	24
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.1 Análises Agronômicas.....	26
5.1.1 Componentes de Biometria de frutos.....	26

5.1.1.1	Comprimento, diâmetro e comprimento de bico de fruto.	26
5.1.1.2	Espessura de polpa e número de lóculo de fruto.....	28
5.1.2	Componentes de produção.....	29
5.1.2.1	Número de frutos total, comercial e de frutos com defeito.....	29
5.1.2.2	Massa de frutos total e massa média de frutos.....	30
5.1.2.3	Produtividade.....	31
5.1.2.4	Massa seca e porcentagem de massa seca.....	32
5.1.2.5	Número de sementes por fruto.....	33
5.1.2.6	Altura de planta total e altura até a primeira bifurcação...	33
5.2	Análises físico-químicas.....	34
5.2.1	Compostos fenólicos.....	34
5.2.2	Carotenoides totais.....	35
5.2.3	pH e Acidez titulável.....	37
5.2.4	Sólidos Solúveis e Relação Sólidos Solúveis/ Acidez Titulável.....	37
5.2.5	Lipídios.....	38
5.2.6	Proteínas.....	39
5.2.7	Fibras.....	39
5.2.8	Umidade e Cinzas.....	40
5.2.9	Carboidratos.....	40
5.2.10	Pungência.....	41
5.3	Análise sensorial.....	43
6	CONCLUSÕES	46
7	LITERATURA CITADA	47
	APÊNDICE	56

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1 Recomendação de fertirrigação para cultura do pimentão (FURLANI et al., 1999), utilizada no experimento em função do estágio fenológico das plantas de pimenta <i>C. chinense</i> . UFSCar, Araras, SP, 2019...	15
Tabela 2. Híbridos de pimenta da espécie <i>Capsicum chinense</i> JACQ. obtidos de cruzamentos entre linhagens do Banco de Germoplasma da UFSCar, Araras, SP, 2019.....	17
Tabela 3. Comprimento de fruto (CPF), comprimento de bico do fruto (CBF), diâmetro do fruto (DF), espessura de polpa do fruto (EP) e número de lóculos (NL) em híbridos de pimenta <i>C. chinense</i> e BRS Moema. UFSCar, Araras, SP, 2019.....	27
Tabela 4. Número de frutos total (NFT), número de frutos comerciais (NFC), Número de frutos com defeito (NFD), massa de frutos total por planta (MFT), massa média de frutos (MMF) e produtividade (PT) em híbridos de pimenta <i>C. chinense</i> e BRS Moema. UFSCar, Araras, SP, 2019.....	30
Tabela 5. Massa seca (MS), Porcentagem de massa seca (PMS), Número de sementes (NSF), altura de planta (AP) e altura de planta até a 1º bifurcação (APB) em híbridos de pimenta <i>C. chinense</i> e BRS Moema. UFSCar, Araras, SP, 2019.....	32
Tabela 6. Características físico-químicas dos híbridos de pimenta <i>C. chinense</i> e BRS Moema. UFSCar, Araras, SP, 2019.....	36
Tabela 7. Resultados da análise de pungência em frutos <i>in natura</i> de pimentas híbridas <i>Capsicum chinense</i> e BRS Moema, em HPLC e unidades Scoville. UFSCar, Araras, SP, 2019.....	41
Tabela 8. Resultado da somatória das notas de atributos sensoriais para a cultivar BRS Moema e cinco híbridos de pimenta <i>C. chinense</i> . UFSCar, Araras, SP, 2019.....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Estrutura química dos alcaloides Capsaicina (Foto A) e Dihidrocapsaicina (Foto B)	09
Figura 2. Sistema de fertirrigação, com caixa A e B (foto A). Sistema de drenagem de solução nutritiva (foto B).	15
Figura 3. Croqui da área experimental, UFSCar, Araras, SP, 2019.....	18
Figura 4. Medição do comprimento de fruto (Foto A). Medição de comprimento de bico do fruto (Foto B). Medição de espessura de polpa do fruto (Foto C). UFSCar, Araras, SP, 2019.....	19
Figura 5. Contagem manual de número de frutos total (foto A). Pesagem para obtenção da massa de frutos total por planta (Foto B). UFSCar, Araras, SP, 2019.....	21
Figura 6. Amostras dos frutos de pimentas, no processo de secagem por liofilização. UFSCar, Araras, SP, 2019.....	23
Figura 7. Frutos híbrido de pimentas <i>C. chinense</i> e da cultivar BRS Moema (Foto A). Corte transversal dos frutos híbridos <i>C. chinense</i> e BRS Moema (Foto B)	29

AVALIAÇÃO AGRONÔMICA, FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE HÍBRIDOS DE PIMENTA (*Capsicum chinense* Jacquin)

Autora: MARCELA MARTINEZ

Orientador: Prof. Dr. FERNANDO CESAR SALA

RESUMO

O consumo de pimentas do gênero *Capsicum* vem crescendo, incentivando o cultivo e aumentando a demanda por novas cultivares com melhores qualidades agronômicas e nutricionais. Objetivou-se avaliar as características agronômicas, físico-químicas e sensorial de cinco híbridos e uma cultivar comercial de polinização aberta (BRS Moema) de pimenta *C. chinense*. O experimento foi conduzido em ambiente protegido no delineamento experimental em blocos inteiramente, com seis repetições e seis tratamentos. Os dados foram submetidos à análise de variância com posterior agrupamento pelo teste Scott & Knott a 5%. O híbrido F1 23 foi um dos mais produtivos apresentando maior valor de massa fresca total de fruto, massa média de fruto, produtividade, diâmetro de fruto, espessura de polpa e número de lóculo. Para as análises físico-químicas, os híbridos F1 10, F1 12 e BRS Moema, obtiveram maiores teores de lipídios, carboidratos, compostos fenólicos e carotenoides, sólidos solúveis totais e fibras. O híbrido F1 12 apresentou maior teor de capsaicina ($12,73 \text{ mg g}^{-1}$), enquanto nos F1 10 e F1 21 esse foi ausente. Para análise sensorial os híbridos F1 12, F1 17 e F1 23, apresentaram respectivamente, maiores somatórias para aroma doce e pungência, tamanho, cor e gosto doce. Os híbridos foram superiores a BRS Moema, para a maioria das características avaliadas, apresentando alto potencial para o agronegócio de pimentas.

Palavras-chave: capsaicina; características antioxidantes; melhoramento genético; propriedades organolépticas; pungência.

AGRONOMIC, PHYSICAL-CHEMICAL AND SENSORY EVALUATION OF PEPPER HYBRIDS (*Capsicum chinense* Jacquin)

Author: MARCELA MARTINEZ

Adviser: Prof. Dr. FERNANDO CESAR SALA

ABSTRACT

The consumption of *Capsicum* peppers has been growing, encouraging cultivation and increasing the demand for new cultivars with better agronomic and nutritional qualities. The objective was to evaluate the agronomic, physical-chemical and sensory characteristics of five hybrids and a commercial open pollination cultivar (BRS Moema) of *C. chinense* pepper. The experiment was carried out in a protected environment in a completely block experimental design, with six replications and six treatments. The data were submitted to analysis of variance with subsequent grouping by the Scott & Knott test at 5%. The F1 23 hybrid was one of the most productive, with the highest value of total fresh fruit weight, average fruit weight, productivity, fruit diameter, pulp thickness and number of locules. For the physical-chemical analyzes, the hybrids F1 10, F1 12 and BRS Moema, obtained higher levels of lipids, carbohydrates, phenolic and carotenoid compounds, total soluble solids and fibers. The F1 12 hybrid had a higher capsaicin content (12.73 mg g⁻¹), while in F1 10 and F1 21 this was absent. For sensory analysis, the hybrids F1 12, F1 17 and F1 23, presented, respectively, greater sums for sweet aroma and pungency, size, color and sweet taste. The hybrids were superior to BRS Moema, for most of the evaluated characteristics, presenting high potential for the pepper agribusiness.

Keywords: antioxidant characteristics; capsaicin; plant breeding; pungency; organoleptic properties.

1 INTRODUÇÃO

O termo pimenta, é atribuído à dois tipos de plantas com botânica completamente distinta, sendo elas do gênero *Piper* e do gênero *Capsicum*. As pimentas do gênero *Piper*, são uma das mais antigas especiarias, e foram as primeiras a serem disseminadas e difundidas pelo mundo, por imigrantes Indus e através das navegações Europeias. A partir do século XV, com a chegada das navegações Europeias nas Américas, as plantas do gênero *Capsicum* foram conhecidas e utilizadas como alimento e comercializadas por Europeus. Há séculos pimentas desse gênero já eram amplamente utilizadas por povos indígenas locais das Américas, os quais usam pimentas até os dias atuais, para rituais, alimentação e para proteção, em suas tribos (SANTOS; BRACKTH; CONCEIÇÃO, 2013).

As pimentas *Capsicum*, não só ficaram difundidas na Europa, mas também na África e Ásia, onde eram cultivadas a partir do século XVI. Ainda nesse século, pesquisadores domesticaram e identificaram espécies desse gênero. Atualmente são cinco espécies domesticadas, as quais são: *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* e *C. pubescens*, sendo que a última não é cultivada no Brasil (HEINRICH et al., 2015).

Apesar de todas as plantas de *Capsicum* serem originárias das Américas, a espécie *C. chinense*, é considerada a mais brasileira, por possuir grande diversidade

genética na Bacia Amazônica, e muito popular em toda região tropical (HEINRICH et al., 2015).

Essa espécie engloba ampla diversidade de frutos quanto ao tamanho, cor, formato e grau de pungência ou ardor. O teor de pungência de um fruto de pimenta, é um fator importante para o mercado, pois atinge diferentes nichos de consumidores. Sabe-se que a pungência é determinada através de alcaloides denominados capsaicinoides. Existem mais de 10 capsaicinoides, entretanto a capsaicina e a dihidrocapsaicina são responsáveis por mais de 90% do ardor da pimenta (KOSUGE; FURUTA, 1970).

C. chinense engloba cultivares com pouca, muita e ausência de pungência nos frutos, sendo as cultivares mais conhecidas, as Pimentas de Cheiro, Cumari-do-Pará, Murupi, Habanero, Bode e Biquinho (RIBEIRO et al., 2008). A pimenta Biquinho se destaca por apresentar pouca ou nenhuma pungência. É uma cultivar tipicamente brasileira, muito apreciada na culinária nacional, *in natura*, em conserva e em molhos nos mais diversos pratos regionais. Na região do triângulo mineiro (MG), concentra-se a maior produção desta cultivar no Brasil (ALVES et al., 2016).

A produção de pimenta Biquinho se tornou atrativa principalmente por pequenos produtores, pois possui alto valor agregado, além de ter alta produtividade em pequenas áreas de cultivo. Entretanto, a maioria dos produtores, que cultivam pimentas locais de *Capsicum*, obtém suas próprias sementes de vários ciclos de seleção realizada por eles mesmos. Tal técnica agrícola é motivada pela falta de cultivares com características comerciais uniformes, devidamente registradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC), disponíveis no mercado (HEINRICH et al., 2015).

Com a extração da própria semente, modificam o padrão da cultivar. Por exemplo, a pimenta Biquinho quando cultivada de forma adjacente com pimenteiros pungentes, eventualmente pode haver cruzamento entre as plantas, ocorrendo o risco de o produtor produzir pimentas picantes, prejudicando esse mercado de pimentas sem pungência. Além da possibilidade de perder o padrão de pungência, há também o risco de perder padrão de formato, sabor e cor de frutos.

Como alternativa para minimizar e extinguir tais problemas há o desenvolvimento de novas cultivares de pimenta híbridas (F1). Sementes F1 trazem a vantagem quanto a qualidade dos frutos, resistência a pragas e doenças, vigor de planta, precocidade na maturação dos frutos e maior produtividade. Planta com vigor

híbrido (heterose), com relação às linhagens, apresentam o dobro no aumento de produtividade (SANTOS et al., 2017).

O crescente consumo de pimentas, exige que novas cultivares sejam desenvolvidas, com melhores qualidade de fruto, com sabor mais suave e de melhor digestão. Pimentas menos ardidas e mais aromáticas, frutos de diversas cores, formas e tamanho são um nicho de mercado promissor (PELVINE, 2019).

A Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) possui um programa de melhoramento genético de *Capsicum* com várias linhagens de pimenta não pungente e/ou com baixos teores de capsaicina. Essas linhagens têm origem de cruzamentos entre várias pimentas oriundas da Bacia Amazônica com a Biquinho. A partir destes cruzamentos e várias seleções, obteve-se grande variabilidade com diversos tipos de frutos, tamanho e graus de pungência, as quais estas plantas foram sucessivamente autofecundadas, até atingirem estabilidade genética (linhagens) e permitir a produção de híbridos.

Portanto, postula-se que o cruzamento entre as linhagens de pimenta de *C. chinense*, possam obter híbridos com qualidades agronômicas e nutricionais superiores a cultivar Biquinho existente no mercado. Desenvolver e disponibilizar ao mercado brasileiro novas cultivares híbridas de pimenta não pungente e/ou com diferentes graus de pungência, é importante para o crescimento do agronegócio de *Capsicum* do Brasil.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Produzir e realizar avaliações dos parâmetros agronômicas, físico-químicas e sensoriais, de híbridos de pimenta, a partir de cruzamentos biparentais entre as linhagens de *C. chinense* do programa de melhoramento genético de *Capsicum* da UFSCar.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- avaliar os componentes de produção e a biometria de frutos híbridos de pimenta *C. chinense*.
- avaliar as características físico-químicas dos frutos híbridos de pimenta *C. chinense*, tais como teor de acidez, pH, carotenoides, sólidos solúveis totais, lipídios e compostos fenólico e determinar o teor de capsaicina, pela análise HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*).
- avaliar os atributos sensoriais cor, tamanho, aroma e gosto doce, ardência, textura crocante e a preferência dos frutos híbridos de pimenta *C. chinense*.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 História das pimentas do gênero *Capsicum*

No século XV as especiarias eram utilizadas principalmente para fins de troca de mercadoria. Havia quatro principais especiarias comercializadas vindas do Oriente: cravo (*Syzygium aromaticum* L.), canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume), noz moscada (*Myristica fragrans* Houtt.) e pimenta do reino (*Piper nigrum* L.) (SANTOS; BRACHT; CONCEIÇÃO, 2013).

O primeiro contato dos Europeus com as *Capsicum*, ocorreu durante as viagens de Cristóvão Colombo, no século XV e a partir disso, houve grande disseminação, sendo comercializadas e cultivadas na Europa, costa ocidental da África e na Ásia, desde o final do século XV. Em um de seus trabalhos de 1542, o alemão Leonhard Fuchs, desenhou e descreveu duas espécies desse gênero, sendo elas, *C. annum* e *C. chinense* (SANTOS; BRACHT; CONCEIÇÃO, 2013). No século XVI, as pimentas já eram cultivadas na Índia, levadas pelos espanhóis, por serem mais ardidas e uma opção mais barata que a *P. nigrum* L. (DOMENICO et al., 2012).

As pimentas estão entre as primeiras especiarias americanas a serem dispersas além de seus locais de origem. As *Capsicum* são, provavelmente originárias de diversas partes das Américas, sendo tanto da região Central quanto do Sul (SANTOS; BRACHT; CONCEIÇÃO, 2013).

Os registros mais antigos sobre as pimentas *Capsicum* spp. foram encontrados no México, de aproximadamente, nove mil anos e também eram cultivadas nos Andes peruanos por volta de 2500 anos A.C., evidenciando que as pimentas já eram usadas pelos povos indígenas locais (SANTOS; BRACHT; CONCEIÇÃO, 2013).

As plantas desse gênero pertencem à família das solanáceas e são pimentas hortícolas, denominadas assim para diferenciar da pimenta do reino (*P. nigrum* L.), da pimenta rosa (*Schinus molle* L.) e da pimenta da Jamaica (*Officinalis lindl*), apesar de todas serem pimentas, não possuem o mesmo parentesco entre si, e distinguem as propriedades químicas (DOMENICO et al., 2012).

As espécies domesticadas e suas regiões de origem, das pimentas do gênero *Capsicum*, são: *C. annuum*, sendo originadas do México e América Central, *C. frutescens* do sudeste brasileiro até a América Central e Caribe, *C. pubescens*, com origem na Bolívia e no Peru, *C. baccatum* com origem na Bolívia e sudeste brasileiro e *C. chinense*, com origem na Bacia Amazônica (LOPES et al., 2007).

3.2 Espécie *Capsicum chinense* Jacquin

A espécie *Capsicum chinense*, além de ser considerada a mais brasileira entre as espécies é conhecida também pelo forte aroma em seus frutos. *C. chinense*, destaca-se por apresentar alta adaptabilidade em climas tropicais (quente e úmido), apresenta alta resistência às principais pragas e doenças tropicais, além de ter grande diversidade em forma, cor, pungência e aroma dos frutos (CARVALHO et al., 2006).

Segundo a descrição botânica de Smith e Heiser (1957), essa espécie possui plantas de 45 a 76 cm de altura. Folhas ovadas a ovado-lanceoladas de 10,5 cm, sendo largas, macias ou rugosas, com tonalidade verde claro ou escuro. As flores aparecem de três a cinco por nó, com corola verde, amarelada ou raramente esbranquiçada, medindo de 0,5 a 1,0 cm de comprimento. As flores são autopolinizadas, assim como todas as plantas de *Capsicum* spp, e não apresentam depressão por endogamia.

Porém, também podem ser polinizadas por insetos, variando a taxa de cruzamento de acordo com a cultivar. As anteras são azuis, púrpuras ou amareladas. Os frutos variam de 1,0 a 12 cm de comprimento, com formas variáveis, alongados ou esféricos, pouco ou muito enrugados, de coloração laranja, amarela, vermelha ou marrom. As sementes possuem margem ondulada (KANG; KOLE, 2013).

As pimentas dessa espécie variam quanto a pungência, e os tipos varietais mais conhecidos são Bode, De Cheiro, Murupi, Cumari do Pará e Biquinho as quais são mais populares no Brasil, e a pimenta Habanero, mais popular no México (AMARO, 2005). As pimentas mais pungentes do mundo como Carolina Reaper, Trinidad Scorpion e Bhut Jolokia, também pertencem a esta espécie (PADILHA; BARBIERI, 2016).

3.3 Pimenta Biquinho

A pimenta Biquinho é a mais consumida no Brasil na forma *in natura*, em conserva e processada (Informação Verbal) ¹. Biquinho apresenta versatilidade no uso, decorando refeições ou até mesmo substituindo molho de tomate em algumas receitas. Produzida preferencialmente no estado de Minas Gerais, recebe este nome por apresentar formato redondo com estreitamento na ponta do fruto, formando um 'bico' (HEINRICH et al., 2015). Esse tipo varietal vem despertando cada vez mais interesse dos produtores, principalmente da agricultura familiar, por apresentar elevada produtividade e obter bom retorno econômico com alto valor agregado.

Os frutos da pimenta Biquinho, são conhecidas como pimentas aromáticas por apresentarem forte aroma, além disso, apresentam ausência de pungência. Tais características foram descritas por Domenico et al. (2012), que também verificaram que Biquinho possui plantas de arquitetura interessante para ser utilizada como planta ornamental. Os frutos são de coloração vermelha intensa, quando maduros, com 3 cm de comprimento e 1,5 cm de largura (RODRIGUES, 2016).

Apesar das empresas brasileiras de sementes comercializarem esta cultivar, existe grande variabilidade quanto ao formato, tamanho e uniformidade de fruto. Além disso, alguns produtores cultivam pimentas a partir de sementes obtidas de seu cultivo comercial, acarretando em problemas de segregação genética e sem certificação da qualidade fitossanitária.

¹ Informação fornecida por Monica Portella, em sua propriedade rural e fábrica de pimentas processadas, em Indaiatuba-SP no ano de 2018.

Visando reduzir este problema com segregação para frutos pungentes e não pungentes na pimenta Biquinho, em 2009 a Embrapa- Hortaliças lançou a cultivar BRS Moema (similar a Biquinho), sendo sua principal característica a ausência de pungência (RIBEIRO et al., 2018). Em 2018 a Embrapa lançou mais uma cultivar, do mesmo segmento, chamada BRS Tuí, também sem pungência, porém de coloração salmão-alaranjada. Convém ressaltar que ambas as cultivares não são híbridas.

A pesquisa da Embrapa com o melhoramento de *Capsicum*, visa desenvolver cultivares que atendam às principais exigências dos produtores, como plantas mais produtivas, resistência a patógenos e com características agrônômicas superiores das cultivares e/ou segmentos já existentes. Porém, somente 20% das atividades de melhoramento de pimenta, são voltados para gerar um novo nicho de mercado. A cultivar BRS Tuí é um exemplo (MACEDO, 2018).

Apesar da Biquinho ser a pimenta mais cultivada no Brasil, as sementes comercializadas são na forma de cultivares de polinização aberta (OP) e não híbridas. Não há comercialização de semente híbrida de *C. chinense* no Brasil. Com o crescente uso de novas tecnologias, é cada vez mais exigido variedades híbridas mais adaptadas às diversas condições ambientais, inclusive para o agronegócio de pimentas.

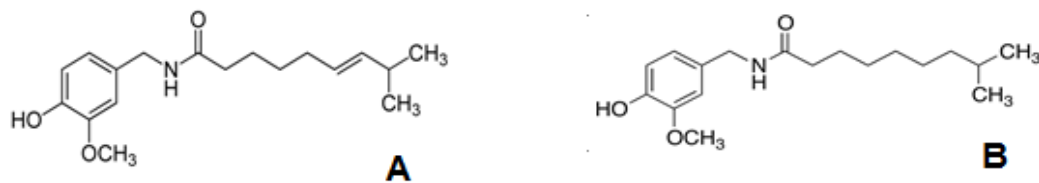
3.4 Pungência em pimentas

O ardor (pungência ou picância) presente nos frutos, deve-se aos componentes químicos chamados capsaicinóides, o qual é composto por mais de 10 alcaloides, sendo a capsaicina e a dihidrocapsaicina (Figura 1), responsáveis por 90% da pungência (KOSUGE; FURUTA, 1970). Os capsaicinoides são secretados na placenta, pelas células epidérmicas granulares, que se acumulam ao longo da epiderme formando pequenas bolhas no interior dos frutos (STEWART et al., 2007).

A presença de pungência é devido ao gene AT3 localizado no locus *Pun1*, entretanto o acúmulo e composição dos capsaicinoides é muito variável entre as espécies *Capsicum*. Por mais que a herança genética e biossíntese desses alcaloides serem pouco conhecidas (BLUM et al., 2003), sabe-se que a herança de pungência em *C. chinense* é de dominância parcial e predominantemente de natureza aditiva (RIBEIRO; COSTA, 1990).

O teor desses alcaloides nos frutos é influenciado por condições ambientais (DOMENICO et al., 2012), idade do fruto (SANTOS, 2009), manejo da cultura e

genético (RIBEIRO; COSTA, 1990; STEWART et al., 2007). Entretanto, em uma mesma planta, o teor de pungência é padrão para todos os frutos que estejam na



mesma maturidade.

Figura 1. Estrutura química dos alcaloides Capsaicina (Foto A) e Dihidrocapsaicina (Foto B).
Fonte: Geraldo, 2013.

Existem dois métodos para estimar a concentração de capsaicinoides em frutos de pimentas: o teste organoléptico Scoville e cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC, do inglês, *High Performance Liquid Chromatography*), os quais necessitam do fruto para realização (PEREIRA et al., 2015).

A unidade de calor Scoville, é determinada misturando-se as pimentas puras em uma solução de água com açúcar. Quanto mais água for necessária para diluir a pimenta, maior o nível de capsaicina daquela solução. Portanto, mil unidades de calor Scoville (SHU, do inglês, *Scoville Heat Units*) foi determinada a partir de uma xícara de pimenta que é diluída em 1000 xícaras de água (BONTEMPO, 2007).

As análises por HPLC são feitas através da separação (partilha ou fase reversa) de componentes de uma mistura, utilizando interações químicas entre a substância analisada em questão e a coluna de cromatografia (SANTOS, 2009).

As pimentas da espécie *C. chinense* possuem alta diversidade não somente em formato e tamanho de fruto, mas também em graus de pungência. O grau Scoville das pimentas dessa espécie varia de 0 a 2,2 milhões, sendo a pimenta Biquinho com grau 0 a 200 SHU (SANTOS, 2018), e a pimenta Carolina Reaper, de maior pungência mundial, com 2,2 milhões SHU (RAMÍREZ et al., 2018).

3.5 Melhoramento genético de pimenta

São escassos os programas governamentais de melhoramento genético de *Capsicum* no Brasil. Podendo-se destacar os trabalhos de melhoramento desenvolvidos na Embrapa CNPH - Brasília - DF, Embrapa Pelotas - RS, IAC

Campinas, Universidade Federal do Rio de Janeiro e Universidade Federal do Paraíba.

Um dos mecanismos adotados para melhorar a resistência à fitopatógenos, aumentar produtividade, vigor de planta, uniformidade, precocidade e qualidade hortícola do fruto de pimenta, tem sido por meio do uso de sementes híbridas. A obtenção de híbridos F1 pode ser feita pelo cruzamento entre linhagens puras, através de intercruzamento de progenitores (MESQUITA, 2008).

Algumas instituições públicas e privadas vêm desenvolvendo novas cultivares híbridas em diferentes espécies de hortaliças. As vantagens desses materiais são: resistência à pragas e doenças, adaptação dos híbridos a diferentes condições climáticas e aumento no potencial produtivo (FURLANI; PURQUEIRO, 2010).

Além de características agrônômicas, ou fatores de resistência, o melhoramento genético de pimenta também visa desenvolver novas cultivares com diferentes teores de pungência. Pesquisadores do Serviço de Pesquisa Agrícola do Departamento de Agricultura dos EUA, em 2013 liberaram uma cultivar da espécie *C. annuum*, com altos teores de capsaicinoides. O lançamento dessa nova cultivar, fornecerá aos pesquisadores nova fonte dos compostos capsaicinoides, facilitando a produção e pesquisa sobre esses compostos biologicamente ativos não picantes (JARRET; BOLTON; PERKINS, 2014). O mercado de pimenta dos EUA, Europa e países da Ásia utilizam apenas a espécie *C. annuum* e na forma de semente híbrida.

A principal diferença entre cultivares OP e híbridos está no efeito heterótico, expresso por caracteres diretamente ligados à produtividade e qualidade de frutos. Heterose, geralmente é descrita como desempenho F1 superior, ou seja, vigor híbrido com características superiores em relação a características dos parentais (GELETA; LABUSCHAGNE, 2005). Heterose é expresso em porcentagem, e é quantificado utilizando os valores médios da geração F1, e dos genitores (MESQUITA, 2008).

O uso de sementes híbridas, explorando a heterose, permite obter plantas e frutos de qualidade superiores e mais uniformes. Além disso, também possibilita uma menor interação genótipo-ambiente fazendo com que a planta tenha maior adaptação ao meio, produção maior e mais estável (PATERNIANI, 1974 citado por MESQUITA, 2008).

Rodrigues et al. (2016), destacaram que os programas de melhoramento para obtenção de híbridos de pimentão e pimenta, começou a ser mais frequente, devido

ao fato da heterose dessas cultivares ser muito elevada, compensando o alto custo das sementes, pois o ganho de produtividade pode ser até quatro vezes maior em cultivares híbridas.

Pode-se obter resistência para múltiplas doenças mais facilmente em híbridos do que em cultivares de polinização aberta. Além de a hibridação ser uma das maneiras mais eficientes de explorar a variabilidade genética existente em muitas espécies (NASCIMENTO et al., 2003).

Dados da Associação Brasileira do Comércio e Mudanças – ABCSEM (2009, 2019), mostram a comercialização de sementes de pimenta não pungente em dez anos no Brasil, onde o volume de semente híbrida comercializada em 2009 foi 13,3 kg, gerando R\$ 287.280,00, em 2019 passou a ser 1.742 kg, gerando R\$ 591.246,25, representando 69% do mercado de sementes de pimentas comercializadas no Brasil. Semente híbrida tem elevada agregação de valor, sendo o volume de semente híbrida oito vezes menor que de cultivares, porém com valor agregado quatro vezes maior (ABCSEM, 2009).

No Brasil o desenvolvimento de novas cultivares híbridas e novas tipologias na espécie *C. chinense* que alie as características de frutos não pungentes e/ou com diferentes teores de capsaicina, poderia ser importante para o crescimento desse agronegócio e uma nova opção para o mercado do produtor e consumidor.

3.6 Agronegócio de pimenta no Brasil

O mercado de pimentas pode ser dividido em mercado interno e externo, *in natura* e processadas. Toda pimenta que é exportada é processada em conserva, molhos ou pasta. Na forma *in natura*, os frutos são comercializados como hortaliças de fruto.

A produção global de pimenta cresceu 40 vezes de 1980 a 2011, gerando US\$ 14,4 bilhões. O aumento da produção deve-se ao crescente consumo de pimentas devido ao seu valor nutricional (KIM et al., 2014), à melhoria da renda *per capita* e conscientização populacional, sendo maior a preocupação com uma dieta saudável em países desenvolvidos, o que torna reflexo no aumento da produção e industrialização em países em desenvolvimento (ALVES et al., 2016).

Pimentas do gênero *Capsicum* são plantadas no mundo todo, entretanto os países de maior produção são, China e Índia com mais de um milhão de hectares, enquanto o Brasil produz cerca de 5 mil hectares (PELVINE, 2019). Segundo os

dados da ABCSEM (2020), cerca de 64% da área foi cultivada com pimenta não pungente.

A produção de pimentas no Brasil, se estende por todo território desde Rio Grande do Sul até Roraima, com ampla variedade em tamanho, cor, sabores e pungência. As pimentas Malagueta, Habanero, Jalapeno, Bode e Biquinho destacam-se na produção e comercialização de pimentas no Brasil (ALVES et al., 2016).

Atualmente, os Estados de maior produção de pimentas destinadas ao processamento, são Minas Gerais, Goiás e Ceará, onde foram produzidos respectivamente, 1600 ha de pimenta para produção de páprica, 400 ha de pimenta Tabasco e 40 ha de pimenta do tipo Jalapeno (PELVINE, 2019).

No Brasil a produção anual de 75 mil toneladas, onde exporta cerca de nove toneladas de pimenta processada, gerando valor de US\$ 18 mil nos últimos anos (PELVINE, 2019).

No Brasil esse segmento é composto por pequenos e grandes agricultores e grandes indústrias exportadoras, as quais são responsáveis por ampla diversidade de produtos e subprodutos. A importância do cultivo de pimenta no país leva em consideração características de rentabilidade aos produtores, pois podem agregar valor ao produto e pela necessidade de pouco investimento, além dessa cultura empregar elevada mão de obra principalmente da agricultura familiar (ALVES et al., 2016).

Nesse contexto, a pimenta Biquinho se torna atrativa aos produtores, por possuir boa rentabilidade de frutos e boa aceitação pelo mercado consumidor, tornando-se uma alternativa aos agricultores que querem agregar valor aos seus produtos e aumentar a renda. Novas cultivares híbridas que atendam este mercado crescente e promissor do país irá favorecer o crescimento deste agronegócio.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de maio de 2018 a junho de 2019, em ambiente protegido na área experimental do setor de Horticultura do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), *campus Araras*–SP, coordenadas geográficas: 22°18' de latitude sul e 47°23' de longitude oeste com aproximadamente 700 m de altitude (PERES; SOUZA; LAVORENTI, 2010).

Segundo o sistema de classificação de Köeppen, o clima é do tipo Cwa, mesotérmico, verões quentes e úmidos, e invernos secos. As médias climatológicas anuais são: precipitação pluvial de 1.414 mm, temperatura de 21,1 °C, umidade relativa do ar de 69% e insolação de 2.573 horas (PERES; SOUZA; LAVORENTI, 2010).

O estudo foi dividido em duas etapas, a primeira foi a obtenção de sementes híbridas, por meio de cruzamentos entre as linhagens de pimenta *Capsicum chinense* do programa de melhoramento genético da UFSCar. A segunda etapa foi composta por avaliações agrônômicas, físico-químicas e sensoriais das plantas híbridas obtidas na primeira etapa.

A semeadura, das linhagens e híbridos, foram da mesma forma, realizada na empresa IBS Mudas, localizada em Piracicaba –SP, em bandejas de polietileno de 128 células preenchidas com substrato a base de fibra de coco (Amafibra®). As

bandejas foram mantidas em ambiente protegido com irrigação por aspersão em sistema de barras móveis.

Em ambas as etapas o experimento foi instalado em ambiente protegido, com estrutura do tipo arco, teto com plástico transparente de 150 micra e malha termorefletora com 50% (Aluminet[®]), tela preta de proteção lateral com sombreamento de 50%, piso de terra batida com pó de brita coberto por tecido de ráfia preto. Com área total de 189 m², sendo 27 m de comprimento e 7 m de largura, pé direito de 3,5 m.

O sistema de irrigação adotado foi localizado com microgotejadores, utilizando um reservatório de água com capacidade de 1000 L, uma moto-bomba (Dancor-30 PN 66 0,75 hp CV), um filtro de tela de nylon de 120 *mesh*, fita gotejadora de polietileno com 25 m linha⁻¹, com um conector a cada 0,5 m e dois espaguetes com vazão de 4,5 L h⁻¹ cada, sendo a vazão total para cada vaso de 9,0 L h⁻¹.

A irrigação foi realizada diariamente com auxílio de um controlador digital *timer*, o qual foi programado para acionar a bomba seis vezes ao dia (9, 11, 12, 13, 14 e 16h) com turnos de duração de 1 minuto, com exceção das 11,12 e 13 h (horas mais quentes do dia), que foram de 3 minutos de duração.

O sistema de fertirrigação foi composto por dois reservatórios de polietileno com capacidade de 250 L cada, denominados como, caixa A (Cx A) e caixa B (Cx B), com a mesma moto-bomba utilizada no sistema de irrigação e um filtro de tela de nylon de 120 *mesh* (Figura 2).

A distribuição da solução de fertirrigação para os vasos, seguia pela mesma fita gotejadora utilizada para irrigação. Os tempos dos pulsos foram definidos de forma que o substrato atingisse sua capacidade de campo, ou seja, o tempo necessário até que a solução nutritiva começasse a ser drenada na parte inferior dos vasos, momento em que a bomba era desligada.

O funcionamento da bomba para fertirrigação foi controlado de forma manual, mantendo a bomba ligada por dois minutos a cada acionamento. A fertirrigação iniciou-se aos cinco dias após o transplante (DAT) até 188 DAT, realizada duas vezes por semana. Durante todo o cultivo utilizou-se fertirrigação com solução nutritiva recomendada para cultura do pimentão, adaptada para caixa de 250 L, com dose variável de acordo com o estágio fenológico da pimenta (Tabela 1).



Figura 2. Sistema de fertirrigação, com caixa A e B (foto A). Sistema de drenagem de solução nutritiva (foto B). Fonte: Marchi (2018).

A composição e marca de cada fertilizante para solução A: Nitrato de Potássio (N: 12% + K₂O: 45% + S:1,2% marca DripSol®); MAP (Fosfato monoamônico, N: 11% + P₂O₅: 60%, solúveis em água, marca Ominia®); MKP (Monopotássico fosfato, P₂O₅: 52% + P: 22,7% + K₂O: 34% + K: 28,7%, solúveis em água, marca Haifa®); Sulfato de Magnésio (Mg: 9% + S: 11,9%, marca Heringer®) e Micronutrientes (Micro Conplant®) (B: 1,82% - Cu EDTA: 1,82% - Fe EDTA: 7,26% - Mn EDTA: 1,82% - Mo:0,3%, Ni: 0,335% - Zn EDTA: 0,73%). Para solução B: Nitrato de Cálcio (N: 15,5% + Ca: 19%, marca YaraLiva®) e FeQ48 - quelato de ferro (Fe solúvel em água: 16%, marca DripSol®).

Tabela 1. Recomendação de fertirrigação para cultura do pimentão (FURLANI et al., 1999), utilizada no experimento em função do estágio fenológico das plantas de pimenta *C. chinense*. UFSCar, Araras, SP, 2019.

Fertilizantes	Estágio Fenológico							
	1º a 5º semana		6º a 11º semana		12º a 19º semana		20º ao final do ciclo	
	Caixa A	Caixa B	Caixa A	Caixa B	Caixa A	Caixa B	Caixa A	Caixa B
Nitrato de Potássio	75 g	0 g	75 g	0 g	100 g	0 g	87,5 g	0 g
MAP	37,5 g	0 g	25 g	0 g	0 g	0 g	0 g	0 g
MKP	0 g	0 g	25 g	0 g	75 g	0 g	62,5 g	0 g
Sulfato de Magnésio	75 g	0 g	150 g	0 g	150 g	0 g	125 g	0 g
Micronutrientes	5 g	0 g	5 g	0 g	5 g	0 g	5 g	0 g
Nitrato de Cálcio	0 g	75 g	0 g	100 g	0 g	137,5 g	0 g	125 g
Ferro Q-48	0 g	2,5 g	0 g	2,5 g	0 g	2,5 g	0 g	2,5 g

No interior do ambiente protegido foi instalado um sistema de tutoramento em cada linha de cultivo, o qual auxiliou na condução das plantas de forma que elas ficassem eretas e separando os ramos, para que não entrelaçassem. Ainda na fase

vegetativa, as plantas foram desbrotadas, eliminando os brotos da haste principal, abaixo da 1ª bifurcação.

O controle de pragas e doenças foi feito mediante a observação dos sintomas do agente causal. Houve a necessidade de realizar o controle químico dos insetos pragas como pulgão (*Myzus persica*), tripes (*Frankliniella schullzei*, *Thrips palmi* e *T. tabaci*) e ácaro-branco (*P. latus*), com o uso dos produtos Evidence®, Decis® e Abamex®. Houve a incidência de doenças como vira cabeça e fumagina, sendo as plantas com sintomas de vira-cabeça foram descartadas do ambiente protegido.

4.1. Obtenção de sementes híbridas das pimentas (1ª etapa)

As plantas foram conduzidas de fevereiro a agosto de 2018, em ambiente protegido. A temperatura e umidade relativa do ar dentro do ambiente protegido, não foram monitorados.

Foram utilizadas seis linhagens CCA 37701, CCA 313602, CCA 313605, CCA 313606, CCA 3SN01 e CCA 3100, pertencentes ao Banco de Germoplasma de *Capsicum* da UFSCar, caracterizadas agronomicamente por Martinez (2016).

As linhagens foram semeadas em fevereiro de 2018 e aos 40 dias após a semeadura, as mudas foram transplantadas para vasos com volume de 8 L, preenchidos com substrato Carolina Soil®, e mantidas em ambiente protegido. Cada vaso recebeu uma muda. Os vasos foram posicionados de forma que as plantas ficassem espaçadas de 0,8 m entre linhas duplas, 0,5 m entre linhas simples e 0,5 m entre plantas.

Após o aparecimento das primeiras flores, foram iniciados os cruzamentos (junho de 2018). Na fase de botão floral (antes da antese), foi feito o processo de emasculação nas linhagens femininas, com auxílio de pinça. Esse processo consistiu na retirada das pétalas e das anteras, preservando o estigma da flor. Após o processo de emasculação, coletou-se o pólen da progênie masculina, depositando-o no estigma da flor emasculada. Posteriormente, identificava-se a flor para a colheita do fruto e semente híbrida.

A colheita dos frutos foi realizada de acordo com o amadurecimento. Os frutos foram colhidos seguindo a avaliação visual de cor, de forma que para serem colhidos deveriam apresentar coloração vermelha escura uniforme por todo o fruto. Após colhidos os frutos foram armazenados por três dias, para melhorar o vigor e

germinação das sementes (PEREIRA et al., 2014). As sementes foram extraídas manualmente, e posteriormente secas em estufa de ar forçado à 35 °C por 24 horas.

Foram produzidos cinco híbridos (Tabela 2), os quais na segunda etapa do experimento foram comparados com a cultivar comercial BRS Moema (Embrapa), utilizada como testemunha.

Tabela 2. Híbridos de pimenta da espécie *Capsicum chinense* JACQ. obtidos de cruzamentos entre linhagens do Banco de Germoplasma da UFSCar, Araras, SP, 2019.

Híbrido	Progenitores
F1 10	CCA 3100 x CCA 313605
F1 12	CCA 3100 x CCA 37701
F1 17	CCA 3100 x CCA 313606
F1 21	CCA 3SN01 x CCA 313602
F1 23	CCA 37701 x CCA 313605

4.2. Avaliações agronômicas, físico-químicas e sensorial dos híbridos de pimenta (2ª etapa)

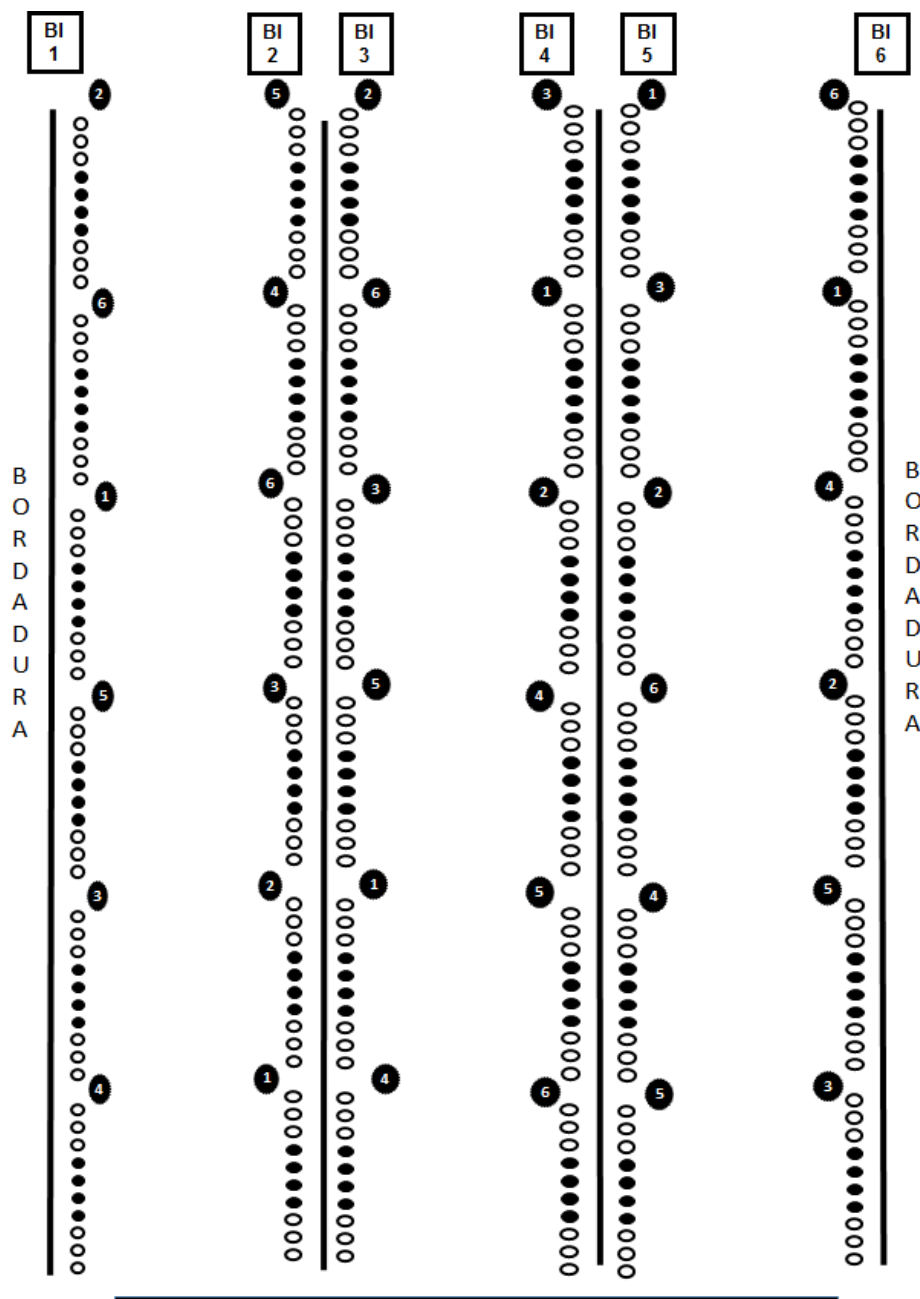
Na segunda etapa do experimento o transplante das mudas foi realizado em outubro de 2018, quando apresentavam de 8 a 10 folhas verdadeiras, em vasos de 8L preenchidos com substrato Carolina Soil®, posicionando a muda na parte central do vaso. As plantas foram conduzidas de outubro de 2018 a junho de 2019, totalizando um ciclo de 221 dias após o transplante (DAT).

O estudo foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso com seis repetições, e seis tratamentos, sendo cada repetição composta por uma linha de cultivo com 10 plantas, conforme croqui (Figura 3). A última linha de cultivo, de cada lado do ambiente protegido, foi utilizada como bordadura.

A colheita dos frutos iniciou aos 90 DAT sendo finalizado aos 221 DAT, onde foi realizada a 6ª e última colheita. O intervalo entre as colheitas foi de 15 dias. Foram colhidos frutos em estágio de maturação completa (com coloração vermelho uniforme por todo o fruto).

As avaliações foram iniciadas no mês de janeiro de 2019, nas quatro plantas centrais de cada parcela experimental. Após cada colheita, os frutos foram

analisados no laboratório de Horticultura da UFSCar, para as avaliações agrônômicas.



Legenda:

- Bordadura entre parcelas
- Plantas avaliadas
- BL Blocos
- ① Identificação do tratamento

Figura 3. Croqui da área experimental. UFSCar, Araras, SP, 2019.

4.2.1 Avaliações agrônômicas

4.2.1.1 Componentes de biometria de frutos

Para todas as avaliações de biometria foram utilizados os descritores sugeridos por IPGRI (1995), somente o comprimento de bico dos frutos que foi baseado no trabalho de Heinrich et al. (2015). Foram utilizados cinco frutos de cada uma das quatro plantas centrais de cada tratamento, avaliando as seguintes características:

- a) **Comprimento do fruto (CF):** medindo-se da inserção do pedúnculo até a ponta do fruto, com auxílio de paquímetro, com resultados expressos em cm (Figura 4A).
- b) **Comprimento de bico dos frutos (CBF):** medindo-se a partir do ponto em que o fruto atingia 10 mm de diâmetro até a extremidade do bico, com auxílio de paquímetro. Os resultados foram expressos em mm (Figura 4B).
- c) **Diâmetro dos frutos (DF):** medindo-se o maior diâmetro transversal (cm) na parte central do fruto, com o auxílio de paquímetro, com resultados expressos em cm.
- d) **Espessura da polpa dos frutos (EP):** obtida por meio do corte transversal dos frutos medindo-se a espessura da polpa dos mesmos, com o auxílio do paquímetro, os resultados foram expressos em mm (Figura 4C).
- e) **Número de lóculos (NL):** posterior a avaliação de EP, foi possível contar número de lóculos dos mesmos. Os resultados foram expressos em lóculos fruto⁻¹.



Figura 4. Medição do comprimento de fruto (Foto A). Medição de comprimento de bico do fruto (Foto B). Medição de espessura de polpa do fruto (Foto C). UFSCar, Araras, SP, 2019.

4.2.1.2 Componentes de produção

Os dados de produção referem-se a soma das seis colheitas realizadas durante o período de avaliação (a partir de 52 DAT). Todas as avaliações seguiram os descritores utilizados por Marchi (2018), com exceção de número de sementes por fruto e altura de planta, que foram adotados segundo *International Plant Genetic Resource Institute* - IPGRI (1995).

- a) **Número de frutos total por planta (NFT):** obtido pela contagem do total de frutos, dividindo-se pela quantidade de plantas avaliadas, expresso em frutos planta⁻¹ (Figura 5 A).
- b) **Número de frutos comerciais por planta (NFC):** obtido pela contagem de frutos comerciais (sem sintomas de doença, pragas, distúrbios fisiológicos e/ou deformações físicas), dividindo-se pela quantidade de plantas avaliadas, expresso em frutos planta⁻¹.
- c) **Número de frutos com defeito (NFD):** obtido pela contagem dos frutos com defeitos, dividindo-se pela quantidade de plantas avaliadas, com resultados expressos em frutos planta⁻¹.
- d) **Massa de frutos total por planta (MFT):** obtido pela pesagem total de frutos, dividindo-se pela quantidade de plantas avaliadas, com auxílio de uma balança comercial. O resultado foi expresso em g planta⁻¹ (Figura 5B).
- e) **Massa média de frutos (MMF):** obtido pela relação de massa de frutos total (item c), pelo número de frutos total (item a), com resultados expressos em g.
- f) **Produtividade total (PT):** obtido multiplicando a massa de frutos total por planta (item a), pela quantidade de planta em um hectare, ou seja, 15.380 plantas, com resultados expressos em t ha⁻¹. A média de produtividade foi feita com os dados de seis colheitas.
- g) **Massa seca de 10 frutos (MS):** Dez frutos de cada parcela, foram colocados em sacos de papel e deixados secando em estufa, com temperatura ambiente por sete dias. Posteriormente, foram colocados em estufa com circulação forçada a 65°C, até obtenção de massa constante (aproximadamente 48 horas). Os resultados foram expressos em g.
- h) **Porcentagem de massa seca (PMS):** obtida pela razão entre a massa seca de uma amostra de 10 frutos, e a massa fresca da mesma amostra de 10 frutos. O resultado foi multiplicado por 100, e obtido a porcentagem de massa seca em %.

- i) **Número de sementes por fruto (NSF):** foi realizada a contagem manual do número de sementes de sete frutos, por tratamento. Posteriormente, foi feita a média do número de sementes por fruto. Os resultados foram expressos em nº sementes fruto⁻¹.
- j) **Altura da 1º bifurcação (APB) e da planta (AP):** obtida com auxílio de uma fita métrica a altura da 1º bifurcação a partir no nível do substrato. A altura da planta foi mensurada aos 60 DAT, do substrato até o meristema apical. Os resultados foram expressos em cm.



Figura 5. Contagem manual de número de frutos total (foto A). Pesagem para obtenção da massa de frutos total por planta (Foto B). UFSCar, Araras, SP, 2019.

4.2.2 Avaliações físico-químicas

Com exceção da análise de pungência, todas as demais análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Frutas e Hortaliças na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, da Universidade de São Paulo (ESALQ-USP), Piracicaba-SP. Os frutos foram selecionados seguindo o critério de uniformidade nas amostras de cada tratamento de acordo com Lutz e Freitas (2008).

- a) **Compostos fenólicos (CFE):** obtido pelo método espectrofotométrico de Folin Ciocalteu com modificações, tendo como padrão o ácido gálico e resultados expressos em mg EAG 100 g⁻¹ (equivalente ácido gálico por 100 g de frutos) (SINGLETON; ROSSI, 1965). Perkin Elmer, modelo Lambda 25.
- b) **Carotenoides Totais (CT):** obtido por meio da medição e caracterização por Espectroscopia UV - VIS. O processo de extração foi feito conforme metodologia Lichtenthaler e Buschmann (2001). Os resultados foram expressos em mg 100 g⁻¹ de fruto.

- c) **pH**: obtido por meio de potenciômetro da marca Tecnal (modelo: TEC-3MP).
- d) **Acidez Titulável (AT)**: obtida por volumetria (método nº 942.15 da AOAC, 2005). Os resultados foram expressos em porcentagem (%) de ácido cítrico.
- e) **Sólidos solúveis (SS)**: obtido através da leitura direta do sobrenadante preparado em refratômetro digital de bancada da marca Atago (n.1) (AOAC, 2005). Os resultados foram expressos em °Brix.
- f) **Relação Sólidos solúveis / Acidez Titulável (SS/AT)**: Obtido através da divisão dos valores encontrados de sólidos solúveis e acidez titulável. Os resultados foram expressos em números absolutos.
- g) **Lipídios (LP)**: As amostras secas, trituradas e introduzidas em cartucho de papel filtro. O processo de extração do óleo, e a pesagem no balão, foi realizado de acordo com o método AOCS (1974). Os resultados foram expressos em porcentagem.
- h) **Proteínas (P)**: obtido pelo método de micro-Kjeldahl, o qual determinou o nitrogênio da amostra, empregando-se 6,25 como fator de conversão nitrogênio/proteína, de acordo com Johnson e Ulrich (1959). Os resultados foram expressos em porcentagem de proteínas.
- i) **Fibra (F)**: obtida pelo método gravimétrico-enzimático, segundo Asp et al. (1983). Os resultados foram expressos em porcentagem de fibras.
- j) **Umidade (U)**: determinada através do equipamento TOP Ray (Bell) por infravermelho, e os resultados expressos em porcentagem.
- k) **Cinzas (CI)**: determinado pelo método 940.26 descrito pela AOAC (2005). Os resultados foram expressos em porcentagem de cinzas.
- l) **Carboidratos (C)**: obtido pela diferença das médias de umidade, proteína, lipídios, fibra bruta e cinzas de 100.

$$C = 100 - \text{umidade} - \text{proteína} - \text{lipídio} - \text{fibra} - \text{cinzas}$$

- m) **Pungência (PG)**: A pungência foi determinada pelo teor de capsaicina, o qual foi feito pelo método HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*). Primeiramente as amostras foram higienizadas, e liofilizadas sem o pedúnculo (Figura 6). Após a liofilização os frutos foram armazenados sob-refrigeração para posterior etapa de extração. A extração dos capsaicinoides foi feita de acordo com a metodologia de Chanthai et al. (2012). Agregou-se também, o uso de

ondas ultrassônicas ao processo, para que houvesse uma melhor penetração do solvente no interior das células dos frutos.

A quantificação analítica de capsaicinóides foi realizada em cromatógrafo líquido de alta eficiência, UHPLC Ultimate 3000 (Thermo Fisher Scientific®), utilizando padrões certificados de capsaicina de elevado grau e pureza (Sigma-Aldrich®). A validação do método foi realizada avaliando os fatores quantitativos, como desvio padrão, desvio padrão relativo, o limite de detecção (LD) e o limite de quantificação (LQ) para ambos os capsaicinóides investigados (SKOOG et al., 2002). A análise foi feita no Laboratório do Departamento de Ciências da Natureza, Matemática e Educação (DCNME), *Campus Araras/UFSCar*. Os resultados foram expressos em mg g^{-1} e $\mu\text{g g}^{-1}$ de capsaicina em frutos *in natura*. Os dados também foram expressos em unidades Scoville, obtidos multiplicando os valores de HPLC em $\mu\text{g g}^{-1}$ por 16,1 para o capsaicinoide capsaicina o qual foi analisado no presente trabalho, seguindo a metodologia sugerida por Giuffrida et al. (2013).



Figura 6. Amostras dos frutos de pimentas, no processo de secagem por liofilização. UFSCar, Araras, SP, 2019.

4.3. Análise sensorial

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da UFSCar sob nº 57988516.2.0000.5504.

Os frutos colhidos maduros da última colheita aos 221 DAT foram os utilizados para esta análise. O critério usado para escolha e colheita dos frutos, foi a mesma de análises físico-químicas, com a mesma uniformidade das amostras. A análise sensorial foi realizada um dia após a colheita, com os frutos higienizados em água corrente e levados a geladeira com temperatura de 10 °C.

Foi realizado o teste de ordenação de diferença e preferência das pimentas (Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, 1994), com 29 avaliadores não treinados, consumidores de pimenta, os quais avaliaram os atributos cor, tamanho, aroma doce, textura e preferência. Dos 29 avaliadores, 12 realizaram o teste incluindo os atributos gosto doce e ardência (pungência), os demais por opção não avaliaram. Os atributos utilizados neste estudo foram os mesmos que os utilizados por Santos (2018), com exceção do atributo ardência.

Os testes sensoriais foram realizados em cabines individuais sob luz branca e foram servidas duas pimentas de cada tratamento, em pratos brancos codificados, e solicitado aos avaliadores que ordenassem as amostras em ordem crescente para cada atributo, por último foi realizada a análise de ordenação de preferência.

4.4. Análise estatística

Para as características agronômicas, após obtenção das médias das seis colheitas, os dados foram submetidos à análise de variância considerando delineamento em blocos casualizados, seis repetições e seis tratamentos, por meio do software AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO, 2010) e as médias agrupadas pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

Para todos os parâmetros físico-químicos a análise de variância seguiu-se o delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos com três repetições com exceção de compostos fenólicos e carotenoides, que foram considerados seis tratamentos e seis repetições. Em todas essas situações, quando necessário, utilizou-se o teste de Scott-Knott para agrupamento entre médias, à 5% de probabilidade com o auxílio do software Agrostat (BARBOSA; MALDONADO, 2010).

Os dados do teste de ordenação dos seis materiais foram analisados utilizando o teste de Friedman ($p \leq 0,05$) (NEWELL; MacFARLANE, 1987), para verificar a existência significativa entre as amostras. Foram utilizadas seis amostras e 29 avaliadores para primeira parte do teste e 12 para a segunda parte, sendo as diferenças significativas 40 e 27, respectivamente. Portanto, quando a diferença entre as somatórias de notas foi igual ou superior à diferença significativa, considerava-se que as amostras diferiram significativamente entre si.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Análises agronômicas das pimentas

5.1.1 Componentes de biometria de frutos

5.1.1.1 Comprimento (CPF), Diâmetro (DF) e Comprimento do bico de fruto (CBF)

O comprimento de fruto variou de 2,66 cm (BRS Moema) a 3,81 cm (F1 12) (Tabela 3). Resultados semelhantes foram observados em Domenico et al. (2012), que avaliando acessos de pimentas *C. chinense*, obteve 2,3 cm de CF para cultivar não definida de pimenta Biquinho.

O diâmetro variou de 1,50 cm (BRS Moema) a 2,43 cm (F1 21 e F1 23). Os híbridos apresentaram frutos com maior comprimento em relação aos acessos (não híbridos) testados por Heinrich et al. (2015), que variaram de 1,98 cm a 2,85 cm. Para Domenico et al. (2012), o diâmetro entre os frutos *C. chinense* variaram de 1,1 cm a 1,8 cm, para Biquinho e Pimenta de Cheiro, respectivamente.

Os híbridos, apresentaram médias superiores de comprimento e diâmetro de fruto, em comparação à pimenta BRS Moema (Tabela 3). Essas características são importantes para facilitar a colheita, pois frutos maiores são mais fáceis de colher,

melhorando no rendimento desta atividade, visto que a mão de obra é o item mais oneroso no custo de produção de pimenta.

A variação de comprimento de bico dos frutos (CBF), foi de 7,48 mm a 13,31 mm, para o híbrido de menor (F1 23) ao de maior CBF (F1 17), respectivamente (Tabela 3).

Reis et al. (2015), avaliando biometria de frutos de pimenta Biquinho em cultivo convencional, observaram médias de comprimento de bico de 13,10 mm, valor similar ao presente trabalho. Heinrich et al. (2015), avaliando 17 progênies de pimenta Biquinho conduzidas em campo, encontraram uma variação de 1,5 mm a 6,3 mm para comprimento de bico do fruto, valores inferiores no presente trabalho, o qual foi conduzido em ambiente protegido.

A segregação genética pela não pureza da cultivar pode acarretar na variação do comprimento do bico do frutos da pimenta Biquinho, o mesmo quando o produtor retira sua própria semente e sem controle de qualidade (ABCSEM, 2009).

A pimenta Biquinho é conhecida justamente pelo comprimento de bico de fruto, entretanto, os híbridos F1 12 e F1 23, apresentaram os menores valores, diferindo dos frutos de BRS Moema, tanto em CBF, quanto em tamanho ou número de sementes por frutos.

Tabela 3. Comprimento de fruto (CPF), comprimento de bico do fruto (CBF), diâmetro do fruto (DF), espessura de polpa do fruto (EP) e número de lóculos (NL) em híbridos de pimenta *C. chinense* e BRS Moema. UFSCar, Araras, SP, 2019.

Tratamentos	CPF	CBF	DF	EP	NL
	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)	(fruto ⁻¹)
BRS Moema	2,66 c	10,43 c	1,50 e	1,63 d	2,70 b
F1 10	2,78 c	11,25 b	1,81 d	1,92 c	2,70 b
F1 12	3,81 a	8,42 d	2,22 c	2,17 b	3,13 a
F1 17	3,80 a	13,31 a	2,32 b	2,24 b	3,07 a
F1 21	3,74 a	11,15 b	2,43 a	2,22 b	3,18 a
F1 23	3,65 b	7,48 e	2,43 a	2,44 a	3,19 a
Teste F	179,96	76,89	451,68	72,35	55,83
Bloco	2,45 NS	2,95	1,64 NS	5,56	2,05 NS
CV(%)	2,86	5,68	2,05	3,86	2,57

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott ($p < 0,05$); NS: não significativo; CV (%) = Coeficiente de variação.

5.1.1.2 Espessura de Polpa (EP) e Número de Lóculos (NL)

Frutos com maior espessura de polpa são mais indicados para venda *in natura*, pois sofrem menos com depreciações por manuseio e ferimentos, aumentando o tempo de pós-colheita (perdem menos água), são mais resistentes a transportes, além de terem maior preferência no mercado consumidor (CHARLO et al., 2009). Outra vantagem é o aumento da produtividade, pois esses frutos são mais pesados, e podem ser comercializados por peso e não volume. Portanto, os híbridos deste trabalho são indicados para mercado *in natura* de pimenta, com destaque para o híbrido F1 23, que possui maior EP com 2,44 mm (Figura 7B).

Lannes et al. (2007), afirmaram que frutos maiores possuem espessura de polpa maior, e frutos menores espessura de polpa menor. Resultados similares foram observados nos frutos do F1 23 e BRS Moema, as quais apresentaram espessura de polpa de 2,44 mm e 1,63 mm, e 2,43 e 1,50 cm de diâmetro de fruto, respectivamente (Tabela 3).

A BRS Moema e o híbrido F1 10 apresentaram o número de lóculos (NL) inferior a três, enquanto os demais híbridos apresentaram mais de três lóculos por fruto. Essa característica está diretamente relacionada com formato dos frutos e é dependente do número de carpelos (BLAT et al., 2007). Além disso, o número de lóculos tem relação com espessura de polpa dos frutos, visto que os materiais com maior NL apresentaram maior EP.

Heinrich et al. (2015), avaliando variedade de pimentas Biquinho Salmão, obtiveram resultados de número de lóculo próximos ao do presente estudo, sendo a média dos resultados de 2,2 a 3,8. Casali et al. (1984), afirmaram que frutos com maior número de lóculos, apresentam maiores quantidades de sementes. Essa afirmação foi observada no híbrido F1 23, entretanto os demais híbridos não obtiveram a mesma relação.

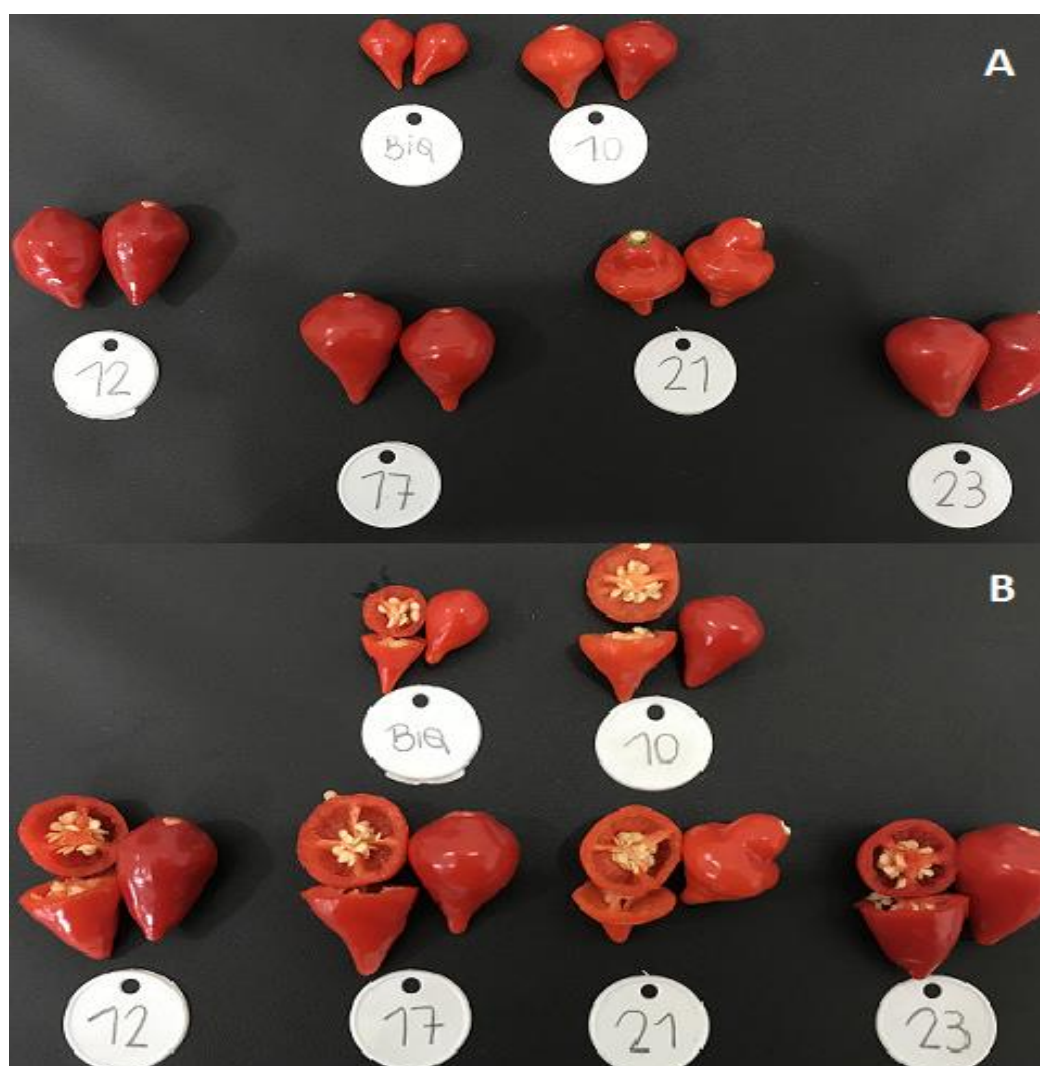


Figura 7. Frutos híbrido de pimentas *C. chinense* e da cultivar BRS Moema (Foto A). Corte transversal dos frutos híbridos *C. chinense* e BRS Moema (Foto B).

5.1.2 Componentes de produção

Houve diferença entre os tratamentos para todas as variáveis dos componentes de produção, com exceção da altura de planta aos 60 DAT (Tabela 4).

5.1.2.1 Número de frutos totais (NFT), número de frutos comerciais (NFC) e número de frutos com defeito (NFD)

Para número de frutos total a cultivar BRS Moema apresentou melhor resultado com 118,93 frutos planta⁻¹, produzindo aproximadamente 49 frutos planta⁻¹ a mais que a pimenta F1 23 (69,52 frutos planta⁻¹) (Tabela 4). Apesar da BRS Moema e o híbrido F1 10, apresentarem estatisticamente os maiores números de frutos comerciais, o híbrido F1 10 apresentou melhor desempenho com 94,33 % de frutos comerciais, enquanto BRS Moema apenas 89,85%, conseqüentemente, apresentou a maior porcentagem de frutos com defeito (10,22%). Os demais

materiais variaram de 92,18% a 93,27% de frutos comerciais e de 6,74% a 7,66% de frutos deformados (Tabela 4).

Vários fatores podem interferir no número de frutos com defeito, a adubação, polinização, deformação fisiológica do fruto e/ou deformações ocasionadas por insetos ou patógenos (MARCHI, 2018). No atual trabalho, foi observado que a maioria das deformações foram causadas por lagarta (*Helicoverpa zea*) e algumas ocasionada pelo vírus vira-cabeça, mas poucas por deformação fisiológica.

Os fatores ambientais interferem diretamente na quantidade de frutos por planta. Luna et al. (2005), observaram maior produção de flores em cultivo sob ambiente protegido ao convencional. Avaliaram produção de flores e pegamento de frutos em pimenta Habanero e a quantidade máxima de frutos por planta em ambiente protegido foi de 525 frutos planta⁻¹ e no convencional 354,8 frutos planta⁻¹, sobre a mesma aplicação de produtos reguladores de crescimento.

Tabela 4. Número de frutos total (NFT), número de frutos comerciais (NFC), Número de frutos com defeito (NFD), massa de frutos total por planta (MFT), massa média de frutos (MMF) e produtividade (PT) em híbridos de pimenta *C. chinense* e BRS Moema. UFSCar, Araras, SP, 2019.

Tratamentos	NFT	NFC	NFD	MFT	MMF	PT
	(fruto planta ⁻¹)	(fruto planta ⁻¹)	(fruto planta ⁻¹)	(kg planta ⁻¹)	(g fruto ⁻¹)	(t ha ⁻¹)
BRS Moema	118,93 a	106,87 a	12,16 a	1,01 d	1,50 e	15,62 d
F1 10	107,17 a	101,10 a	6,16 b	1,26 c	2,10 d	19,39 c
F1 12	71,12 c	65,67 c	5,50 b	1,84 a	4,53 b	28,38 a
F1 17	84,74 b	78,41 b	6,33 b	1,93 a	4,06 c	29,77 a
F1 21	61,70 c	57,55 c	4,16 b	1,62 b	4,53 b	24,93 b
F1 23	69,52 c	64,09 c	5,33 b	2,08 a	5,43 a	32,00 a
Teste F	31,18	27,45	17,52	39,36	214,69	39,36
Bloco	7,40	7,49	2,35 NS	8,36	1,16 NS	8,36
CV (%)	11,72	12,2	25,02	9,93	6,98	9,93

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, ($p < 0,05$); NS: não significativo; CV: Coeficiente de variação (%).

5.1.2.2 Massa de frutos totais (MFT) e Massa Média de Frutos (MMF)

O híbrido F1 23 apresentou o dobro de massa de frutos totais (2,08 kg planta⁻¹), comparado com BRS Moema (1,01 kg planta⁻¹) (Tabela 4). Heinrich et al. (2015), avaliando 17 linhagens de pimenta Biquinho, em cultivo convencional, obtiveram maior média de produção de 1,68 kg planta⁻¹. O uso de híbridos aliado ao ambiente

protegido de cultivo, pode ter favorecido o maior número de colheitas e a maior produtividade (heterose).

Gomide, Maluf e Gomes (2003), avaliando heterose em híbridos de pimentão, observaram efeito do vigor híbrido em produção total, variando de 0,45 a 28,55% e massa média de frutos, variando de 3,07 a 47,37%. Souza e Maluf (2000), avaliando heterose em acessos de *C. chinense*, observaram que a linhagem e o híbrido produziram, 591,1 g planta⁻¹ e 705,5 g planta⁻¹, respectivamente. A partir dos dados observados, encontraram manifestações da heterose em características de produção e qualidade de frutos, que permite concluir a viabilidade da heterose em frutos F1 de pimentas para essa espécie.

A massa média de frutos, variou de 1,50 g (BRS Moema) a 5,43 g (F1 23), sendo a massa do híbrido 3,6 vezes maior que da cultivar BRS Moema (Tabela 4). Tal característica aliada a frutos maiores, se torna vantagem para produzir pimenta em conserva, uma vez que são necessários menos frutos para atingir o peso necessário e preencher a embalagem, tornando a produção mais rentável.

5.1.2.3 Produtividade (PT)

O híbrido F1 23 produziu mais que o dobro (32 t ha⁻¹) da cultivar BRS Moema (15,62 t ha⁻¹) (Tabela 4). A produtividade está diretamente ligada à massa média de frutos e espessura de polpa, visto que a produtividade é medida por peso. Portanto, os materiais com maior produção, também são os com maior massa média de frutos e com maior espessura de polpa. Tais características estão associadas a heterose ou vigor híbrido, que é a superioridade dos híbridos com relação a linhagens (SOUZA; MALUF, 2000).

Andrade et al. (2018), avaliando linhagens e híbridos de *C. chinense* e *C. annuum*, obtiveram produtividade máxima de 46 t ha⁻¹. Os autores observaram uma diferença de produtividade dos híbridos de 3,8 vezes maior que das linhagens. Os híbridos deste estudo obtiveram produtividade de 3,77 t ha⁻¹, 12,76 t ha⁻¹ e 14,15 t ha⁻¹, respectivamente, a mais que a cultivar BRS Moema (15,62 t ha⁻¹) (Tabela 4).

Moreira et al. (2009), observaram diferença significativa no cultivo em ambiente protegido e no convencional, onde relataram maior produtividade e número de frutos, em ambiente protegido. Além do fator de heterose, a produtividade também é altamente influenciada pelo ambiente, o qual é responsável pela grande parte da resposta de um genótipo.

5.1.2.4 Massa Seca (MS) e Porcentagem de Massa Seca (PMS)

Observou-se correlação entre massa seca e massa dos frutos, pois o híbrido F1 23 apresentou maior massa média de fruto (5,43 g fruto⁻¹) e conseqüentemente maior massa seca (0,85 g fruto⁻¹) (Tabela 5). Tal relação foi observada por Rodrigues et al. (2012), avaliando a capacidade combinatória de dez híbridos de *C. baccatum*, observaram que frutos mais pesados apresentavam maior massa seca.

Os frutos da cultivar BRS Moema apresentaram maior porcentagem de massa seca, com 16,88%, enquanto que para os híbridos essa característica variou de 13,33 a 15,13% (Tabela 5).

A porcentagem de matéria seca dos frutos visa verificar a capacidade do fruto em acumular nutrientes, visto que a produção de pápricas de pimentas e pimentões é diretamente relacionado ao rendimento e produção de matéria seca (MARCHI, 2018). Desta forma, frutos com maior porcentagem de massa seca tem maior rendimento na produção de páprica, visto que na produção os frutos secos são macerados. Portanto os híbridos não apresentaram desempenho eficiente para esse tipo de processamento, obtendo melhores resultados para a indicação de fabricação de conservas, pastas e molhos.

Tabela 5. Massa seca (MS), Porcentagem de massa seca (PMS), Número de sementes (NSF), altura de planta (AP) e altura de planta até a 1º bifurcação (APB) em híbridos de pimenta *C. chinense* e BRS Moema. UFSCar, Araras, SP, 2019.

Tratamentos	MS	PMS	NSF	APB	AP
	(g)	(%)	(sementes fruto ⁻¹)	(cm)	(cm)
BRS Moema	0,30 b	16,88 a	27,31 c	13,16 b	76,91
F1 10	0,36 b	13,98 b	34,96 b	14,25 b	82,18
F1 12	0,73 a	13,33 b	44,90 a	13,45 b	78,58
F1 17	0,74 a	14,30 b	34,56 b	14,08 b	85,72
F1 21	0,79 a	15,13 b	26,40 c	13,45 b	81,68
F1 23	0,85 a	13,80 b	34,65 b	18,50 a	63,33
Teste F	51,16	4,22	15,59	20,04	2,14 NS
Bloco	2,98	1,65 NS	19,52	0,86 NS	0,68 NS
CV (%)	12,78	10,47	12,25	7,58	16,81

Médias seguidas na vertical de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, (p<0,05); NS: não significativo; CV (%): Coeficiente de variação.

5.1.2.5 Número de Sementes por Fruto (NSF)

As médias de números de sementes por fruto, variaram de 26,40 (F1 21) a 44,90 (F1 12) (Tabela 5). Mendes (2018), realizou cruzamentos entre *Capsicum* spp., relatou que a maioria dos cruzamentos utilizando um dos genitores *C. chinense* resultaram em baixas quantidades de sementes por fruto. Entretanto, no presente trabalho, foi observado uma maior média de sementes para os híbridos *C. chinense* em comparação com o trabalho de Souza, Melo e Santos (2009).

O número de sementes por fruto é determinado por fatores genéticos e ambientais, sendo essa variável diferente para cada cultivar (SANTOS et al., 2015).

Outro fator que pode influenciar na quantidade de sementes por fruto, é o seu tamanho. Souza, Melo e Santos (2009), observaram que em frutos maiores há uma maior porcentagem de semente. Entretanto essa relação foi observada apenas para o híbrido F1 12 (Tabela 5). Para o consumo *in natura*, elevada quantidade de sementes nos frutos não é apreciada pelos consumidores.

Ao dividirmos o número de sementes, pelo valor da massa média de cada híbrido, obtemos a quantidade de sementes por grama de fruto. Portanto, 1 g de fruto da pimenta BRS Moema apresentou em média 18,20 sementes, e 1 g de fruto do híbrido F1 12 9,91. BRS Moema, portanto, apresentou quase o dobro de sementes por grama de fruto, em comparação ao híbrido F1 12. Portanto, com relação ao número de semente por fruto, o híbrido F1 12 deve ser mais apreciado pelos consumidores.

5.1.2.6 Altura de Planta (AP) e Altura da 1ª bifurcação (APB)

A variável altura de plantas entre os tratamentos, não diferiram estatisticamente entre si, mostrando que altura entre plantas não foi um diferencial para os híbridos (Tabela 5). Andrade et al. (2018), afirmam que a altura de plantas de pimenta *C. chinense* e *C. annuum*, é negativamente correlacionada com comprimento de fruto e espessura de polpa, onde plantas menores apresentam frutos compridos. Essa observação não foi observada neste trabalho. Os híbridos que apresentaram maior altura de planta, apresentaram maior comprimento de frutos e espessura de polpa. Portanto, a característica de altura de planta neste trabalho, não influenciou as demais características.

Andrade et al. (2018), correlacionaram altura da primeira bifurcação (APB) à produção de frutos em linhagens de pimentão. Entretanto, nada foi relatado sobre

APB interferindo na produtividade em híbridos de pimenta. Apesar de haver diferença de vigor entre linhagens e plantas híbridas, essa característica além de estar atribuída à fatores genéticos, também está sobre influência de fatores ambientais. Como todas as plantas foram conduzidas em ambiente protegido, as quais foram submetidas a mesma adubação, irrigação e condições ambientais, além de não ter sido realizado poda, essas características não foram significativas neste estudo.

5.2 Análises físico-químicas

Todas as variáveis físico-químicas apresentaram diferença entre os tratamentos (Tabela 6).

5.2.1 Compostos Fenólicos (CFE)

Com relação aos compostos fenólicos, o de maior valor foi do híbrido F1 12 (105,97 mg AG 100 g⁻¹), e o de menor o híbrido F1 17 (94,28 mg AG 100 g⁻¹).

Salgaço e Sacramento (2019), avaliando compostos fenólicos em *Capsicum*, encontraram 75,6 mg AG 100g⁻¹ de compostos fenólicos totais e Santos (2018), obteve valor de 41,31 mg AG 100 g⁻¹ de CFE, ambos para variedade de pimenta Biquinho e polinização aberta. Valores superiores foram encontrados no presente estudo para CFE.

Os compostos fenólicos possuem estruturas químicas com hidroxilas e anéis aromáticos, que conferem a capacidade antioxidante nos alimentos (ANGELO; JORGE, 2007), portanto o híbrido com maior ação antioxidante foi o F1 12 pois apresentou maior teor.

A correlação existente entre os compostos fenólicos e a atividade antioxidante sugere que os compostos fenólicos seriam os principais compostos responsáveis pela capacidade antioxidante em pimentas (MENICHINI et al., 2009), e além dessa característica estar relacionada ao gosto e odor, estão envolvidos nas reações de escurecimento dos frutos (CARVALHO et al., 2014a). Segundo Howard et al. (2000), as sementes dos frutos, são ricas em compostos fenólicos, o que contribui para sua atividade antioxidante. Entretanto, o teor de CFE em pimentas, varia de acordo com a composição química da espécie, forma de cultivo, características genéticas e condições climáticas (MELO et al., 2006).

5.2.2 Carotenoides Totais (CT)

Com relação ao teor de carotenoides, os híbridos F1 12 e F1 23 apresentam as maiores médias sendo 524,26 e 520,36 mg 100 g⁻¹, respectivamente (Tabela 6). Carotenoides totais e compostos fenólicos, são elementos que conferem ação antioxidantes aos alimentos. Observando os resultados, podemos dizer que o híbrido F1 12 apresentou maior teor de CT e CF, conseqüentemente, possui maior atividade antioxidante com relação aos demais. Os carotenoides são precursores da vitamina A, e além de serem bons para a saúde humana, beneficiam os frutos no pós-colheita, conferindo-lhes maior tempo de prateleira (NEITZKE et al., 2015).

Bernardo et al. (2015), estudando características centesimais ao longo do tempo de armazenamento de pimentas Biquinho, encontraram valores de 68 a 74,45 µg 100g⁻¹ de carotenoides totais, valores abaixo do observado no presente trabalho.

Os teores de carotenoides totais, foram inferiores ao observado por Campos et al. (2013) que, avaliando pimentas Habanero (*C. chinense*), obtiveram variação de 1,00 a 1,26 mg 100 g⁻¹ (1.000 a 1.260 µg 100g⁻¹) de carotenoides totais.

A formação e a degradação dos carotenos afetam a cor, pois são pigmentos do amarelo ao vermelho que colorem os frutos. Alguns frutos de *Capsicum* apresentam coloração vermelha intensa, devido ao caroteno de pigmento vermelho.

Tabela 6. Características físico-químicas dos híbridos de pimenta *C. chinense* e BRS Moema. UFSCar, Araras, SP, 2019.

Tratamentos	CFE (mg AG 100g ⁻¹)	CT (µg 100 g ⁻¹)	pH -	AT (%)	SS °Brix	SS/AT -	LP (%)	P (%)	F (%)	U (%)	CI (%)	C (%)
BRS Moema	97,60 b	185,98 c	4,92 b	0,57 b	10,03 a	17,73 c	1,17 b	1,62 a	5,28 a	76,48 b	2,43 a	5,86 b
F1 10	99,62 b	193,43 c	4,81 c	0,66 a	8,93 c	13,38 d	1,52 a	1,61 a	4,09 f	70,07 b	1,15 b	13,43 a
F1 12	105,87 a	524,26 a	5,04 a	0,42 c	9,06 c	21,43 b	1,10 b	1,31 b	4,46 b	74,66 b	1,07 b	10,50 a
F1 17	94,28 c	291,54 b	4,80 c	0,48 c	8,60 d	17,66 c	0,60 c	1,96 a	4,11 e	75,44 b	1,19 b	10,66 a
F1 21	98,15 b	230,62 c	5,06 a	0,43 c	9,10 c	20,93 b	0,66 c	1,54 a	4,25 c	82,23 a	1,41 b	6,59 b
F1 23	97,34 b	520,36 a	5,09 a	0,36 c	9,53 b	26,06 a	1,34 a	1,05 b	4,12 d	83,21 a	0,75 b	6,72 b
CV%	2,76	13,3	0,97	8,36	2,27	9,04	11,04	13,5	0,90	4,24	17,32	19,03

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, ($p < 0,05$); NS: não significativo; CV: Coeficiente de variação (%).

CFE (Compostos fenólicos); CT (Carotenoides Totais); AT (Acidez Titulável); SS (Sólidos Solúveis); SS/AT (Sólidos solúveis /Acidez Titulável); LP (Lipídio); P (Proteína); F (Fibras); U (Umidade); CI (Cinzas); C (Carboidrato).

5.2.3 pH e Acidez Titulável (AT)

Os valores de pH entre os materiais avaliados variaram de 4,80 (F1 17) a 5,09 (F1 23) (Tabela 6).

Rebouças, Valverde e Teixeira (2013), observaram valor médio de 5,48 de pH para pimenta Malagueta *in natura*. Chaves e Furtado (2017), avaliando pH ao longo dos dias, em pimentas expostas a temperatura ambiente, relataram que o pH em Pimentas de Cheiro não alterou drasticamente ao longo dos dias, permanecendo na faixa de 5,0. Resultados observados pelos autores estão dentro da faixa de pH encontrado no presente estudo.

O teor de pH está associado à presença de microrganismos nocivos à saúde, na faixa de pH em torno de 6,5 a 7,5, portanto sendo uma das avaliações mais importantes para deterioração do fruto (BRAGA et al., 2013). Além disso, a maioria das pimentas da espécie *C. chinense* são comercializadas *in natura*.

Quanto AT os materiais apresentaram diferença estatísticas, sendo o híbrido F1 10 o de maior acidez com 0,66 %, e o F1 23 o menor (0,36%) (Tabela 6). Foi observado uma relação entre pH e acidez titulável, os materiais com menores valores de pH apresentaram maiores valores de AT.

Carvalho et al. (2014b), avaliando AT em acessos de *Capsicum* observaram valor de 0,18% para pimenta Biquinho, dado semelhante ao encontrado por Reis et al. (2015), que observaram valor de 0,27% para o mesmo tipo varietal de pimenta, sendo, valores abaixo dos encontrados no presente trabalho.

5.2.4 Sólidos solúveis totais (SS) e Relação Sólidos solúveis/ Acidez Titulável (SS/AT)

Os teores de sólidos solúveis totais (SS) variaram de 8,60 °Brix para F1 17 a 10,03 °Brix para BRS Moema (Tabela 6).

Avaliando características físico-química de linhagens de pimenta Biquinho em sistema orgânico de cultivo, Santos (2018), observou valores de 9,25 °Brix para cultivar BRS Moema e 8,07 a 9,10 °Brix para as linhagens 37701 e 313505, respectivamente. Valores próximos ao observado neste estudo.

Lutz e Freitas (2008), avaliando composição nutricional de *Capsicum*, observaram valores de 6,5, 9,2, 7,0, 9,5 e 9,0° Brix, para as cultivares Biquinho, Pimenta de Cheiro, Murupi, Bode e Cumari-do-Pará, respectivamente. Essas

cultivares pertencem a espécie *C. chinense*, e possuem valores de sólidos solúveis, próximo ao observado para os híbridos do presente estudo.

Oliveira et al. (2019), estudando a diversidade de 11 acessos de pimentas (*C. chinense*), verificaram variação de 7,4 °Brix a 10,4 °Brix. Tais dados são compatíveis com os observados neste estudo. Segundo os autores, o SS é responsável por proporcionar aroma e sabor aos frutos.

Pimentas com alto teor de sólidos solúveis, são vantajosos na fabricação de páprica, pois diminui o custo da produção no processo de perda de água, visto que frutos com maior teor de SS possuem menor quantidade de água, portanto mais fácil desidratação, apesar das pimentas *C. chinense* serem mais apreciadas na forma *in natura*. Além disso, frutos de *C. chinense* com teor de sólidos solúveis elevado, podem ser usados para melhoramento genético visando melhora de frutos de outras espécies deste gênero (LANNES et al., 2007).

A maior relação SS/AT entre os híbridos foi do F1 23 (26,06) e a menor foi F1 10 (13,38) (Tabela 6).

Borges et al. (2015), avaliando características morfoagronômicas e físico-químicas de pimentas, observaram valores de 19,6 a 24,41 de relação SS/AT em pimentas *C. chinense*, enquanto Reis et al. (2015), observaram o valor de 24,66 na relação SS/AT para pimenta Biquinho.

Valores elevados dessa relação, indicam baixo acidez e alto sólido solúveis, o que significa sabor doce predominante nos frutos (REIS et al., 2015). A relação SS/AT também indica equilíbrio entre teores de açúcares e ácidos orgânicos nos frutos, características importantes a serem levadas em consideração, principalmente para frutos consumidos *in natura* (BENGOZI et al. 2007). Portanto, com relação aos dados de SS/AT, os híbridos F1 23, F1 12 e F1 21 apresentam aumento no sabor doce, entre os frutos.

5.2.5 Lipídios (LP)

Os teores de lipídios (LP) diferiram entre os tratamentos, sendo os híbridos F1 10 (1,52%) e F1 23 (1,34%), os de maiores teores, já os híbridos F1 21 (0,66%) e F1 17 (0,60%), os de menores valores (Tabela 6).

Reis et al. (2015), avaliando o teor de lipídios em pimenta Biquinho, observaram média de 0,20%. Lutz e Freitas (2008), encontraram um valor de 1,4 % LP em pimenta biquinho, valor próximo aos encontrados no presente trabalho.

Outras pimentas pertencentes a *C. chinense*, como Cumari-do-Pará, Bode e Pimenta de Cheiro, possuem 1,6%, 1,4% e 1,4% de LP, respectivamente, valores similares aos híbridos F1 10 e F1 23 deste trabalho.

Os valores de lipídios encontrados na literatura para pimenta Biquinho são inferiores aos encontrados nos híbridos do presente estudo. Segundo Pinto, Pinto e Donzeles (2013), os teores de lipídios e carboidratos são baixos em toda variedade de pimenta, pois possuem poucas calorias.

5.2.6 Proteínas (P)

O híbrido F1 23 apresentou menor teor de proteína (1,05%), e o híbrido F1 17 o maior (1,96%), diferença de 0,91 g a cada 100 g de pimenta (Tabela 6). Segundo Lutz e Freitas (2008), avaliando a composição de pimentas do gênero *Capsicum*, encontraram que o teor de proteína da pimenta Biquinho foi de 1,7 g 100 g⁻¹, ou 1,7 %, dados similares aos encontrados no híbrido F1 10 e para BRS Moema. Outras cultivares que apresentaram teores de proteína mais próximos ao do híbrido F1 17, foram das cultivares Pimenta de cheiro (1,8%), Cumari-do-Pará (1,8%), da espécie *C. chinense*, e Dedo-de-moça (2,0%), espécie *C. baccatum*.

A população brasileira vem melhorando a conscientização alimentar, o que reflete na participação de hortaliças na aquisição domiciliar de 82,9%. São dez hortaliças mais consumidas, entre elas o tomate tem 29,2% e o pimentão 3,2% do total da aquisição (CANELLA et al., 2018). O teor de proteínas do tomate e do pimentão são de 1,1 g 100 g⁻¹ (1,1%) e 1,2 g 100 g⁻¹ (1,2%), respectivamente (TACO, 2011). Os híbridos *C. chinense* desse estudo apresentam valores superiores de proteína das hortaliças tomate e pimentão, portanto são alimentos com boas propriedades proteicas, quando comparado ao tomate e pimentão, com destaque para o híbrido F1 17.

5.2.7 Fibra (F)

O híbrido F1 12 apresentou menor valor de fibra com 4,46%, e a cultivar BRS Moema apresentou o maior valor, com 5,28% (Tabela 6).

A porcentagem de fibras em pimenta Biquinho encontrado na literatura é de 5,4%. Outras pimentas *C. chinense*, como Pimentas de Cheiro, Murupi, Bode e Cumari-do-Pará, possuem 8,6%, 6,3%, 4,7% e 9,2, respectivamente (LUTZ;

FREITAS, 2008). Tais valores são superiores aos encontrados nos híbridos deste estudo, com exceção de pimenta Bode.

Os teores de fibras das pimentas são superiores aos teores de algumas hortaliças ou frutas, por exemplo, ao de tomate que possui 1,2% de fibras alimentares (TACO, 2011).

O consumo de fibras alimentares traz muitos benefícios à saúde humana, como melhoras no intestino, prevenção de acidentes cardiovasculares, reduz o risco de câncer e ajuda no controle da diabetes mellitus (MATTOS; MARTINS, 2000). Entretanto, o consumo de fibras pela população é baixo, portanto é de grande importância o desenvolvimento de alimentos com alto teores de fibras.

5.2.8 Umidade (U) e Cinzas (CI)

As maiores médias de umidade (U) e cinzas (CI), foi para o híbrido F1 23 (83,21%), e BRS Moema (2,43%), respectivamente.

Os valores de umidade e cinzas deste estudo foram superiores aos observados por Lutz e Freitas (2008), em pimenta Biquinho. Os valores de cinzas observados por Reis et al. (2015), foram similares aos encontrados neste estudo. Oliveira et al. (2016), avaliando qualidade pós-colheita de hortaliças, observou teores de cinzas em tomate e pimentão, sendo 0,49% e 0,79%, respectivamente. Valores inferiores aos encontrados no presente estudo.

O teor de umidade é uma importante informação, principalmente em processamento, estocagem e conservação dos frutos de pimenta, onde frutos com alto teor de umidade podem deteriorar mais rapidamente dependendo do armazenamento. As cinzas de um fruto são compostas por resíduo inorgânico, o qual é constituído por minerais em grande quantidade, como K, Na, Ca e Mg. Portanto a quantificação de um alto teor de cinzas, pode implicar em alto teor de tais minerais em um fruto, os quais apresentam ação nutricional (PARK; ANTONIIO, 2006).

5.2.9 Carboidratos (C)

Os valores de carboidratos variaram de 5,86% (BRS Moema) a 10,66% (F1 17) (Tabela 6).

Lutz e Freitas (2008), encontraram valor de 4,6% para carboidratos em pimenta Biquinho. São escassos estudos que avaliam porcentagem de carboidrato

em pimentas com tipologia Biquinho, entretanto há trabalhos envolvendo outras pimentas da mesma espécie, como Pimenta de Cheiro, com teor de carboidrato de 7,61 % (SOUZA, 2017) e 4,56 %, em pimentas *C. chinense in natura* (SILVA, 2017). Os valores de carboidratos dos híbridos deste estudo, foram maiores aos encontrados pelos autores.

Os frutos de pimentas são compostos em maior porcentagem por carboidratos, sendo a frutose e glicose cerca de 70% dos açúcares totais em pimentas vermelhas (PINTO; PINTO; DONZELES, 2013). De fato, a porcentagem de carboidratos nos frutos híbridos deste estudo, foram maiores que lipídios, proteínas e fibras.

5.2.10 Pungência (PG)

Houve diferença nos teores de capsaicina entre os híbridos pelo método HPLC, sendo o híbrido F1 12 o de maior valor, com 12,730 mg g⁻¹. Os híbridos F1 10 e F1 21, apresentaram quantidade de capsaicina abaixo do limite de quantificação (LQ), pelo método HPLC (Tabela 7).

Tabela 7. Resultados da análise de pungência em frutos *in natura* de pimentas híbridas *Capsicum chinense* e BRS Moema, em HPLC e unidades Scoville. UFSCar, Araras, SP, 2019.

Tratamentos	HPLC	Scoville
	(mg g ⁻¹)	(SHU)
BRS Moema	0,004 ± 0,002	64
10	<LQ	-
12	12,730 ± 0,630	204.953
17	0,002 ± 0,001	32
21	<LQ	-
23	0,013 ± 0,004	209

LQ: Limite de quantificação estimado, para análise realizada por Cromatografia Líquida de alta eficiência (HPLC).

A partir dos dados obtidos pela análise HPLC verificou-se a diversidade em pungência dos materiais avaliados. O híbrido F1 12 apresentou maior teor de

capsaicina, sendo aproximadamente mil vezes superior que as demais pimentas. A cultivar BRS Moema ($0,004 \text{ mg g}^{-1}$) apresentou o dobro de teor com relação ao híbrido F1 17 ($0,002 \text{ mg g}^{-1}$). O teor de capsaicina dos híbridos F1 10 e F1 21 ficaram abaixo do limite de quantificação do método HPLC, que é $<0,0001$.

Souza e Rossi (2014), encontraram valor de $0,10 \text{ mg g}^{-1}$ de capsaicoides em pimenta Biquinho, e Domenico et al (2012), identificaram ausência de capsaicina em pimenta Biquinho e Pimenta de Cheiro, ambos pelo método HPLC. Entretanto, comparando os resultados dos autores, o método HPLC utilizado no presente trabalho identificou menores teores de capsaicina nos frutos. Possivelmente, pode ser devido a diferentes métodos de extração de capsaicina, como liofilização e ondas ultrassônicas adaptadas ao método de extração de Chanthai et al. (2012), neste trabalho.

Giuffrida et al. (2013), avaliando variedades de pimentas *Capsicum*, encontraram valores de $38871 \mu\text{g g}^{-1}$ ($38,87 \text{ mg g}^{-1}$) para a pimenta Habanero vermelho e $707 \mu\text{g g}^{-1}$ ($0,70 \text{ mg g}^{-1}$), para pimenta Serrano. Os valores de capsaicina encontrados nesse trabalho foram de $0,002 \text{ mg g}^{-1}$ (F1 17) a $12,730 \text{ mg g}^{-1}$ (F1 12). Os híbridos apresentaram baixo teor de capsaicina comparado com os resultados de Giuffrida et al. (2013), somente F1 12 que obtiveram valor maior que a pimenta Serrano.

Conseqüentemente, o híbrido de maior unidade Scoville foi o F1 12, com 204.953 SHU. Esse dado se assemelha as pimentas Habanero e Scotch Bonnet que possuem pungência de 100.000 a 350.000 SHU (CATELAM, 2016). Para a cultivar BRS Moema, a unidade Scoville foi de 64 SHU, assemelhando-se ao valor mencionado por Embrapa (2016), onde a unidade Scoville da pimenta Biquinho foi de 0 a 200 SHU, porém discordando de Domenico et al. (2012) que obtiveram valor zero de capsaicina.

O resultado de pungência em unidades Scoville para o híbrido F1 17 foi a metade da cultivar comercial BRS Moema. Os híbridos F1 10 e F1 21, tiveram resultado de pungência menor que a cultivar BRS Moema, pois não foi possível obter os valores de capsaicina.

Uma das qualidades valorizadas pelo mercado consumidor da pimenta Biquinho é a ausência de pungência, portanto os híbridos F1 17, F1 10 e F1 21, são uma alternativa a serem exploradas comercialmente, além de possuírem teor de capsaicina menor, possuem frutos aromáticos e com boa qualidade para o mercado.

Nos frutos de *C. chinense* e *C. frutescens*, a capsaicina é o capsaicinoide mais abundante, demonstrando ser um poderoso antioxidante, pois inibe a oxidação de lipídios de baixa densidade (LDL), baixando o nível de oxidação de baixas moléculas (DAIRAM et al., 2008). O híbrido F1 12 apresenta maior teor de capsaicina, maiores valores de carotenoides e compostos fenólicos, portanto, o híbrido de maior ação antioxidante.

Juntamente com a cor, tamanho e formato do fruto, a pungência é um determinante da qualidade da pimenta *in natura* e é um importante fator para produtos processados (LANNES et al., 2007).

A ausência de capsaicina é uma característica atrativa para consumidores *in natura* dessas cultivares, principalmente em acompanhamento para saladas, carnes ou produção de pastas base para produção de molhos de pimenta. Para Paulus et al. (2015), a pungência é um importante atributo comercial e um requisito de qualidade para as pimentas frescas e processadas.

5.3 Análise sensorial

Os resultados dos testes sensoriais indicaram diferença entre as pimentas para os atributos cor, tamanho, preferência e ardência, e não houve diferença para aroma, gosto doce e textura (Tabela 8).

O atributo cor variou na intensidade entre os tratamentos, sendo o de coloração mais avermelhada o híbrido F1 17, porém estatisticamente os híbridos F1 12 e F1 23, possuem intensidade de cor vermelha semelhantes. Essa coloração vermelha intensa dos frutos *Capsicum* é devido aos carotenoides. Os híbridos com maiores teores de carotenoides foram F1 12, F1 17 e F1 23, confirmando a afirmação que frutos com maiores quantidades de carotenoides possuem maior intensidade de cor vermelha. A avaliação de cor também é importante para o mercado *in natura*, pois frutos com forte coloração avermelhada chama a atenção dos consumidores, sendo um atributo de preferência (FERREIRA et al., 2004).

Além da cor, o tamanho também é um atributo de preferência para os consumidores, sendo os híbridos F1 12 e F1 23, os de maior somatória para tamanho. Tais resultados são coerentes com as médias de comprimento para F1 12, porém F1 23 não apresentou maior comprimento e sim maior diâmetro de fruto. Paulus et al. (2015), afirmaram que o tamanho do fruto é um atributo importante em

pimentas, em termos de qualidade, quando comercializadas *in natura* ou em conservas.

A pimenta BRS Moema obteve maior somatória numérica quanto a preferência dos 29 avaliadores, entretanto os híbridos, com exceção F1 21, tiveram o mesmo resultado, estatisticamente. O híbrido F1 21 obteve a menor somatória de preferência, o que pode estar associado a menor intensidade de cor, entre os híbridos.

Para a avaliação do atributo sabor de ardência, na análise sensorial (Tabela 8), o híbrido F1 12 apresentou maior somatório, coerente ao teste de HPLC. Entretanto, para os demais híbridos houve divergência entre essas duas análises. O híbrido de maior somatória foi F1 12, porém semelhante estatisticamente aos híbridos F1 17 e F1 23, indicando que esses três híbridos possuem ardência semelhantes e diferentes dos demais híbridos. Entretanto, como apresentado, o híbrido F1 17 apresentou baixo teor de capsaicina ($0,002 \text{ mg g}^{-1}$). Essa divergência entre a análise HPLC e análise sensorial, para o teor de pungência, pode ser devido a diferentes sensibilidades gustativas à pungência dos avaliadores. Como já visto pelo teste de HPLC (Tabela 7), o híbrido F1 12 apresentou maior teor de capsaicina, o que confere maior ardência ao fruto. Já os frutos de menor ardência foram, a cultivar BRS Moema, F1 10 e F1 21.

Tabela 8. Resultado da somatória das notas de atributos sensoriais para a cultivar BRS Moema e cinco híbridos de pimenta *C. chinense*. UFSCar, Araras, SP, 2019.

Tratamentos	Cor	Tamanho	Aroma			Gosto	
			Doce	Crocância	Ardência	Doce	Preferência
BRS Moema	104 b	34 c	93 a	104 a	30 a	39 a	116 a
F1 10	50 c	53 c	90 a	110 a	33 a	40 a	86 ab
F1 12	135 ab	142 ab	115 a	103 a	63 b	44 a	101 ab
F1 17	145 a	105 b	92 a	82 a	45 ab	55 a	106 ab
F1 21	40 c	117 b	96 a	108 a	30 a	33 a	73 b
F1 23	114 ab	158 a	102 a	81 a	51 ab	41 a	106 ab

Valores seguidos de letras diferentes, na mesma linha, diferem estatisticamente pelo teste de Friedman ($p < 0,05$). Diferença mínima para 29 avaliadores = 41; Diferença mínima para 12 avaliadores = 27

Os atributos de aroma doce, gosto doce e crocância não apresentaram diferença estatística. Aroma doce e gosto doce não se relacionaram nesse estudo, entretanto houve relação de aroma doce e ardência, onde o híbrido F1 12 apresentou maior somatório em ambos os atributos. Tal observação é pelo fato do híbrido F1 12 apresentar forte aroma, caracterizando-se por ser semelhante as “pimentas de cheiro”, característica desta espécie de pimenta. Em contrapartida, apresentou maior ardência que os demais híbridos, se diferenciando da variedade comercial de Pimentas de Cheiro. Outra relação observada foi do aroma doce e compostos fenólicos, para o híbrido F1 12, porém para os demais híbridos não foi observada essa relação.

Associando os resultados para atributo gosto doce com sólidos solúveis e acidez titulável, Bengozi et al. (2007), afirmaram que há uma relação da avaliação SS/AT com esse atributo. Os valores de SS/AT são maiores nos híbridos F1 23, F1 12, os quais também apresentaram as maiores somatórias para gosto doce, coerentes a afirmação do autor.

A crocância dos frutos, é um dos atributos mais observados pelos consumidores, visto principalmente para frutos *in natura*, o ideal é que os frutos apresentem textura firme, principalmente para fins industriais, pois preservam seu formato após serem cozidos (CAMARGO, 1984). A maior somatória para crocância foi do híbrido F1 10, apesar do híbrido F1 17 apresentar somatória próxima, indicando pouca diferença na crocância entre eles. Tais somatórias de crocância, não foram correlacionados com espessura de polpa, a qual é a característica que confere crocância aos frutos. Os híbridos com maiores espessuras de polpa, foram F1 23, F1 21 e F1 17. Tal relação só ocorreu com híbrido F1 21.

6 CONCLUSÕES

- Todos os híbridos são indicados tanto para o mercado *in natura* de pimentas, quanto processado, observando características de biometria de fruto, produtividade e análises sensorial, onde apresentaram maiores produtividades, melhores características físico-químicas, cor e tamanho mais atrativo aos consumidores, com destaque para os híbridos F1 12, F1 17 e F1 23.
- o híbrido F1 12 foi o que mais se destacou nas análises físico-químicas, pois apresentou maior atividade antioxidante, carboidratos e fibras.
- o vigor híbrido foi evidenciado nesse trabalho, observando os resultados de produtividade dos híbridos F1 12, F1 17 e F1 23, os quais possuem médias superiores a cultivar BRS Moema.

7 LITERATURA CITADA

ABCSEM, 2009. Sementes piratas: produtor sai perdendo. Associação Brasileira do Comércio e Mudanças. Disponível em: <<http://abcsem.com.br/releases/48/sementes-piratas-produtor-sai-perdendo>> Acesso em: 25/06/2020.

ALVES, A. N. et al. Antepasto de pimento Biquinho. **Boletim Técnico IFTM**, Uberaba, n.2, p. 06-09, 2016.

AMARO, G. B. *Capsicum chinense*. **Agência de informação Embrapa**. Brasília, 2005. Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/pimenta/arvore/CONT000gn0frh1202wx5ok0liq1mqt5bf5ht.html>> Acesso em: 14/01/2020

ANDRADE, J. V. C. A. et al. Biometric evaluation of morpho-agronomic traits in pepper lines and hybrids. **Horticultura Brasileira**, v.36, n.3, p. 357-361, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0102-053620180312>

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos - uma breve revisão. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.66, n.1, p.1-9, 2007.

AOCS. Tentative and Official Methods of Analyses (AOCS). Illinois, American Oil Chemists Society. 1974. Método Bc 3-49 da "American Oil Chemists Society" (AOCS).

ASP, N. G. et al. Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 31, n. 3, p. 476-482, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13170**: Teste de ordenação em análise sensorial. Rio de Janeiro. 1994. 7 p.

Associação Brasileira do Comércio e Mudanças (ABCSEM). **Pesquisa de Mercado de Sementes de Hortaliças 2009**. Disponível em:

http://www.abcsem.com.br/docs/pesquisa_mercado_2009.pdf Acesso em: 30/09/2017

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). **Official Methods of Analysis**. 18^o ed. Maryland, 2005.

BARBOSA, J.C.; MALDONADO JR., W. **AgroEstat**: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Versão 1.0. Departamento de Ciências Exatas, Jaboticabal, 2010.

BENGOZI, F. J.; SAMPAIO, A. C.; SPOTO, M. H. F.; MISCHAN, M. M.; PALLAMIN, M. L. Qualidades físicas e químicas do abacaxi comercializado na CEAGESP São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 540-545, 2007.

BERNARDO, C. O. et al. Desenvolvimento de extrato de pimenta Biquinho como forma de conservação pós-colheita. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 5, n. 2, p. 29-37, 2015.

BLAT, S. F. et al. Avaliação de híbridos duplos de pimentão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, p. 350-354, 2007.

BLUM, E. et al. Molecular mapping of capsaicinoid biosynthesis genes and quantitative trait loci analysis for capsaicinoid content in *Capsicum*. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 108, p.79 - 86, 2003.

BONTEMPO, M. **Pimenta e seus benefícios**. São Paulo: Editora Alaúde, 2007. Disponível em: < https://issuu.com/romeusantos/docs/marcio_bontempo-pimenta_e_seus_bene_03ca4a65f6a423 > Acesso em: 10/12/2019.

BORGES, K. M. et al. Caracterização morfoagronômica e físico-química de pimentas em Roraima. **Revista Agroambiente**, Boa Vista, v. 9, n.3, p. 298-299, 2015.

BRAGA, T. R. et al. Physical-chemistry characterization of chili pepper (*Capsicum frutescens* L.) **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 112, n. 1, p. 6-10, 2013.

CAMARGO, L. S. As hortaliças e seu cultivo: Morangueiro. *In*: FURLANI, A. M. C.; VIÉGAS, G. P. (Eds.) **O Melhoramento de plantas no instituto agrônômico**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1984, v.1, p. 411- 432.

CAMPOS, M. R. S. et al. Polyphenols, ascorbic acid and carotenoids contents and antioxidant properties of Habanero pepper (*Capsicum chinense*) fruit. **Food and Nutrition Sciences**, v.4, p. 47-54, 2013. Disponível em: < https://pdfs.semanticscholar.org/2c0c/7f94251bbe974e588d72da3f16e6a95b30ba.pdf?_ga=2.81211671.1232592527.1586891719-1446914441.1586891719 > Acesso em: 02/12/2019

CANELLA, D. S. et al. Consumo de hortaliças e sua relação com os alimentos ultraprocessados no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 52, n. 50, 2018.

CARVALHO, A. V. et al. Caracterização de genótipo de pimentas *Capsicum* spp. durante a maturação. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Embrapa Amazônia Oriental: Belém, 1º ed., p. 3-21, 2014b.

CARVALHO, A. V. et al. Mudanças nos compostos bioativos e atividade antioxidante de pimentas da região amazônica. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 4, p. 399-408, 2014a.

CARVALHO, P. G. B. et al. Hortaliças como alimentos funcionais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, n. 4, 2006.

CASALI, V. W. D. et al. Melhoramento de pimentão e pimenta. **Informe Agropecuário**, v.113, p.19-22, 1984.

CATELAM, K. T. **Estudo da cinética de secagem da pimenta Malagueta (*Capsicum frutescens*) e influência da temperatura no teor de capsaicina**. 2016. 151 f. Tese (Doutor em engenharia e ciência de alimentos). Universidade estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". São José do Rio Preto, 2016.

CHANTHAI, S. et al. Determination of capsaicin and dihydrocapsaicin in some chilli varieties using accelerated solvent extraction associated with solid-phase extraction methods and RP-HPLC-fluorescence. **Journal of Chemistry**, v. 9, n. 3, p.1550-1561, 2012.

CHARLO, H. C. de O. et al. Cultivo de híbrido de pimentão amarelo em fibra da casca de coco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, 2009.

CHAVES, A. A. C.; FURTADO, S. C. Análise físico-química de pimenta de cheiro mantida em temperatura ambiente. **Nutrição Brasil**, v. 16, n. 4, p. 194-203, 2017.

DAIRAM, A. et al. Antioxidant and iron-binding properties of curcumin, capsaicin, and s-allylcysteine reduce oxidative stress in rat brain homogenate. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, p.3350-3356, 2008.

Disponível em: <

<https://portalatlanticaeditora.com.br/index.php/nutricaoBrasil/article/view/1269>>

Acesso em: 9/11/2019

DOMENICO, C. I. et al. Caracterização agrônômica e pungência em pimenta de cheiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.30, n.3, p. 466-472, 2012.

EMBRAPA HORTALIÇAS. **Pesquisa desenvolve pimentas mais picantes para fabricação de molhos** (2016). Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/16802808/pesquisadesenvolve-pimentas-mais-picantes-para-fabricacao-de-molhos>> Acesso em: 11/05/2020

FERREIRA, S. M. R. et al. Perfil sensorial do tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mil) orgânico. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 19-26, 2004.

FURLANI, P.R. et al. Cultivo hidropônico de plantas. **Boletim Técnico**, Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Campinas, 1999. 52p.

FURLANI, P.R.; PURQUERIO, L.F.V. Avanços e desafios na nutrição de hortaliças. *In*: MELLO PRADO, R. et al. **Nutrição de Plantas: diagnose foliar em hortaliças**. Jaboticabal:FCAV/CAPES/FUNDUNESP, 2010, p. 45-62.

GELETA, L. F.; LABUSCHAGNE, M. T. Hybrid Performance for Yield and Other characteristics in peppers (*Capsicum annuum* L.). **The journal of agricultural science**, v. 142, n. 4, p. 411-419, 2005. Disponível em: < <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-agricultural-science/article/hybrid-performance-for-yield-and-other-characteristics-in-peppers-capsicum-annuum-l/03B6172AD40BF93F0C0680D286A6D38D>> Acesso em: 02/01/2020

GERALDO, V. P. N. **Interação do ibuprofeno e capsaicinoides com filmes de Langmuir e langmuir-blodgett contendo fosfolipídios**. 2013. 113 f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Interunidades em ciência e Engenharia de materiais, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

GIUFFRIDA, D. et al. Characterization of 12 *Capsicum* varieties by evaluation of their carotenoid profile and pungency determination. **Food Chemistry**, v.140, n.4, p.794–802, 2013.

GOMIDE, M. L.; MALUF, W. R.; GOMES, L. A. A. Heterose e capacidade combinatória de linhagens de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.5, 2003. Disponível em: < https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542003000500006&script=sci_arttext&tlng=pt> Acesso em: 14/05/2020

HEINRICH, A. G. et al. Caracterização e avaliação de progênies autofecundadas de pimenta Biquinho salmão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 33. n. 4., 2015. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362015000400465&lng=pt&tlng=pt> Acesso em: 15/04/2020

HOWARD, L. R. et al. Changes in phytochemical and antioxidant activity of selected pepper cultivars (*Capsicum* species) as influenced by maturity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 48, n. 5, p.1713- 1720, 2000.

International Plant Genetic Resource Institute (IPGRI). **Descriptor for Capsicum (*Capsicum* spp.)**. International Plant Genetic Resource Institute, 1995. 32p. Jaboticabal: FCAV/CAPES/FUNDUNESP, 2010. 45-62p.

JARRET, R. L.; BOLTON, J.; PERKINS, B. *Capsicum annuum* pepper germplasm containing high concentrations of capsinoids. **HortScience**, v.49, n.1, p.107-108, 2014.

JOHNSON, C. M.; ULRICH, A. **Analytical methods for use in plants analyses**. Los Angeles: University of California, v. 766, p. 32-33, 1959.

KANG, B. C.; KOLE, C. **Genetics, genomics and breeding of peppers and eggplants**. 1 ed. CRC Press. USA: Nova York, 2013. 44 p.

- KIM, S. et al. Genome sequence of the hot pepper provides insights into the evolution of pungency in *Capsicum* species. **Nature Genetics**, v.46, n.3, p.270–278, 2014.
- KOSUGE, S.; FURUTA, M. Studies on the pungent principle of *Capsicum*. Part XIV: chemical constitution of the pungent principle. **Journal of Agricultural and Biological Chemistry**, v.34, n.2, p. 248-256, 1970.
- LANNES, S. D. et al. Growth and quality of Brazilian accessions of *Capsicum chinense* fruits. **Scientia Horticulturae**, v. 112, n. 3, p. 266–270, 2007.
- LICHTENTHALER, H.; BUSCHMANN, C. Chlorophylls and carotenoids: measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy. **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**, v.1, n.1, p. F4.3.1-F4.3.8, 2001.
- LOPES, A. C. et al. Pimenta (*Capsicum* spp.). **Embrapa Hortaliças**, Brasília, versão eletrônica, 2007. Disponível em:
<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/coeficientestecnicos.html> Acesso em: 05/12/2019
- LUNA, E. R. Efecto de produtos com reguladores de crecimiento sobre la floración y amrre de frutos em chile ‘ habanero’. **Revista Chapingo Serie Horticultura**, Chapingo, v.11, n. 1, p.93-98, 2005.
- LUTZ, D. L.; FREITAS, S. C. Valor Nutricional. *In*: RIBEIRO, C.S. da C. et al. **Pimentas *Capsicum***. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. p.31-38.
- MACEDO, A. BRS Tuí: Distinta na cor, forte no aroma e perfeita no saber. Hortaliças em revista. **Embrapa Hortaliças**, Brasília, n. 24, p. 4-5, 2018.
- MARCHI, L. F. **Poda e raleia da pimenteira para produção e qualidade de frutos**. 2018. 80f. Dissertação (Mestrado em produção vegetal e biotecnologia associado) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade federal de São Carlos, Araras, 2018.
- MARTINEZ, M. **Caracterização morfológica e agrônômica de linhagens de pimenta doce (*Capsicum chinense* Jacq)**. 2016. 36f. Dissertação (Graduação em Agronomia) - Centro de ciências agrárias, Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2016.
- MATTOS, L.L.; MARTINS, I. S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 50-55, 2000.
- MELO, E. A. et al. Capacidade Antioxidante de Hortaliças usualmente consumidas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 639-344, 2006.
- MENDES, I. S. **Obtenção de híbridos de pimentas (*capsicum* spp.) a partir de genótipos obtidos no Estado do Maranhão**. 2018. 54f. Dissertação (Bacharel em agronomia). Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2018.

MENICHINI, F. et al. The influence of fruit ripening on the phytochemical content and biological activity of *Capsicum chinense* Jacq cv. Habanero. **Food Chemistry**, Barking, v.114, n. 2, p. 553-560, 2009.

MESQUITA, J. C. P. **Determinação da heterose e da capacidade geral e específica de combinação para dez características agrônômicas em pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. 2008. 74f. Dissertação (Mestre em Agronomia). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

MOREIRA, S. O., et al. **Desempenho agrônômico de linhas endogâmicas recombinadas de pimenta em dois sistemas de cultivo**. Ciência Rural, Santa Maria, online. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/2009nahead/a186cr864.pdf> acesso em: 17/09/2019.

NASCIMENTO, I. R. et al. Capacidade Combinatória e Ação Gênica na Expressão de Caracteres de Importância Econômica em Pimentão. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n. 2, p. 251-260, 2003.

NEITZKE, R. S. et al. Variabilidade genética para compostos antioxidantes em variedades crioulas de pimentas (*Capsicum baccatum*). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.33, p. 415-421, 2015.

NEWELL, G. J.; MacFARLANE, J. D. Expanded tables for multiple comparison procedures in the analysis of ranked data. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 52, n. 6, p. 1721-1725, 1987.

OLIVEIRA, A. C. R. et al. Divergência genética entre acessos de pimentas com base em caracteres quantitativos dos frutos. **Científica**, Jaboticabal, v. 47, n.1, p.83-90, 2019. Disponível em: < <http://cientifica.org.br/index.php/cientifica/article/view/1196/695>> Acesso em: 15/04/2020.

OLIVEIRA, M. I. V. et al. Avaliação da qualidade pós-colheita de hortaliças tipo fruto, comercializadas em feira livre no município de Solânea-PB, Brejo Paraibano. **Revista Agrotecnologia**, v. 37, n.1, p. 13-18, 2016.

PADILHA, H. K. M.; BARBIERI, R. L. Plant breeding of chili peppers (*Capsicum*, Solanaceae) - A review. **Australian journal of basic and applied sciences**. v. 10, n. 15, p. 148-154, 2016.

Park, K. J., Antonio, G. C. **Análises de materiais biológicos**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, 2006. 21 f.

PAULUS, D. et al. Crescimento, produção e qualidade de frutos de pimenta (*Capsicum annuum*) em diferentes espaçamentos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 33, n.1, p.91-100, 2015.

PELVINE, R. A. Os números estatísticos da safra de pimenta. **Revista Campos & Negócios**. 2019. Disponível em: < <https://www.revistacampoenegocios.com.br/os-numeros-estatisticos-da-safra-de-pimenta/>> acesso em: 29/09/2019.

PEREIRA, F. E. C. B. et al. Qualidade fisiológica de sementes de pimenta em função da idade e do tempo de repouso pós-colheita dos frutos. **Revista ciência agrônômica**, v.45, p.737-744, 2014.

PEREIRA, I. S. et al. Validação de marcadores Moleculares Associados à pungência em Pimenta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 33, n.2, p.189-195, 2015.

PERES, J. G. SOUZA, C. LAVORENTI, N. A. Avaliação dos efeitos da cobertura de palha de cana-de-açúcar na umidade e na perda de água do solo. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n.5, 2010. Disponível em: <
https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162010000500010&script=sci_arttext&tlng=pt> Acesso em: 15/05/2020

PINTO, C.M.F.; PINTO, C.L.O.; DONZELES, S.M.L. Pimenta *Capsicum*: propriedades químicas, nutricionais, farmacológicas e medicinais e seu potencial para o agronegócio. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.3, n.2, p.108-120, 2013.

RAMÍREZ, L. S. M. et al. Behavior of the Hottest Chili Peppers in the World Cultivated in Yucatan, Mexico. **Hortscience**, v. 53, n. 12, p. 1772-1775, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI13574-18> Acesso em: 27/04/2020

REBOUÇAS, T. N. H.; VALVERDE, R. M. V.; TEIXEIRA, H. L. Bromatologia da pimenta malagueta *in natura* e processada em conserva. **Horticultura Brasileira**, v.31, n.1, p. 163-165, 2013.

REIS, D. R. et al. Caracterização biométrica e físico-química de pimenta variedade biquinho. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.11 n.21, p.454-460, 2015.

RIBEIRO, A; COSTA, C. P. de. Inheritance of pungency in *Capsicum chinense* Jacq. (Solanaceae). **Brazilian Journal of Genetics**, v. 13, n. 4, p. 815-823, 1990.

RIBEIRO, C. S. C. et al. **BRS Moema**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/pimenta/arvore/CONT000guv5xyze02wx7ha0g934vgnk4vdsr.html> Acesso em: 29 de junho de 2018.

RIBEIRO, C. S. C. et al. Pimentas *Capsicum*. **Hortaliças em Revista**, Brasília, v.9, n. 18, p. 6-8, 2008.

RODRIGUES, P. Pimenta: Variedade para diversos tipos de mercado. **A Lavoura**, Brasília, v 119, n. 706, p.12-13, 2016.

RODRIGUES, R. et al. Combining ability and heterosis for agronomic traits in chili pepper. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 30, n. 2, 2012. Disponível em: <
http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362012000200008&script=sci_arttext> Acesso em: 15/04/2020.

RODRIGUES, R. et al. Melhoramento de pimentão e pimentas. *In*: NICK, C.; BORÉM, A. **Melhoramento de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2016, p. 221-249.

SALGAÇO, M. K.; SACRAMENTO, L. V. S. Avaliação de compostos fenólicos totais em pimentas *Capsicum* spp. em função de processos térmicos. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 17, n.1, p.1-8, 2019.

SANTOS, A. S. **Características agrônômicas, físico-químicas e sensoriais de linhagens de pimenta Biquinho cultivadas em sistema orgânico**. 2018. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural). Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2018.

SANTOS, C. F. M.; BRACHT, F.; CONCEIÇÃO, G. C. Das virtudes da ardência: uso e disseminação dos frutos de *Capsicum* nos séculos XVI e XVII. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, Belém, v. 8, n. 1, p. 59-75, 2013.

SANTOS, C. Q. J., et al. Tamanho ótimo de amostras de frutos e de sementes para determinação da poliembrião em citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.37, n.1, p.172-178, 2015.

SANTOS, P. R., et al. Desempenho de linhagens e híbridos de pimentão em dois sistemas de poda no cultivo hidropônico. **Horticultura Brasileira**, Vitória da conquista, v. 35, n.1, p. 129-134, 2017.

SANTOS, V, S, F. **Caracterização morfológica e determinação da pungência em pimentos picantes**. 2009. 114 f. Dissertação (Mestre em Agronomia) - Instituto superior de agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2009.

SILVA, V. M. B. **Pimentas do gênero *Capsicum*: Constituintes químicos e potencial antioxidante**. 2017. 75 f. Tese (Doutorado em ciência e tecnologia do alimento) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

SINGLETON, V.L.; ROSSI Jr., J.A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.16, n.3, p.144-158, 1965.

SKOOG, D. A. et al. **Princípios de análise instrumental**. 5 ed. Porto Alegre: Bookman (SBQ), p. 598-676, 2002.

SMITH, P. G.; HEISER, C. B. Taxonomy of *Capsicum chinense* Jacq. And the geographic distribution of the cultivated *Capsicum* species. **Bulletim of the Torrey Botanical Club**, v. 84, n. 6, p. 413-420, 1957.

SOUZA, J. L.; MALUF, W. R. ESTIMAÇÃO DE HETEROSE EM PIMENTA (*Capsicum chinense* Jacq.). **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 3, p. 623-631, 2000.

SOUZA, K. L. **Fermentação láctica da Pimenta de Cheiro (*Capsicum chinense*) para produção de picles probiótico**. 2017. 90 f. Dissertação (Mestrado em ciências farmacêuticas). Universidade Estadual de Feira de Santana, 2017.

SOUZA, L. G. A.; MELO, A. M. T.; SANTOS, J. C. S. **Cruzamentos Interespecífico em pimenta hortícola para incorporação de tolerância ao oídio (*Leveillula***

taurica). In: **Pibic, nº 0900025**, 2009. Anais. Disponível em: <
<http://www.iac.agricultura.sp.gov.br/areadoinstituto/pibic/anais/2009/Artigos/RE0900025.pdf>> Acesso em: 15/04/2020.

SOUZA, P. T.; ROSSI, A. V. Determinação espectrofotométrica indireta de capsaicinoides em pimentas *Capsicum* a partir da reação com o complexo de Co(II) com 4-(2-piridilazo) resorcinol. **Quim. Nova**, v. 37, n. 4, p. 631-637, 2014.

STEWART, C.J. et al. Genetic control of pungency in *C. chinense* via the Pun 1 locus. **Journal of Experimental Botany**, v.58, n. 5, p. 979-991, 2007.

TACO. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 4 ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011. 161p.

APÊNDICE

1. Primeira e segunda parte da ficha utilizada para o teste sensorial de ordenação da pimenta BRS Moema e dos cinco híbridos de *Capsicum chinense*.

Avaliador: _____

Idade: _____ Sexo: _____

PARTE 1

Por favor, avalie as seis amostras de pimenta Biquinho, ordene-as em ordem crescente levando-se em consideração cada atributo a seguir.

Tamanho	Favor ordenar as amostras em ordem crescente de tamanho (menor - maior)	-						+
Cor	Favor ordenar as amostras em ordem crescente da cor (mais clara - mais escura)	-						+
Aroma doce	Favor ordenar as amostras em ordem crescente o aroma doce (menos doce – mais doce)	-						+
Crocância	Favor ordenar as amostras em ordem crescente a crocância (menos crocante - mais crocante)	-						+
Preferência	Agora, avalie as amostras e ordene-as em crescente de acordo com sua preferência, ou seja, da amostra menos preferida para a mais preferida.	-						+

PARTE 2

Por favor, prove as seis pimentas Biquinho e ordene-as em ordem crescente levando-se em consideração cada atributo a seguir.

Gosto doce	Favor ordenar as amostras em ordem crescente o gosto doce (menos doce – mais doce)	-						+
Ardência	Favor ordenar as amostras em ordem crescente a (menos ardida – mais ardida)	-						+

Obrigada por sua participação.