

Avaliação do potencial ornamental de genótipos de pimenta com base em análise fatorial

Evaluation of the ornamental potential of pepper genotypes based on factor analysis

Evaluación del potencial ornamental de genotipos de pimiento basada en análisis factorial

Recebido: 17/11/2020 | Revisado: 24/11/2020 | Aceito: 24/11/2020 | Publicado: 29/11/2020

Maria Eduarda da Silva Guimarães

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8207-2355>

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

E-mail: maria.eduarda.ufv@gmail.com

Ana Carolina Ribeiro de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8262-8667>

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

E-mail: kroll_olliveira@hotmail.com

Ana Izabella Freire

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8442-9183>

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

E-mail: anabellafr1987@yahoo.com.br

Ariana Mota Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4033-8156>

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

E-mail: ariana.mota@ufv.br

Augusto Soares Lins Pantaleão

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8351-3183>

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

E-mail: augustopntl@gmail.com

Dreice Nascimento Gonçalves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3896-6890>

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

E-mail: dreicegoncalves@gmail.com

Rusthon Magno Cortez dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6967-2871>

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

E-mail: rusthoncortez@hotmail.com

Mateus de Paula Gomes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7783-0799>

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

E-mail: mateusgomes2006@yahoo.com.br

João Romero do Amaral Santos de Carvalho Rocha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0976-0917>

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

E-mail: joaoascrocha@gmail.com

Abelardo Barreto de Medonça Neto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0190-6392>

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

E-mail: abemendonca@yahoo.com.br

Luciana Gomes Soares

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5628-6250>

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

E-mail: luci.gomes.soares@gmail.com

Renata Ranielly Pedroza Cruz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7189-8941>

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

E-mail: renataranielly426@gmail.com

Françoise Dalprá Dariva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4259-5212>

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

E-mail: fran_dariva@hotmail.com

Fernando Luiz Finger

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4046-9634>

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

E-mail: ffinger@ufv.br

Resumo

O Mercado de pimentas ornamentais está crescendo nos últimos anos, nacionalmente e internacionalmente, e tem estimulado o desenvolvimento de programas de melhoramento visando novas variedades de pimenta com caracteres desejáveis para o mercado ornamental. O uso da análise fatorial é uma técnica multivariada que permite reduzir um conjunto de variáveis em um número reduzido de fatores latentes, o que facilita o estudo de um conjunto de dados. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o potencial ornamental de genótipos de pimenta com base em análise fatorial. Foram avaliados 29 genótipos de *Capsicum annuum*, com base em 12 características quantitativas, em delineamento inteiramente casualizado, com 5 repetições. As 12 características avaliadas foram resumidas em 3 fatores: qualidade de fruto (8 variáveis), porte da planta (2 variáveis) e arquitetura de planta (2 variáveis). Dentro de cada fator então as variáveis que são altamente correlacionadas. Os valores dos fatores foram preditos através dos escores. Por meio destes foram confeccionados gráficos para verificar o comportamento dos genótipos de *C. annuum* em relação aos fatores obtidos. 12 genótipos foram selecionados como os de maior potencial para ornamentação, podendo ser utilizados em futuros cruzamentos.

Palavras-chave: Escores fatoriais; *Capsicum annuum*; Caracterização morfológica; Pimenteira ornamental.

Abstract

The ornamental pepper market has been growing in recent years, nationally and internationally, and has stimulated the development of breeding programs aimed at new pepper varieties with desirable characters for the ornamental market. The use of factor analysis is a multivariate technique that allows to reduce a set of variables in a reduced number of latent factors, which facilitates the study of a set of data. The objective of the present work was to evaluate the ornamental potential of pepper genotypes based on factor analysis. 29 *Capsicum annuum* genotypes were evaluated, based on 12 quantitative traits, in a completely randomized design, with 5 replications. The 12 characteristics evaluated were summarized in 3 factors: fruit quality (8 variables), plant size (2 variables) and plant architecture (2 variables). Within each factor then the variables that are highly correlated. The factor values were predicted through the scores. Through these, graphics were made to verify the behavior of *C. annuum* genotypes in relation to the factors obtained. 12 genotypes were selected as those with the greatest potential for ornamentation and can be used in future crosses.

Keywords: *Capsicum annuum*; Factor scores; Morphological characterization; Ornamental pepper plant.

Resumen

El mercado del pimiento ornamental ha ido creciendo en los últimos años, a nivel nacional e internacional, y ha estimulado el desarrollo de programas de mejoramiento dirigidos a nuevas variedades de pimiento con características deseables para el mercado ornamental. El uso del análisis factorial es una técnica multivariante que permite reducir un conjunto de variables en un número reducido de factores latentes, lo que facilita el estudio de un conjunto de datos. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el potencial ornamental de genotipos de pimiento a partir del análisis factorial. Se evaluaron 29 genotipos de *Capsicum annuum*, con base en 12 rasgos cuantitativos, en un diseño completamente aleatorizado, con 5 repeticiones. Las 12 características evaluadas se resumieron en 3 factores: calidad del fruto (8 variables), tamaño de planta (2 variables) y arquitectura de la planta (2 variables). Dentro de cada factor, entonces las variables que están altamente correlacionadas. Los valores de los factores se predijeron a través de las puntuaciones. A través de estos, se realizaron gráficos para verificar el comportamiento de los genotipos de *C. annuum* en relación a los factores obtenidos. Se seleccionaron 12 genotipos como los de mayor potencial de ornamentación y se pueden utilizar en futuros cruces.

Palabras clave: *Capsicum annuum*; Caracterización morfológica; Planta de pimiento ornamental; Puntuaciones factoriales.

1. Introdução

O cultivo de pimentas (*Capsicum* spp.) compõe um importante segmento do mercado de hortaliças frescas no Brasil, pela alta rentabilidade e por empregar elevada mão de obra no setor agrícola e comercial (Haverroth & Negreiros, 2011). Além da importância da pimenta na indústria alimentícia, na farmacologia, na culinária e na medicina, as pimenteiras têm sido comercializadas no mercado de plantas ornamentais. O setor de flores e plantas ornamentais vem se destacando expressivamente no agronegócio brasileiro nos últimos anos (Finger et al., 2012).

Capsicum annuum é uma das espécies mais utilizada no plantio em vaso, devido ao pequeno porte e a grande variabilidade de formas e cores dos frutos (Rêgo et al., 2011; Finger et al., 2012). Apesar da grande variabilidade existente do gênero *Capsicum*, apenas uma parte

tem sido explorada. O que vem estimulando o desenvolvimento de programas de melhoramento com foco em variedades mais produtivas, resistentes a pragas e doenças e com potencial uso na ornamentação (Medeiros et al., 2014; Leite et al., 2016; Costa et al., 2019).

O estudo de características morfo-agronômicas está diretamente ligado à utilização destes materiais em programas de melhoramento genético (Signorini et al., 2013; Bianchi et al., 2016). A caracterização morfológica enseja a coleta de uma série de dados que possibilitam a identificação e o estudo da variabilidade genética de determinado genótipo (Ramos & Queiroz, 1999).

A utilização de métodos multivariados viabiliza a combinação de diversas informações e facilita a caracterização dos genótipos com base em um complexo de variáveis (Cruz & Regazzi, 1994). A Análise de Fatores (AF) é um método estatístico multivariado que vem sendo aplicado em estudos agrônômicos, com várias finalidades, inclusive no melhoramento (Granate et al., 2001).

Por meio da análise fatorial é possível avaliar a estrutura de variabilidade de um conjunto de variáveis visando reduzir a informação contida em um número menor de variáveis (variáveis latentes ou fatores). Após a identificação e interpretação dos fatores, as variáveis latentes podem ser preditas através dos escores (Teixeira, et al., 2015). Os escores podem ser utilizados em análises posteriores, como por exemplo, no cálculo de índices de seleção (Ferreira et al., 2005; Silva et al., 2018; Woyann et al., 2019).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar e selecionar os genótipos de *Capsicum annuum* com maior o potencial para ornamentação, com base na análise fatorial.

2. Metodologia

2.1 Material vegetal

O experimento foi realizado entre os meses de novembro de 2017 e março de 2018, em casa de vegetação, no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (DFT / UFV). A cidade de Viçosa, pertencente ao estado de Minas Gerais, está localizada a 650 m de altitude, latitude 20 ° 45 “47” Sul e longitude 42 ° 49 “13” oeste. Segundo a classificação de Köppen, o clima da cidade é caracterizado pelo período seco-frio entre abril e agosto e o período quente-chuvoso entre setembro e março, com média anual de 1.341 mm de precipitação e 21,6 ° C e 14, Temperaturas máximas e mínimas de 0 ° C, respectivamente.

Foram utilizados 29 genótipos da espécie *Capsicum annuum*. Os 15 primeiros procedentes do Novo México, os três seguintes do banco de germoplasma da UFV (BAG-UFV) e os 11 restantes variedades comerciais como mostrado na Tabela 1.

Tabela 1. Lista dos 29 genótipos de *Capsicum annuum* avaliados.

Número do genótipo	Nome comum
1	NuMex Big Jim 1
2	NuMex Big Jim 2
3	NuMex Conquistador 1
4	NuMex Conquistador 2
5	NuMex Espanola Improved 1
6	NuMex Espanola Improved 2
7	NuMex Joe E Parker 1
8	NuMex Joe E Parker 2
9	NuMex Mirasol 1
10	NuMex Mirasol 2
11	NuMex New México 6-4 1
12	NuMex New México 6-4 2
13	NuMex Sandia 1
14	NuMex Sandia 2
15	NuMex Sweet 1
16	BGH 1039
17	BGH 7073
18	MG 302
19	Calypso
20	Cayenne
21	Guaraci Cumari do Pará
22	Jamaica Red
23	Jamaica Yellow
24	Peter
25	Pimenta Doce Italiana
26	Pimenta Doce Comprida
27	Pimenta Amarela Comprida
28	Picante para Vaso
29	Vulcão

Fonte: Autores.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, utilizando 29 tratamentos (genótipos) e cinco repetições, sendo a unidade experimental constituída por uma planta por vaso. A semeadura foi realizada em bandejas de poliestireno, de 120 células, contendo substrato comercial. As plântulas com quatro pares de folhas definitivas foram transplantadas em vasos de 800 ml e após uma semana foi realizado o desbaste. Tratos culturais como irrigação, adubação, controle de plantas daninhas foram realizados sempre que houve necessidade.

Para a caracterização morfológica dos genótipos, foi levado em conta o potencial ornamental associado à caracteres de interesse para consumo, considerando que pimenteiras podem ter dupla finalidade. Foram tomados como base os descritores estabelecidos pelo *Internacional Plant Genetic Resources Institute* para o gênero *Capsicum* (IPGRI, 1995).

Para o desenvolvimento da pesquisa, foi utilizado o método quantitativo, no qual a coleta de dados quantitativos foi realizada por meio de medidas pontuais de grandezas por meio da metrologia. Os números coletados, com suas respectivas unidades, geraram conjuntos de dados que foram analisados por meio de técnicas matemáticas (Pereira et al., 2018).

Foram avaliadas 12 variáveis quantitativas, de planta, flor e fruto: ALP - Altura da planta (cm); CCA - comprimento do caule (altura até a primeira bifurcação, cm); DCA - diâmetro do caule (mm); DCO - diâmetro da copa (cm); DCOR - diâmetro da corola (mm); PFR - peso do fruto (gramas); CFR - comprimento do fruto (mm); DFR - diâmetro do fruto (mm); ESP - espessura do pericarpo (mm); NS/FR – número de sementes/fruto; MF - matéria fresca (gramas) e MS - matéria seca (gramas). As medidas referentes foram aferidas com o uso de paquímetro digital, e, os dados de peso foram tomados em balança analítica. Os frutos foram avaliados em laboratório.

2.2 Análise estatística

O modelo fatorial adotado para uma variável observável X_i , com média μ_i pode ser representado por (Johnson & Wichern, 2007):

$$X_i - \mu_i = 1_{i1}F_1 + 1_{i2}F_2 + \dots + 1_{im}F_m + \varepsilon_i$$

Onde: X_i representa as variáveis observáveis com média μ_i , $i=1,2,\dots,p$ e $m \leq p$, no qual p é o número de variáveis observáveis; os elementos 1_{ij} referem-se às cargas fatoriais associadas a i^{th}

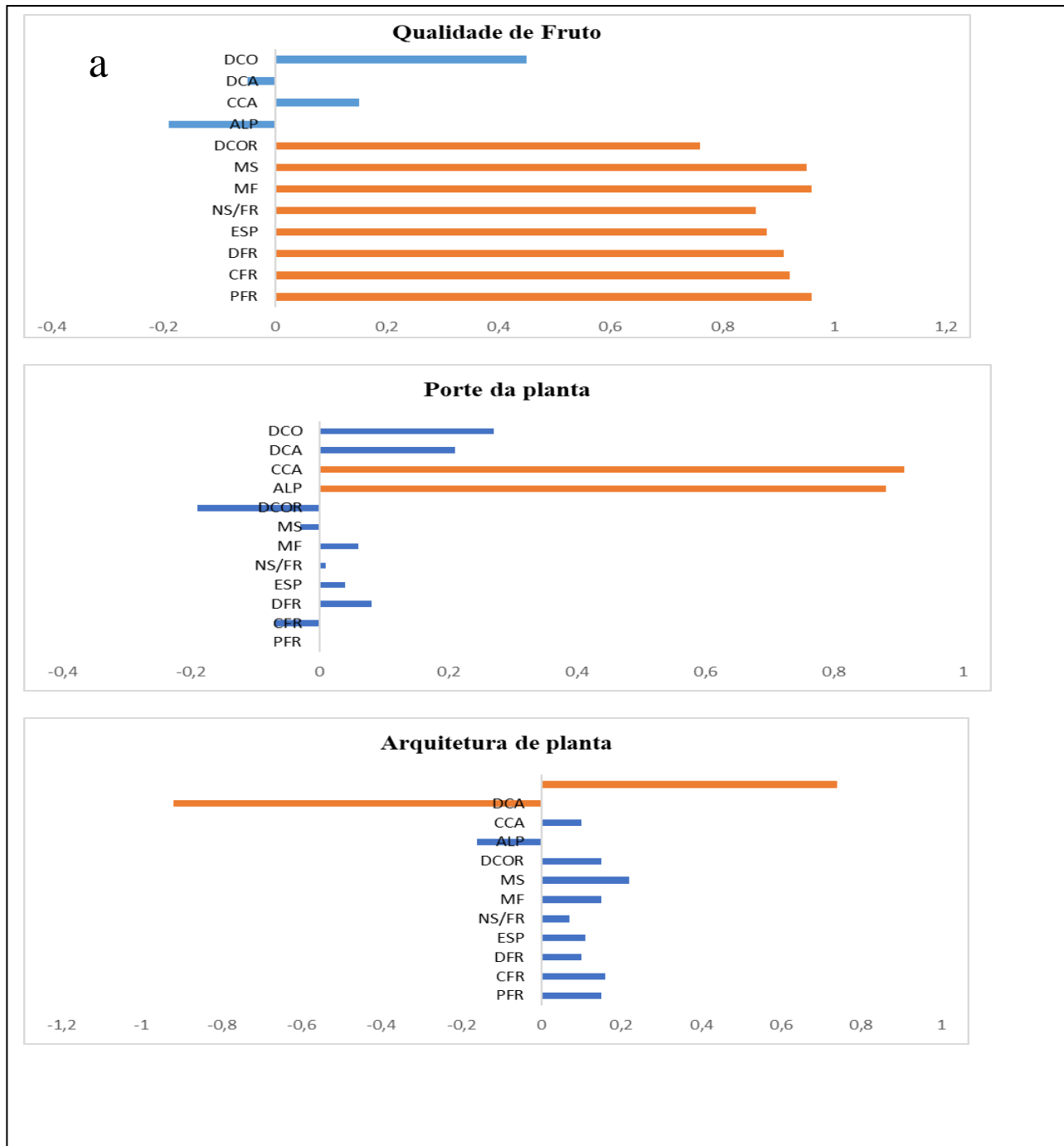
variável X_i e o j^{th} fator comum; $F_{j,}$, $j = 1, 2, \dots, m$. F_j corresponde aos fatores latentes não observáveis comuns; ε_i são os erros aleatórios associados com a i^{th} variável X_i .

Visando uma melhor interpretação da distribuição das variáveis nos respectivos fatores, utilizou-se a rotação Varimax. Após identificação e interpretação dos fatores foram preditos seus valores para cada unidade amostral. Para tal, foi utilizado o método dos mínimos quadrados ponderados. Por este método é possível minimizar a soma de quadrados dos resíduos considerando as diferentes variâncias de cada componente do vetor de fatores específicos ε_i (Bartlett, 1937). As análises foram realizadas utilizando o programa R (R Development Core Team, 2015).

3. Resultados e Discussão

Por meio da análise de fatores, as 12 variáveis analisadas foram condensadas em 3 fatores com interpretação prática. A alocação das variáveis em cada fator foi feita através das cargas fatoriais, que consistem na correlação entre cada variável e os respectivos fatores (Teixeira, et al., 2015). Quanto maior o valor da carga fatorial da variável, dentro de um fator, maior é a correlação entre ela e o fator. A seguir a Figura 1 representa os 3 fatores, com as respectivas cargas fatoriais para cada variável, dentro de cada fator. As variáveis com maior carga fatorial para o fator estão destacadas em laranja.

Figura 1. Cargas fatoriais, após rotação varimax, para os fatores “qualidade de fruto” (a), “porte da planta” (b) e “arquitetura de planta” (c). ALP - Altura da planta (cm); CCA - comprimento do caule (cm); DCA - diâmetro do caule (mm); DCO - diâmetro da copa (cm); DCOR - diâmetro da corola (mm); PFR - peso do fruto (gramas); CFR - comprimento do fruto (mm); DFR - diâmetro do fruto (mm); ESP - espessura do pericarpo (mm); NS/FR - número de sementes/fruto; MF - matéria fresca (gramas) e MS - matéria seca (gramas).



Fonte: Autores.

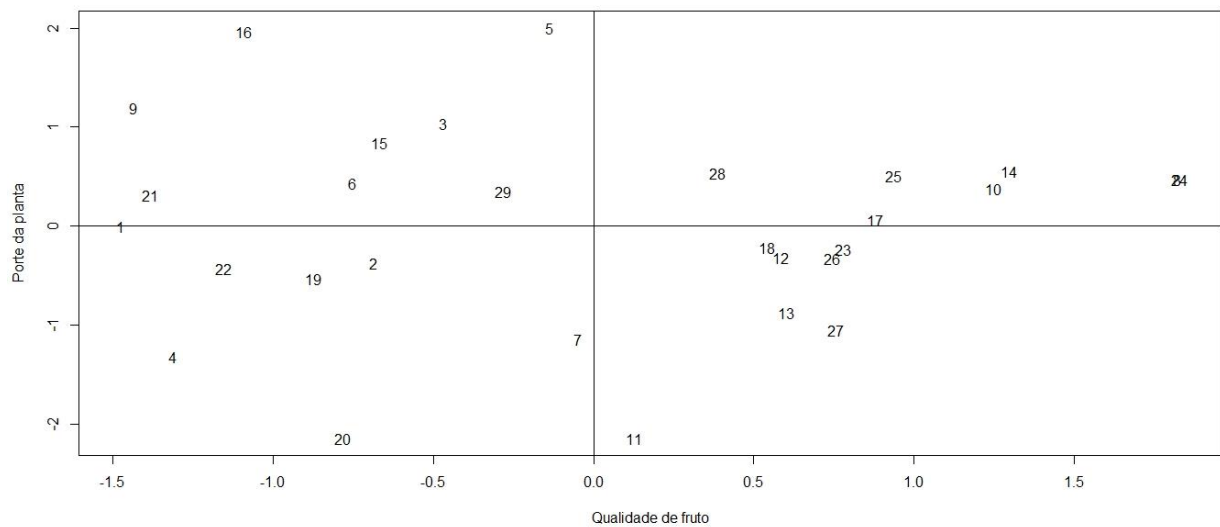
O primeiro fator (Figura 1a) apresentou maiores valores de cargas fatoriais para as variáveis relacionadas a fruto (PFR, CFR, DFR, ESP, NS/FR, MF, MS, DCOR) e foi nomeado como “qualidade de fruto”. O segundo fator denominado como “porte da planta” foi composto pelas variáveis ALP e CCA (Figura 1b). Já o terceiro fator agrupou as variáveis DCA e DCO e foi denominado como “arquitetura de planta” (Figura 1c).

Após a análise fatorial, os escores das variáveis latentes interpretáveis foram estimados e seus valores apresentados em gráficos bidimensionais. Esse procedimento permite verificar quais genótipos estão mais relacionados aos fatores determinados (Silva et al., 2014). Como a grande maioria das variáveis apresentou cargas positivas, os genótipos podem ser classificados por quadrantes. De acordo com as figuras 2, 3 e 4, como esperado, há uma falta de associação entre os fatores definidos diante da hipótese para a construção da análise fatorial (Ferreira, 2011).

No primeiro quadrante, encontram-se os genótipos que se destacam positivamente em relação aos dois fatores avaliados no gráfico. No segundo quadrante estão os genótipos que possuem altos valores de escores para a característica do eixo Y e valores baixos para a característica do eixo X. O oposto do que ocorre no quarto quadrante, em que os indivíduos apresentam escores altos para a variável do eixo X e escores baixos para a variável eixo Y. No terceiro quadrante, os genótipos não se destacam em nenhuma das variáveis.

De acordo com a Figura 2, os genótipos 3, 5, 6, 9, 15, 16, 21, 29 apresentam maiores valores de escores para "porte da planta" e "qualidade de fruto". Os genótipos 8, 10, 14, 17, 24, 25, 28 tem altos escores para "porte da planta" e baixos escores para "qualidade de fruto". O oposto ocorre com os genótipos 11, 12, 13, 18, 23, 26, 27.

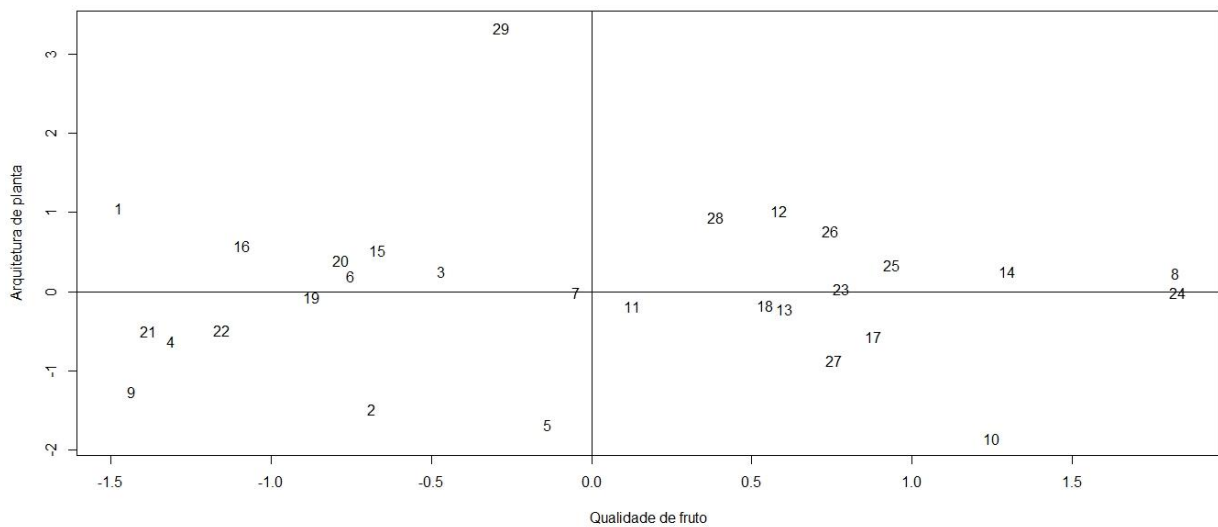
Figura 2. Gráfico de dispersão entre os escores dos fatores “porte da planta” e “qualidade de fruto”.



Fonte: Autores.

Os genótipos 1, 3, 6, 15, 16, 20, 29 apresentam altos valores de escores para os fatores “arquitetura de planta” e “qualidade de fruto” (Figure 3). No segundo quadrante observou-se os genótipos (8, 12, 14, 23, 25, 26, 28) com maiores escores para “arquitetura de planta”. Em contrapartida, no quarto quadrante estão os genótipos 10, 11, 13, 17, 18, 27 que apresentam escores mais altos para “qualidade de fruto”.

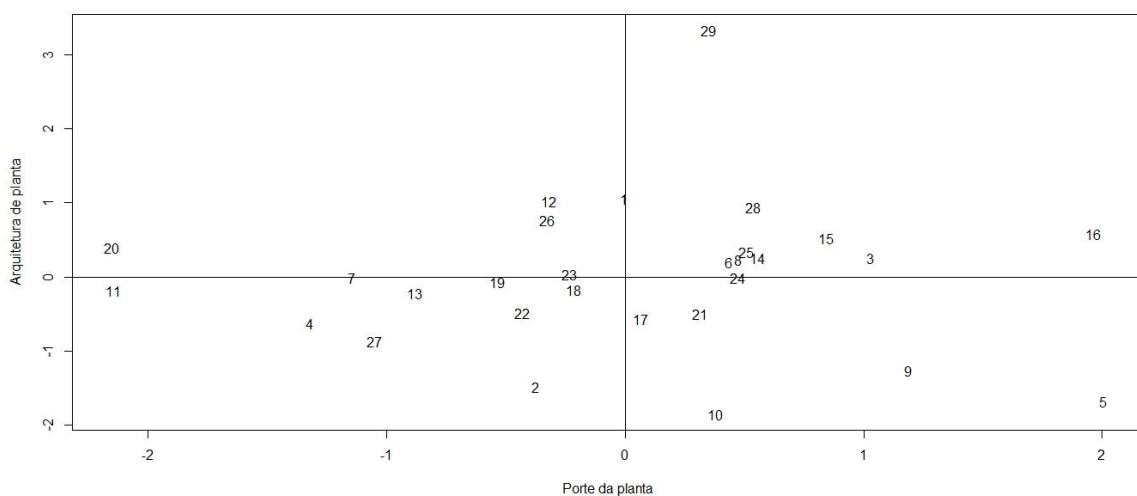
Figura 3. Gráfico de dispersão entre os escores dos fatores “arquitetura da planta” e qualidade de fruto”.



Fonte: Autores.

Na Figura 4, observaram-se valores de escores mais elevados para os fatores "arquitetura da planta" e "porte da planta" para os genótipos 1, 12, 20, 23, 26. Os genótipos 3, 6, 8, 14, 15, 16, 25, 28, 29 apresentam maiores escores para “arquitetura da planta”, enquanto os genótipos 5, 9, 10, 17, 21, 24 apresentam maiores escores para “porte da planta”.

Figure 4. Gráfico de dispersão entre os escores dos fatores “arquitetura da planta” e “porte da planta”.



Fonte: Autores.

O fator “porte da planta” é composto pelos caracteres comprimento do caule e altura da planta, estes são de grande importância no mercado ornamental. Plantas pequenas permitem o cultivo em recipientes menores sem comprometer o crescimento e desenvolvimento da planta. Plantas médias a altas podem ser usadas para paisagismo, cultivo em jardins, como jardins medicinais, aromáticos e de condimentos (Neitzke et al., 2010).

Os diâmetros do da copa e do caule são características importantes na composição da arquitetura da planta. Barroso et al. (2012) afirmam que a harmonia entre a arquitetura da planta e o tamanho do vaso é importante para determinar a qualidade de uma pimenta ornamental. O diâmetro do caule deve ser grande o suficiente para suportar o peso da planta e do fruto (Ferreira et al., 2015). Devido ao tamanho pequeno do vaso, as plantas com copa mais compacta são preferidas. Como a correlação entre o diâmetro do caule e da copa é negativa, ao selecionar os genótipos com maiores escores para arquitetura da planta, selecionam-se genótipos que apresentam maiores valores para espessura do caule e menores para diâmetro da copa, resultando em plantas mais compactas.

Os frutos da pimenta ornamental são de grande valor principalmente pela sua dupla finalidade, podendo ser utilizados para consumo, além de conferir beleza às plantas ornamentais (Rêgo & Rêgo, 2016). Para ornamentação as plantas com frutos pequenos indicam uma maior possibilidade de obtenção de frutos eretos, mais proeminentes na folhagem (Silva et al., 2015). Frutos grandes e longos geralmente são mais atraentes para o mercado de pimenta fresca (Cardoso et al., 2018).

A espessura do pericarpo influencia no aumento da firmeza dos frutos. É um aspecto importante na qualidade, pois os frutos com parede mais espessa são mais resistentes a danos no manuseio e apresentam aspecto mais fresco (Cardoso et al., 2018). Frutos com menor teor de massa seca podem ser usados para processamento, devido ao maior teor de sólidos solúveis. Já frutos com maior teor de massa seca são mais indicados para a produção de produtos desidratados, pois é mais fácil reduzir o teor de umidade (Lannes et al., 2007).

Os genótipos 3, 6, 8, 12, 14, 15, 16, 23, 25, 26, 28 e 29 apresentam baixos valores de escores para "qualidade de fruto" e "porte da planta" e altos valores de escores para "arquitetura da planta". Considerando a seleção de plantas pequenas, compactas e com frutos pequenos, com potencial de uso na ornamentação e também para consumo, os genótipos citados acima podem ser utilizados para cruzamentos e obtenção de híbridos em futuros programas de melhoramento. A hibridização, método de melhoramento, é amplamente utilizada em pimentas no desenvolvimento de novas cultivares (Nascimento et al., 2015).

Após identificar e estimar os escores de cada fator, as variáveis latentes podem ser utilizadas em análises posteriores. Teixeira et al. (2015) utilizaram a análise fatorial e a determinação dos escores para descrever a estrutura da variabilidade de características comercialmente importantes em suínos. Já Silva et al. (2014) determinaram os perfis de atividades predominantes em trinta municípios do estado de Minas Gerais por meio da análise fatorial.

Uma das aplicações da análise fatorial é para o cálculo de índices de seleção, pois permite a eliminação da multicolinearidade. Rocha et al. (2018) propuseram um novo índice de seleção multi-características, livre de multicolinearidade, baseado em análise fatorial e desenho de ideótipos (índice FAI-BLUP), e validaram seu potencial na seleção de genótipos de capim elefante para cogeração de energia. O índice FAI-BLUP foi utilizado por Rocha et al. (2019) para seleção de linhagens superiores de feijão comum e por Silva et al. (2018) seleção de híbridos de sorgo com potencial bioenergético.

4. Conclusão

A análise fatorial permitiu reduzir as 12 variáveis analisadas em 3 fatores latentes com interpretação prática. O fator “qualidade de fruto” agrupou 8 variáveis, e os fatores “porte da planta” e “arquitetura de planta” agruparam 2 variáveis cada um. Por meio da obtenção e análise dos escores dos fatores foi possível selecionar 12 genótipos (3, 6, 8, 12, 14, 15, 16, 23, 25, 26, 28 e 29) como os de maior potencial para uso na ornamentação. Os genótipos selecionados poderão ser utilizados para cruzamentos em futuros programas de melhoramento visando a seleção de novas variedades para o mercado ornamental. Os escores dos fatores poderão ser utilizados, também, para o cálculo de índices de seleção, livres de multicolinearidade, em estudos posteriores.

Referências

Barroso, P. A., Rêgo, E. R., Rêgo, M. M., Nascimento, K. S., Nascimento, N. F. F., Nascimento, M. F., Soares, W. S., Ferreira, K. T. C. & Otoni, W. C. (2012). Analysis of segregating generation for components of seedling and plant height of pepper (*Capsicum annuum* L.) for medicinal and ornamental purposes. *Acta Horticulturae*, 953(953), 269-276.

Bartlett, M. S. (1937). Properties of sufficiency and statistical tests. *Proceedings of the Royal Society of London*, 160(901), 268-282.

Bianchi, P. A., Dutra, I. P., Moulin, M. M., Santos, J. O., Santos Júnior, A. C. (2016). Morphological characterization and analysis of genetic variability among pepper accessions. *Revista Ciência Rural*, 46(7), 1151-1157.

Cardoso, R., Ruas, C. F., Giacomini, R. M., Ruas, P. M., Ruas, E. A., Barbieri, R. L., Rodrigues, R. & A. Gonçalves, L. S. (2018). Genetic variability in Brazilian *Capsicum baccatum* germplasm collection assessed by morphological fruit traits and AFLP markers. *PloS one*, 13(5), 0196468.

Costa, G., Nascimento, D., Silva, B., Lopes, Â. C. D. A., Carvalho, L. C. B., & Gomes, R. L. F. (2019). Selection of pepper accessions with ornamental potential. *Revista Caatinga*, 32(2), 566-574.

Cruz, C. D. & Regazzi, A. J. (1994). *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa: Imprensa Universitária.

Finger, F. L., Rêgo, E. R., Segatto, F. B., Nascimento, N. F. F., Rêgo, M. M. (2012). Produção e potencial de mercado para pimenta ornamental. *Informe Agropecuário*, 33(267), 14-20.

Ferreira, A., Cecon, P. R., Cruz, C. D., Ferrão, R. G., Silva, M. F. D., Fonseca, A. F. A. D., Ferrão, M. A. G. (2005). Seleção simultânea de *Coffea canephora* por meio da combinação de análise de fatores e índices de seleção. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 40(12), 1189-1195.

Ferreira, D. F. (2011). *Estatística Multivariada*. Lavras: Ed. UFLA.

Ferreira, K. T. C., Rêgo, E. R., Rêgo, M. M., Fortunato, F. L. G., Nascimento, N. F. F. & Lima, J. A.M. (2015). Combining Ability for Morpho-Agronomic Traits in Ornamental Pepper. *Acta Horticulturae*, 1087, 187-194.

Granate, M. J., Cruz, C. D. & Pacheco, C. A. P. (2001). Análise de fatores na predição de ganhos por seleção em milho (*Zea mays* L.). *Acta Scientiarum Agronomy*, 23(5), 1271-1279.

Haverroth, M. & Negreiros, P. R. M. (2011). Calendário agrícola, agrobiodiversidade e distribuição espacial de roçados Kulina (Madeja), Alto Rio Envira, Acre, Brasil. *Sitientibus série Ciências Biológicas*, 11(2), 299-308.

IPGRI. (1995). *Descriptor para Capsicum (Capsicum spp)*. Roma: IPGRI.

Johnson, R. A. & Wichern, D. W. (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. New Jersey: Prentice Hall.

Lannes, S. D., Finger, F. L., Schuelter, A. R. & Casali, V. W. (2007). Growth and quality of brazilian accessions of *Capsicum chinense* fruits. *Scientia Horticulturae*, 112(3), 266-270.

Leite, P. S. S., Rodrigues, R., Silva, R. N. O., Pimenta, S., Medeiros, A. M., Bento, C. S. & Gonçalves, L. S. A. (2016). Molecular and agronomic analysis of intraspecific variability in *Capsicum baccatum* var. *pendulum* accessions. *Genetics and Molecular Research*, 15(4), 1-16.

Medeiros, A. M., Rodrigues, R., Gonçalves, L. S. A., Sudré, C. P., Oliveira, H. S. & Santos, M. H. (2014). Gene effect and heterosis in *Capsicum baccatum* var. *Pendulum*. *Ciência Rural*, 44(6), 1031-1036.

Nascimento, M. F., Nascimento, N. F. F., Rêgo, E. R., Bruckner, C. H., Finger, F. L. & Rêgo, M. M. (2015). Genetic Diversity in a Structured Family of Six Generations of Ornamental Chili Peppers (*Capsicum annum*). *Acta Horticulturae*, 1087, 395-402.

Neitzke, R. S., Barbieri, R. L., Rodrigues, W. F., Corrêa, I. V. & de Carvalho, F. I. (2010). Dissimilaridade genética entre acessos de pimenta com potencial ornamental. *Horticultura Brasileira*, 28(1), 47-53.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J. & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Recuperado de <https://repositorio.ufsm.br>

/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.

R Development Core Team. (2015). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. [Vienna, Austria]: R Foundation for Statistical Computing, (ISBN3-900051-07-0). Recuperado de <https://www.r-project.org/>.

Ramos, S. R. R. & Queiroz, M. A. (1999). Caracterização morfológica: experiência do BAG de cucurbitáceas da Embrapa Semi - Árido, com acessos de abóbora e moranga. *Horticultura Brasileira*, 17(1), 9-12.

Rêgo, E. R., Finger, F. L., Nascimento, M. F., Barbosa, L. A. B. & Santos, R. M. C. (2011). Pimenteiras Ornamentais. In Rêgo, E. R., Finger, F. L. & Rêgo, M. M. (Eds.). *Produção, Genética e Melhoramento de Pimentas (Capsicum spp.)*, 205-223. Imprima: Recife.

Rêgo, E. R., & Rêgo, M. M. (2016). Genetics and breeding of chili pepper *Capsicum* spp. In Rêgo, E. R.; Rêgo, M. M.; Finger, F. L. (Eds). *Production and Breeding of Chilli Peppers (Capsicum spp.)* (pp. 1-129). Switzerland: Springer International Publishing.

Rocha, J. R. A. S. C., Machado, J. C. & Carneiro, P. C. S. (2018). Multitrait index based on factor analysis and ideotype-design: proposal and application on elephant grass breeding for bioenergy. *Gcb Bioenergy*, 10(1), 52-60.

Rocha, J. R. D. A. S. D. C., Nunes, K. V., Carneiro, A. L. N., Marçal, T. D. S., Salvador, F. V., Carneiro, P. C. S. & Carneiro, J. E. S. (2019). Selection of Superior Inbred Progenies toward the Common Bean Ideotype. *Agronomy Journal*, 111(3), 1181-1189.

Signorini, T., Renesto, E., Machado, M. F. P. S., Bepalhok, D. N. & Monteiro, E. R. (2013). Genetic diversity of species of *Capsicum* based on allozymes data. *Horticultura Brasileira*, 31(4), 534-539.

Silva, N. C. N., Ferreira, W. L., Cirillo, M. A. & Scallon, J. D. (2014). O uso da análise fatorial na descrição e identificação dos perfis característicos de municípios de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Biometria*, 32(2), 201-215.

Silva, C. Q., Jasmim, J. M., Santos, J. O., dos Santos Bento, C., Sudré, C. P. & Rodrigues, R. (2015). Phenotyping and selecting parents for ornamental purposes in pepper accessions. *Horticultura Brasileira*, (1), 66-73.

Silva, M. J., Carneiro, P. C. S., Carneiro, J. E. S., Damasceno, C. M. B., Parrella, N. N. L. D., Pastina, M. M., Schaffert, R. E. & Parrella, R. A. C. (2018). Evaluation of the potential of lines and hybrids of biomass sorghum. *Industrial Crops and Products*, 125, 379-385.

Teixeira, F. R. F., Nascimento, M., Nascimento, A. C. C., Paixão, D. M., Azevedo, C. F., Silva, F. F., Cruz, C. D., Lopes, P. S. & Guimarães, S. E. F. (2015). Determinação de fatores em características de suínos. *Revista Brasileira de Biometria*, 33(1), 130-138.

Woyann, L. G., Meira, D., Zdziarski, A. D., Matei, G., Milioli, A. S., Rosa, A. C., Madella, L. A. & Benin, G. (2019). Multiple-trait selection of soybean for biodiesel production in Brazil. *Industrial Crops and Products*, 140, 111-721.

Porcentagem de contribuição por autor no manuscrito

Maria Eduarda da Silva Guimarães – 7,14%

Ana Carolina Ribeiro de Oliveira – 7,14%

Ana Izabella Freire – 7,14%

Ariana Mota Pereira – 7,14%

Augusto Soares Lins Pantaleão – 7,14%

Dreice Nascimento Gonçalves – 7,14%

Rusthon Magno Cortez dos Santos – 7,14%

Mateus de Paula Gomes – 7,14%

João Romero do Amaral Santos de Carvalho Rocha – 7,14%

Abelardo Barreto de Medonça Neto – 7,14%

Luciana Gomes Soares – 7,14%

Renata Ranielly Pedroza Cruz – 7,14%

Françoise Dalprá Dariva – 7,14%

Fernando Luiz Finger – 7,14%