



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CAMPUS II – AREIA-PB
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



DISSERTAÇÃO

JARDEL DA SILVA SOUZA

DIVERSIDADE GENÉTICA EM BELDROEGAS *Portulaca* spp.

AREIA
2020

JARDEL DA SILVA SOUZA

DIVERSIDADE GENÉTICA EM BELDROEGAS *Portulaca* spp.

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, como requisito para obtenção do título de **Mestre em Agronomia**.
Sob a Orientação da Professora
Elizanilda Ramalho do Rêgo
e Coorientação do Professor
Mailson Monteiro do Rêgo

AREIA
2020

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S729d Souza, Jardel da Silva.
Diversidade genética em beldroegas *Portulaca* spp. /
Jardel da Silva Souza. - Areia:UFPB/CCA, 2020.
52 f. : il.

Orientação: Elizanilda Ramalho do Rêgo.
Coorientação: Mailson Monteiro do Rêgo.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCA.

1. Beldroega. 2. Diversidade. 3. Onze-horas. 4.
Portulaca. I. Rêgo, Elizanilda Ramalho do. II. Rêgo,
Mailson Monteiro do. III. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635(043.3)

JARDEL DA SILVA SOUZA

DIVERSIDADE GENÉTICA EM BELDROEGAS *Portulaca spp.*

Trabalho de Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Aprovado em: 21 de fevereiro de 2020

Banca examinadora

Elizanilda R. do Rêgo

Profa. Dra. Elizanilda Ramalho do Rêgo
CCA/UFPB
Orientadora

[Assinatura]

Prof. Dr. Leonardo Pessoa Felix
CCA/UFPB
Examinador

Angeline Maria da Silva Santos

Dra. Angeline Maria da Silva Santos
PNPD/CAPES
Examinadora

Angela Maria dos Santos Pessoa

Dra. Angela Maria dos Santos Pessoa
DCR/CNPQ/FUNCAP
Examinadora

AREIA
2020

OFEREÇO

Aos meus avós Antônio e Creuza.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal da Paraíba, em especial, ao programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade de realização do curso a CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

A minha orientadora professora Dr^a *Elizanilda Ramalho do Rêgo* e meu coorientador Professor Dr. *Maílson Monteiro do Rêgo*, pelos ensinamentos e orientações nos trabalhos acadêmicos.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia, em especial Professores: *Jacinto Luna, Walter Efrain, Leonardo Felix e Lourival Cavalcante (in memoriam)*.

Aos colegas do Laboratório de Biotecnologia Vegetal: *Nardiele, Kaline, Michele, Cristine, Lindamara, João Felipe, Angela, Priscila, Joabe, Witalo, João Elias, Katyane, Geovana, Rubéns, Cinthia, Elisandra, Kadson, Karla, Júnior, Flávia Lais, Ayron, Bruna e Sr. Jaci*.

Aos colegas do Laboratório de Botânica, *Angeline, José Lourivaldo e Wiliam*, pelas ensinamentos, amizade e grande ajuda durante as análises citogenéticas.

A minha namorada *Laura Pedrosa*, pelo companheirismo, carinho e apoio incondicional nos momentos que mais precisei.

Aos colegas da Casa Amarela: *Fabiano, Ricardo, Robério, Adjair, Alex, Leandro, Sebastião, Altamiro e Dona Chica*.

Aos amigos, *Alex Bezerra, Raylson, Tayron, Angelita, Ingrid, Isadora Le Campion, Renato, Expedito, Hiago, Matheus, Laura Toledo, Amanda, Izabela Nunes, Priscila Alves, Eduardo, Maiara, Assys, Otília, José Manuel, Bruno, Wilma, Karla Selene e Renata*.

A minha família, meus pais *Maurício e Maria Marlene (in memoriam)*, avós *Antonio e Creuza*, tia *Rizomar* e tios: *Joaquim, Amauri, José, Renildo*.

Alguns foram indispensáveis, desde a seleção até a conclusão deste trabalho. Pelas palavras de motivação, amizade e pelos momentos de descontração ao longo dos 7 anos de minha estadia em Areia-PB.

Muito obrigado!

RESUMO GERAL

O sucesso de um programa de melhoramento depende da variabilidade genética disponível. Uma forma de conhecer a variabilidade presente em uma população de plantas é por meio de sua caracterização. *Portulaca umbraticola*, uma espécie muito utilizada na ornamentação urbana tem seu potencial ornamental e genético pouco estudado. Conhecer a diversidade genética de uma espécie é muito importante para um projeto de melhoramento que objetive fornecer um material com qualidade para o mercado de plantas ornamentais. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a diversidade genética entre vinte acessos de *P. umbraticola* e comprovar a identificação taxonômica destes acessos comparando-os com *P. oleracea*, buscando indicar acessos ideais para programas de melhoramento genético da espécie. Os vinte acessos foram coletados nas vias públicas nos municípios de Areia e Santa Rita, Paraíba. Cultivados em casa de vegetação em vasos de 3L com substrato comercial em delineamento inteiramente casualizado. O experimento foi realizado no Laboratório de Biotecnologia e Melhoramento Vegetal, e as análises citogenéticas realizadas no Laboratório de Citogenética Vegetal no Centro de Ciências Agrárias na Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB). Foram utilizados 20 acessos. No primeiro capítulo foram utilizados 13 caracteres quantitativos e 11 caracteres qualitativos dos vinte acessos de *P. umbraticola*, os dados foram submetidos a análise de variância, teste de média, análise de variância multivariada, importância relativa determinada, análise de variáveis canônicas e teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade. Todos os dados foram analisados utilizando-se o programa Genes. No segundo capítulo foram analisados os vinte acessos de *P. umbraticola* e uma acesso de *P. oleracea*. Também foi realizado um cruzamento dialélico balanceado com 11 progenitores sem recíproco. No primeiro capítulo sugeriu os acessos 5, 6, 12, 13, 14, 18 e 19. No segundo capítulo constatou-se que todos os acessos pertencem a mesma espécie *P. umbraticola* Kunth e que esta espécie é auto incompatível.

Palavras-chave: Beldroega. Diversidade. Onze-horas. *Portulaca*. Variabilidade genética.

GENERAL ABSTRACT

The success of a breeding program relies on the genetic variability available. One way to access the variability present in a plant population is through its characterization. *Portulaca umbraticola*, a species widely used in urban ornamentation, lack studies on its ornamental and genetic potential. Knowing the genetic diversity of a species is very important for a breeding project that aims to provide material of quality for the ornamental plant market. This study aimed to evaluate the genetic diversity among twenty accessions of *P. umbraticola* and to confirm the taxonomic identification of these accessions by comparing them with *P. oleracea*, to indicate ideal accessions for programs of genetic improvement of the species. The twenty accesses were collected on public localities in the municipalities of Areia and Santa Rita, Paraíba. Plants were grown in 3L pots with a commercial substrate under a greenhouse environment in a completely randomized design. The experiment was carried out at the Laboratório de Citogenética Vegetal in the Centro de Ciências Agrárias of the Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB). Twenty accesses were used. In the first chapter, 13 quantitative characters and 11 qualitative characters from the twenty accessions of *P. umbraticola* were used, data were submitted to the analysis of variance, mean test, multivariate analysis of variance, determined relative importance, analysis of canonical variables, and Scott test -Knott at 1% probability. All data were analyzed using the Genes program. In the second chapter, the twenty accessions of *P. umbraticola* and one access of *P. oleracea* were analyzed. A balanced diallel cross was also performed with 11 parentals without the reciprocal cross. In the first chapter the accessions 5, 6, 12, 13, 14, 18 and 19 are recommended. In the second chapter, it was found that all accessions belong to the same species *P. umbraticola* Kunth and that this species is self-incompatible.

Keywords: *Portulaca*. Diversity. Eleven o'clock. Genetic variability.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	9
REFERÊNCIA.....	12
CAPÍTULO I.....	16
Diversidade morfológica de acessos de <i>Portulaca umbraticola</i> Kunth.	16
INTRODUÇÃO.....	18
MATERIAL E METODOS	19
RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
CONCLUSÃO.....	33
REFERENCIAS.....	33
CAPÍTULO II	38
Citogenética e compatibilidade entre cruzamentos de <i>Portulaca umbraticola</i> Kunth.	38
INTRODUÇÃO.....	40
MATERIAL E MÉTODOS	41
RESULTADO E DISCUSSÃO	43
CONCLUSÃO.....	48
REFERENCIAS.....	48

INTRODUÇÃO GERAL

A família Portulacaceae inclui cerca de 10 gêneros e aproximadamente 258 espécies (THE PLANT LISTE, 2020), distribuídas principalmente pelo Oeste da América do Norte, América do Sul e África, com poucos representantes na Europa e Ásia (COELHO & GIULIETTI, 2010). *Portulaca* é o mais representativo gênero da família, com mais de 100 espécies. São plantas herbáceas carnosas, anuais ou perenes, de folhas alternas, inflorescência em cimeira, variando de 4 a 5 pétalas livres, 2 sépalas, numerosos estames coloridos, ovários ínfero e o fruto em cápsula com deiscência longitudinal ou transversal (COELHO & GIULIETTI, 2010).

Dentre as espécies do gênero *Portulaca*, a maioria não se tem conhecimento de possuir alguma importância agrícola, exceto *P. oleracea*, *P. grandiflora*, e *P. umbraticola* (OCAMPO & COLUMBUS, 2012). Sendo a *Portulaca grandiflora* ou Onze-horas a mais conhecida por possuir potencial ornamental e a *P. oleracea* por possuir qualidades medicinais (LORENZI & MATOS, 2002). Também conhecida como uma planta daninha.

A *Portulaca umbraticola* descrita por Kunth (1823), é uma planta que possui capacidade adaptativa e é descrita como erva de caule ramoso, folhas lanceoladas, com tricomas axilares quase inexistente, flores rosas, ovário ínfero, fruto membranáceo, entre outras características (LEGRAND, 1962). Esta espécie é caracterizada por apresentar uma ala membranosa ao redor de seu fruto, chegando algumas vezes cobrir o opérculo (COELHO & GIULIETTI, 2010). Esta particularidade até o momento só é descrita para esta espécie no Brasil, além de morfologia do botão floral e também por possuir flores maiores e vistosas (RODRIGUES & FURLAN, 2002). Estas características a diferencia de outras espécies do gênero e principalmente das espécies *P. oleracea* e *P. grandiflora*.

A *P. umbraticola* é uma planta que possui flores efêmeras, suas flores abrem pela manhã, podendo variar de acordo com a temperatura e luminosidade do dia, as flores podem abrir entre às 7:30h até 9h do dia e fechando-se no final da tarde. Em *P. umbraticola* 'Single Red' e 'Sanchuraka Cherry Vermelho ', foi demonstrado que um aumento significativo da temperatura afeta a abertura das suas flores (MAGUVU et al., 2016). Segundo Ichimura & Suto (1998) as flores de *Portulaca* não abrem totalmente em dias nublados com temperatura amena.

Entretanto, estudos mostraram que *P. umbraticola* mesmo quando está sob condição de temperatura constante, suas flores apresentam variação na antese dependendo da estação, no verão as flores abrem mais cedo em comparação as demais estações, sugerindo que,

provavelmente, o fotoperíodo tem algum efeito no ritmo de abertura e fechamento de flores dessa espécie (MAGUVU et al., 2018).

Por serem plantas de pequeno porte e possuir uma variação na coloração de suas flores, características que as tornam vistosas, esta espécie possui um grande potencial para uso ornamental (FRANCA & MAIA, 2008). Mesmo sendo plantas de crescimento rápido, anuais e amplamente cultivadas em lugares de clima tropical e temperado (JIA et al., 2017), sabe-se muito pouco sobre as características genéticas desta espécie.

Alguns trabalhos presentes na literatura atual encontram-se com uma confusão entre espécies. Onde se descreve uma e se trabalhou com outra, como vistos em Fonseca (2010) que trabalhou com *P. umbraticola* e descreveu *P. grandiflora*, e também trabalhos realizados por Alam et al., (2014) em *P. umbraticola* e descritos como *P. oleracea*.

Contudo, trabalhos como os de (Alam et al., 2014a, 2014b) avaliando compostos antioxidantes, antioxidantes ativos, composição mineral e caracterização morfo-fisiológica descreveram as espécies como *P. oleracea*, porém imagens das plantas presentes nos trabalhos apresentavam-se como sendo *P. umbraticola*. Mas mesmo que estes autores tenham trocado o nome científico das plantas confundindo as espécies, suas análises, de forma indireta, comprovaram que a *P. umbraticola* também possui compostos antioxidantes, antioxidantes ativos e composição mineral, assim como a *P. oleracea* planta que é considerada uma planta alimentícia não convencional (PANC). Desta forma com base em suas análises *P. umbraticola* também pode ser consumida, sendo segura para o consumo humano, uma vez que, diferentes acessos tinham compostos bioativos significantes, possuíam também grande quantidade de compostos fenólicos, flavanoides e carotenoides, minerais essenciais, antioxidantes e também possuem qualidades medicinais.

Assim, uma caracterização completa dos recursos genéticos de beldroegas é importante para conservação e sua utilização no melhoramento genético. Os programas de melhoramento se baseiam na existência de variabilidade para a característica que se deseja melhorar, neste sentido estudos sobre divergência genética são de grande importância nesses programas, na identificação de genótipos superiores e/ou famílias com características de interesse (NICK et al., 2010; RÊGO et al., 2010; CRUZ et al., 2012; PESSOA et al., 2018).

Segundo Pakoca (2014), pelo fato de as variedades serem desenvolvidas por empresas privadas, as informações de quais cruzamentos geraram a variedade não são publicadas, sendo impossível afirmar que todas as variedades comerciais sejam provenientes de cruzamentos interespecíficos.

De acordo com Guerra (1988), a citogenética compreende todo e qualquer estudo da morfologia, organização, função, replicação, variação e evolução dos cromossomos. Sejam eles isolados ou em conjunto, condensados ou distendidos (GUERRA, 1988). A análise cromossômica é um dos campos da citologia e da genética. Podendo ser aplicada a estudos evolutivos e de divergência, citotaxonomia e sistemática, caracterização de germoplasmas, na identificação de anomalias cromossômicas na meiose (mutações cromossômicas), entre outros (TECHIO, 2002).

O grande desafio dos melhoristas de plantas ornamentais é desenvolver novas cultivares que atendam às necessidades do mercado da floricultura, sempre em busca de novidades (NEITZKE et al., 2016). O mercado mundial de plantas ornamentais encontra-se em expansão. Este é extremamente dinâmico e demanda lançamento de novidades (FILLIETTAZ, 2007). Pelo fato das beldroegas serem plantas de fácil manejo, se espera que estas plantas possam ganhar importância maior no mercado brasileiro.

Portanto, para suprir as necessidades do mercado ornamental, é fundamental um programa de melhoramento genético sincronizado com as exigências do mercado consumidor que possa oferecer aos floricultores plantas com novas cores e porte adequado para serem comercializadas em vasos (FILLIETTAZ, 2007). Mas também é necessário fornecer a informação das qualidades de uma espécie que possui mais de uma aptidão. Podendo ser uma ornamental, medicinal e comestível como uma hortaliça. Diante disto é importante estudo de diversidade genética dos diferentes genótipos visando a seleção de genótipos com características desejáveis.

Este trabalho foi dividido em 2 capítulos. No primeiro capítulo foi avaliada a divergência genética entre 20 acessos de *Portulaca umbraticola* e no segundo capítulo foram avaliadas as características citogenéticas destes acessos, comparando entre si e com *P. oleracea*, além disso também foi realizado um cruzamento dialélico balanceado com progenitores sem os recíprocos com onze acessos de *P. umbraticola*, objetivando analisar a compatibilidade entre os acessos.

REFERÊNCIA

- ALAM, A.; JURAIMI, A.S.; RAFII, M.Y.; HAMID, A.A.; ASLANI, F.; HASAN, M.M.; ZAINUDIN, M.A.M.; UDDIN, K. Evaluation of Antioxidant Compounds, Antioxidant Activities, and Mineral Composition of 13 Collected Purslane (*Portulaca oleracea* L.) Accessions. **Biomed research internacional**, v.2014, p. 10, 2014a.
- ALAM, A.; JURAIMI, A.S.; YUSOP, M.R.; HAMID, A.A.; HAKIM, A. Morpho-physiological and mineral nutrient characterization of 45 collected Purslane (*Portulaca oleracea* L.) accessions. **Bragantia**, v. 73, n. 4, p.426-437, 2014b.
- COELHO, A.A.O.P.; GIULIETTI, A.M. O gênero *Portulaca* L. (Portulacaceae) no Brasil. **Acta botanica brasílica**. v. 24, n.3, p. 655-670, 2010.
- COELHO, A.A.O.P.; GIULIETTI, A.M.; HARLEY, R.M.; YESILYURT, J.C. **Synonymies and typifications in *Portulaca* (Portulacaceae) of Brazil** Kew Bull., 65 pp. 37 -43. 2010.
- CRUZ C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 4.ed. Viçosa: UFV. 514p. 2012.
- FILLIETTAZ, A. Biológico, São Paulo, v.69, n.2, p.95, jul./dez., 2007. **Melhoramento Genético de Plantas Ornamentais**. Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br/docs/bio/v69_2/p95.pdf>. Acesso em: 26/11/19.
- FONSECA, J.W.S. **Sistema reprodutivo de *Portulca grandiflora* HOOK com vistas ao melhoramento vegetal**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Vitória da conquista, p. 72. 2010.
- FRANCA, C. A. M.; MAIA, M. B. R. Panorama do agronegócio de flores e plantas ornamentais no Brasil. In: 46th Congress, July 20-23, 2008, Rio Branco, Acre, Brazil, 2008.
- GUERRA, M. Introdução a citogenética geral. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 142 p.

ICHIMURA, K. ; SUTO, K.. Environmental factors controlling flower opening and closing in a *Portulaca* hybrid. **Annals of Botany**, v.82, p. 67–70, 1998.

JIA, S.; YAN, Z.; WANG, Y.; WIE, Y.; XIE, Z.; ZHANG, F. Genetic diversity and relatedness among ornamental purslane (*Portulaca* L.) accessions unraveled by SRAP markers. **Biotech**, 7. 241. 2017.

KUNTH, C.S.; VON HUMBOLDT, F.A.; BONPLAND, A. Nova Genera et Species Plantarum. p. 70-75. 1823.

LEGRAND, C.D. Desmembracion del genero *Portulaca*. Comunicaciones Botanicas del Museo de Historia Natural de Montevideo, v.34, n.3, p.1-17, 1958.

LEGRAND, D. Las especies americanas de *Portulaca*, Comunicaciones Botanicas del Museo de Historia Natural de Montevideo, 2a Ser., 7, pp. 1-147. 1962.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. Plantas Medicinais do Brasil, Nativas e Exóticas. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 512p. 2002.

MAGUVU, T.E.; HIGUCHI, Y.; SHIBATA, M. . Effect of Different Photoperiods on Flower Opening Time in *Portulaca umbraticola*. **The Horticulture Journal**, v.87, p. 124–131. 2018.

MAGUVU, T.E.; HIGUCHI, Y.; SHIBATA, M. Difference in flower longevity and endogenous ethylene production of *Portulaca umbraticola* cultivars. **The Horticulture Journal**, v.85, p.70–75, 2016.

NEITZKE, R.S.; BARBIERI, R.L.; RODRIGUES, W.F.; CORRÊA, I.V.; CARVALHO, F.I.F. Dissimilaridade genética entre acessos de pimenta com potencial ornamental. **Hort. Bras.** v.28 p.47-53, 2010.

NEITZKE, R. S.; FISCHER, S. Z.; VASCONCELOS, C.S.; BARBIERI, R.L.; TREPTOW, R.O. Pimentas ornamentais: aceitação e preferências do público consumidor. **Horticultura Brasileira**, n. 34, p.102-109, 2016.

NYFFELER, R.; EGGLI, U. Disintegrating Portulacaceae: a new familial classification of the suborder Portulacineae (*Caryophyllales*) based on molecular and morphological data. **Taxon**, v. 59, n. 1, p. 227-240, 2010.

OCAMPO, G.; COLUMBUS, J.T. Molecular phylogenetics, historical biogeography, and chromosome number evolution of *Portulaca* (Portulacaceae). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v.63, p.97–112, 2012.

PAKOCA, C. A. **Bases para un programa de mejoramiento genético en Alstroemeria**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Nacional de Lomas de Zamora, Lomas de Zamora, Buenos Aires, Argentina, 93 f., 2014.

PAOLAZZI, P. **Melhoramento genético em espécies nativas com potencial ornamental no INTA – Argentina**. 2017, 33 f. Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 2017.

PESSOA, A.M.S.; RÊGO, E.R.; CARVALHO, M.G.; SANTOS, C.A.P.; RÊGO, M.M. Genetic diversity among accessions of *Capsicum annuum* L. through morphoagronomic characters. **Genetics and Molecular Research**, v.17, n., 2018.

RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; CRUZ, C. D.; FINGER, F. L.; CASALI, V. W. D. Phenotypic diversity, correlation and importance of variables for fruit quality and yield traits in Brazilian peppers (*Capsicum baccatum*). **Genetic Resources and Crop Evolution**. 2010.

RODRIGUES, M. I. A.; FURLAN, A. Portulacaceae. In: WANDERLEY, M. G. L.; SHEPBEAL, G. J.; GIULIETTI, A. M. (Ed.). Flora fanerogâmica do estado de São Paulo. São Paulo: Hucitec, v. 2p. 261-268. 2002.

TECHIO, V. H. Meiose e análise genômica em *Pennisetum* spp. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 104 p. 2002.

The plant list. **Portulacaceae** Disponível em:
<<http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Portulacaceae/>> Acesso em: 12 de fevereiro de
2020.

CAPÍTULO I

Diversidade morfológica de acessos de *Portulaca umbraticola* Kunth.

RESUMO

As beldroegas *Portulaca umbraticola* Kunth são plantas utilizadas frequentemente no Brasil, tanto em vias públicas como nas residências para ornamentação, devido a beleza das flores de coloração amarela, rosa, vermelha, branca e laranja. Entretanto, existem poucos estudos sobre o potencial ornamental, comercial e genético desta espécie. Esse trabalho teve como objetivo avaliar a diversidade genética entre acessos de beldroega e recomendar genitores promissores para programas de melhoramento genético com finalidade ornamental. Vinte acessos de beldroega foram coletados em vias públicas nos municípios de Areia e Santa Rita, Paraíba. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação nas dependências do Laboratório de Biotecnologia e Melhoramento Vegetal do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, Estado da Paraíba, Brasil. Utilizou delineamento inteiramente casualizado com vinte tratamentos (acessos) e cinco repetições. As plantas foram avaliadas quanto a características quantitativas e qualitativas de planta, folhas e flores. Os dados foram submetidos a análise de variância, com posterior agrupamento das médias pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. O agrupamento de Tocher foi realizado com base na distância generalizada de Mahalanobis. Análise de variáveis canônicas, foram utilizadas para analisar a divergência genética. Os dados qualitativos foram sistematizados por meio da distribuição de frequência. Houve resultados significativos para 11 das 13 variáveis. Entre as características estudadas, as que mais contribuíram para a diversidade genética foram dias para florescimento, comprimento da flor, largura da folha e número de ramos. Deste modo, com base nos resultados quantitativos e qualitativos obtidos, foi possível indicar os acessos 1, 5, 13, 14, 16, 18 e 19 como parentais em programa de melhoramento da espécie.

Palavras-Chaves: Diversidade, melhoramento, *Portulca umbraticola*, planta ornamental.

CHAPTER I

Morphological diversity of *Portulaca umbraticola* Kunth accessions.

ABSTRACT

Portulaca umbraticola Kunth is frequently used in Brazil, both in public places and in-house ornamentation, due to its outstanding yellow, pink, red, white, and orange flowers. However, there are few studies on the ornamental, commercial, and genetic potential of this species. This work aimed to evaluate the genetic diversity among portulaca accessions and to recommend promising parentals for genetic improvement programs with ornamental purposes. Twenty portulaca accessions were collected in public places in the municipalities of Areia and Santa Rita, Paraíba State. The experiment was carried out in a greenhouse and the Laboratório de Biotecnologia e Melhoramento Vegetal of the Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, Brazil. A completely randomized experimental design was used composed of twenty treatments (accessions) and five replications. Plants were evaluated for quantitative and qualitative traits at the level of plants, leaves, and flowers. Data were submitted to analysis of variance, with a subsequent grouping of means by the Scott-Knott test at 5% probability. Tocher's grouping was performed based on the generalized Mahalanobis distance. Analysis of canonical variables was used to analyze the genetic divergence. Qualitative data were systematized through frequency distribution. There were significant results for 11 of the 13 variables. Among the traits studied, those that most contributed to genetic diversity were days for flowering, flower length, leaf width, and the number of branches. Thus, based on the quantitative and qualitative results obtained, it was possible to recommend accessions 1, 5, 13, 14, 16, 18, and 19 as parentals in a breeding program for the species.

Keywords: Diversity. Breeding. *Portulaca umbraticola*. Ornamental plant.

INTRODUÇÃO

A *Portulaca umbraticola* Kunth é uma espécie pertencente à família Portulacaceae, que inclui cerca de 10 gêneros e 258 espécies (THE PLANT LIST, 2020). Estão distribuídas principalmente no Oeste da América do Norte, América do Sul e África, com um número pequeno de representantes na Europa e Ásia (COELHO & GIULIETTI, 2010). No Brasil, as espécies mais conhecidas pertencem ao gênero *Portulaca*, são: onze-horas *Portulaca grandiflora*, beldroega *Portulaca oleraceae* e beldroega gigante *P. umbraticola*.

A beldroega gigante é uma planta que possui flores com as mais variadas cores: amarela, brancas, salmão cobre ou vermelho-laranja, rosas, purpura ou de tons laranjas (COELHO & GIULIETTI, 2010). Deste modo, a variação nas flores e porte pequeno, potencializa o uso ornamental dessa espécie (FRANCA & MAIA, 2008). Além disso, a beldroega também pode ser utilizada como alimento por possuírem nutrientes essenciais, compostos fenólicos, flavanoides, caratenoides, antioxidantes e como planta medicinal (ALAM et al., 2014a, 2014b).

O mercado mundial de plantas ornamentais encontra-se em expansão (IBFLOR 2018). É extremamente dinâmico e demanda lançamento de novas cultivares constantemente. Assim, se torna necessário a realização de estudos que possam contribuir para a produção de novas cultivares, visando suprir as necessidades do mercado, assim, é fundamental um programa de melhoramento genético sincronizado com as exigências do mercado consumidor (FILLIETTAZ, 2007).

O Brasil conta com 8 mil produtores, sendo a maior parte é composta por pequenos e médios produtores, que produzem numa área de mais de 13,8 mil hectares com mais de 350 espécies produzidas, somando 3 mil variedades (IBFLOR, 2018).

O sucesso do melhoramento genético de plantas, baseia-se na existência de variabilidade genética para que a possam selecionar genótipos superiores, esses indivíduos selecionados devem simultaneamente, possuir uma série de características favoráveis para elevar o rendimento e satisfazer as exigências do mercado (LEITE et al., 2016). Este trabalho teve como objetivo avaliar a diversidade genética e recomendar acessos para iniciar um programa de melhoramento em *Portulaca umbraticola* por meio de caracterização morfológica.

MATERIAL E METODOS

O experimento foi realizado numa área anexa do Laboratório de Biotecnologia e Melhoramento Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), Areia, Paraíba, Brasil. Foram utilizados 20 acessos de *P. umbraticola* Kunth, do UFPB: 1, 2, 3, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 e 20 (Figura 1). Os acessos foram provenientes de coletas realizadas nas vias públicas do município de Areia e Santa Rita-PB. Foram cultivados por propagação assexuada, 3 estacas de aproximadamente 15cm, por vaso de plástico com capacidade de 3L, contendo substrato comercial (Plantmax[®]).

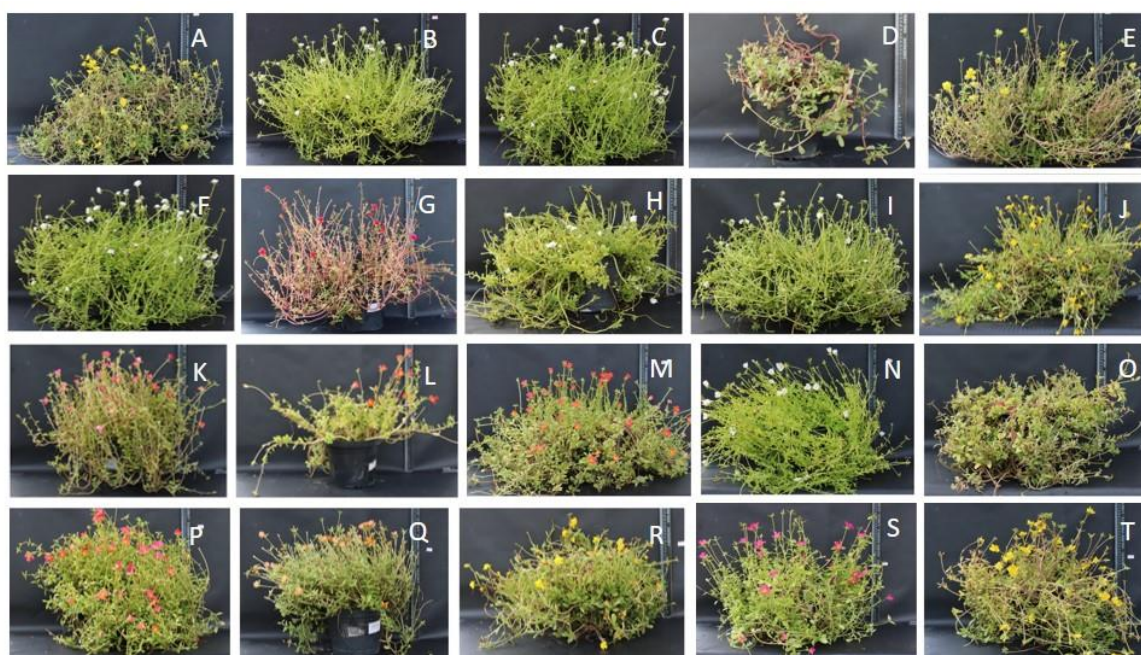


Figura 1 - Acessos UFPB: 1 (A), 2 (B), 3 (C), 4 (D), 5 (E), 6 (F), 7 (A), 8 (B), 9 (C), 10 (D), 11 (E), 12 (F), 13 (A), 14 (B), 15 (C), 16 (D), 17 (E), 18 (F), 19 (G) 20 (H) de *P. umbraticola*.

As características morfológicas avaliadas foram; diâmetro do caule (DC), comprimento de flor (CFL), distância de internódio (DIN), altura de planta (AP), comprimento da copa (CC), comprimento de caule (CL), comprimento de folha (CFO) e largura de folha (LFO) e duas características fisiológicas, clorofila b (CB) e clorofila a (CA). Para obtenção dos dados referentes às dimensões foram feitas medidas utilizando-se paquímetro digital (Paquímetro digital Leetools[®]) e régua graduada. Valores referentes à quantidade foram tomados por contagem. Os teores de clorofila na folha foram medidos com clorofilômetro digital (ClorofiLOG -FALKER[®]).

Todas as características citadas acima foram realizadas com 83 dias após plantio, apenas a variável dias para florescimento (DPF) foi avaliada assim que as plantas foram colocadas em vaso por meio de estaquia.

Também foram avaliadas características qualitativas medidas visualmente usando a tabela de Cores da Royal Horticultural Society, como; cor da flor (COFL), cor da base da corola (CBC), cor das anteras (COA), cor do estilete (COE), cor do caule (CCAL) e cor da folha (COFO). As flores também foram classificadas com relação ao tipo da corola (TCO), presença ou ausência de verticilos reprodutivos (VR), formato do limbo da folha (FOL), formato do ápice (FOA) e da base da folha (FOB).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com vinte tratamentos (acessos) com cinco repetições, cinco vasos para cada acesso. Os dados foram submetidos à análise de variância, com posterior agrupamento das médias pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Os parâmetros genéticos e seus estimadores foram analisados para cada característica quantitativa, utilizando-se as seguintes expressões (CRUZ et al., 2004):

(a) Herdabilidade

(b) Variância fenotípica: $(\sigma^2_F) = QM_g / k$

(c) Variância ambiental: $(\sigma^2_E) = QM_r / k$

(d) Variância genotípica $(\sigma^2_G) = (QM_g - QM_r) / k$

(e) Coeficiente de variação genético: $(CV_g) = \frac{\sqrt{\sigma^2_G}}{m} \times 100$

(f) Razão: $(CV_g/CV_e) = \sqrt{\frac{\sigma^2_G}{\sigma^2_E}}$

O método de Tocher (RAO, 1952), com base na distância generalizada de Mahalanobis e análise de variáveis canônicas, foram usados para analisar a divergência genética. A importância relativa das variáveis foi determinada pelo método descrito por Singh (1981) e por variáveis canônicas. E os dados qualitativos foram determinados por distribuição de frequência. Todas as análises quantitativas foram realizadas com o software GENES (CRUZ, 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se a ocorrência de diferenças significativas ($p \geq 0,01$) para as características de número de flores, comprimento de flor, diâmetro de caule, número de ramos, comprimento de copa, comprimento de ramo, clorofila *b*, largura de folha e dias para florescimento (Tabela 1).

Valores de herdabilidade acima de 60% foram encontrados para as características avaliadas: diâmetro do caule (64,1%), comprimento de flor (79,3%), número de ramos (72,9%), comprimento de ramo (75,8%) e dias para florescimento (98,6%) (Tabela 1). Os demais caracteres apresentaram valores inferiores a 60%. Segundo Wahyu et al., (2014), Pessoa et al. (2018) e Dantas et al. (2019) altos valores de herdabilidade indicam que as diferenças encontradas entre os acessos são decorrentes à variação genética e não devido à variação ambiental. Além disto, quanto maior a herdabilidade de uma característica, mais confiável é a seleção do caracter.

Existem poucos estudos de diversidade genética desta espécie na literatura atualmente. Silva et al. (2016) analisaram a correlação entre caracteres fenotípicos e genéticos e obtiveram altos valores de herdabilidade, a variabilidade fenotípica encontrada nestes genótipos é determinada principalmente pela variabilidade genotípica. Deste modo, ao praticar seleção e escolher as plantas que possuem flores maiores, maior quantidade de ramos e precocidade de florescimento é mais provável que estas características sejam transmitidas à sua descendência.

Os valores encontrados para a razão CV_g/CV_e das variáveis, número de ramos, comprimento de ramo, comprimento de flor e dias para florescimento, foram; 0,73, 0,79, 0,88 e 3,70, respectivamente (Tabela 1). A variável dias para florescimento foi a única que apresentou valor superior a 1,0. Quando os valores do coeficiente de variação genética/coeficiente de variação ambiental (CV_g/CV_e) são maiores que 1, é uma indicação de que as chances de ganho genético serão altas para as características avaliadas (CRUZ et al., 2012; LEITE; et al., 2015).

Segundo Ferrão et al. (2008) e Leite et al. (2016) os valores estimados em relação aos coeficientes de herdabilidade indica perspectiva de sucesso na seleção, sendo isso confirmado com os valores obtidos de CV_g/CV_e . Quando for maior ou igual a 1 indica que a variação genética disponível é responsável pela variação estimada para a característica, sendo a razão CV_g/CV_e um índice indicativo do grau de facilidade de seleção de genótipos para cada caráter. Resultados semelhantes também foram encontrados por Nascimento et al. (2012) e Pessoa et al. (2018) ao trabalharem com características de porte e flor em pimenteira ornamental.

Segundo Almeida et al. (2017), os parâmetros genéticos (CVe, CVg e CVg/CVe) não devem ser considerados isoladamente, mas sim, junto com a herdabilidade que é um melhor indicador do sucesso do processo de seleção em programas de melhoramento. Estes parâmetros genéticos avaliados fortalecem a tomada de decisão sobre os melhores procedimentos e estratégias a serem adotados em diferentes estágios do desenvolvimento da cultivar.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância: quadrados médios (QM), variância fenotípica (σ^2_F), variância ambiental (σ^2_E), variância genotípica (σ^2_G), herdabilidade [h^2 (%)], relação coeficiente de variação genética e ambiental (CVg/CVe) e coeficiente de variação (CV%) de *P. umbraticola*.

F. V	Quadrados Médios							
	G.L	NFL	CFL	DC	DI	NR	AP	CC
TRATAMENTOS	19	105,9679*	0,7855*	0,0125**	8,2237ns	17,8547**	84,0820**	138,8360**
RESÍDUO	80	49,5114	0,1625	0,0045	8,0700	4,8450	38,1144	60,0351
TOTAL	99	-	-	-	-	-	-	-
σ^2_F	-	21,1936	0,1571	0,0025	1,6447	3,5709	16,8164	27,7672
σ^2_E	-	9,9023	0,0325	0,0009	1,6140	0,9690	7,6229	12,0070
σ^2_G	-	11,2913	0,1246	0,0016	0,0307	2,6019	9,1935	15,7602
h^2	-	53,2770	79,3064	64,1417	1,8688	72,8643	54,6700	56,7583
CVg (%)	-	23,7881	12,4789	7,7403	5,3936	24,6645	12,5220	8,6479
CVg/CVe (%)	-	0,4776	0,8755	0,5981	0,0617	0,7328	0,4911	0,5124
C.V (%)	-	49,8126	14,2536	12,9409	87,3951	33,6565	25,4963	16,8784
Média Geral	-	14,1258	2,8285	0,5170	3,2505	6,5400	24,2140	45,9063

F. V	G.L	CL	CB	CA	CFO	LFO	DFL
TRATAMENTOS	19	371,0455**	43,9682*	13,8779*	0,3049ns	0,0978*	60,8421*
RESÍDUO	80	89,6838	21,1706	11,0587	0,1865	0,0477	0,875
TOTAL	99	-	-	-	-	-	-
σ^2_F	-	74,2091	8,7936	2,7756	0,0610	0,0196	12,1684
σ^2_E	-	17,9368	4,2341	2,2117	0,0373	0,0095	0,1750
σ^2_G	-	56,2724	4,5595	0,5639	0,0237	0,0100	11,9934
h^2	-	75,8294	51,8502	20,3148	38,8496	51,2484	98,5619
CVg (%)	-	13,4339	7,5812	8,7143	5,7289	8,8467	18,2271
CVg/CVe (%)	-	0,7921	0,4641	0,2258	0,3565	0,4585	3,7023
C.V (%)	-	16,9594	16,336	38,5923	16,0719	19,2939	4,9232
Média Geral	-	55,8400	28,1657	8,6169	2,6867	1,1317	19,0000

Diâmetro do caule principal (DC), número de flores (NFL), comprimento de flor (CFL), distância de internódio (DI), número de ramos secundários (NR), altura de planta (AP), Comprimento da copa (CC), Comprimento de ramo (CR), clorofila *b* (CB), clorofila *a* (CA), largura de folha (LFO) e dias para florescimento (DFL), comprimento de folha (CFO) e distância de internódio (DI). ns= Não significativo, * = significativo a 5% de probabilidade e ** = significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

O teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro (Tabela 2), permitiu agrupar os acessos em duas classes na maioria das variáveis, com exceção dos dias para florescimento, que

formou 5 classes. Para as variáveis de flor, como o número de flores, os acessos 6, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 18 e 20 obtiveram os maiores valores médios (tabela 2).

Para o comprimento da flor, os acessos 1, 4, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19 e 20 obtiveram as maiores médias (Tabela 2). Os valores encontrados para os caracteres de flores evidenciaram o potencial dos acessos para uso ornamental em um programa de melhoramento genético. É importante selecionar acessos que apresentem flores grandes e maiores quantidade de flores por planta. Pois estas características são mais atrativas para comercialização e chamam mais atenção para o consumidor. Além da importância no aspecto ornamental, a seleção de acessos com essas características, é fundamental em todas as fases dos programas de melhoramento genético (SANTOS et al., 2013).

Quanto a variável diâmetro do caule os acessos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19 e 20 apresentaram os maiores valores médios para essa característica (Tabela 2). Um ramo com maior diâmetro permite que as plantas tenham uma maior sustentação de suas folhas e flores, além de facilitar a propagação destas plantas por estaquia.

Os acessos 2, 5, 10, 13, 14, 16, 17, 18 e 20 apresentaram os maiores valores médios para a característica número de ramos secundários (Tabela 2). Por serem plantas com sementes pequenas, frutos descentes e apresentarem dificuldades para autofecundação. É necessário manter os acessos conservados vivos *ex situ*. Contudo, estas plantas são fáceis de se propagar por meio de estaca. Assim, plantas com muitos ramos são mais fáceis de replicar e manter o banco germoplasma vivo.

Para a variável o comprimento do caule principal os acessos 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19 e 20 apresentaram maiores valores médios (Tabela 2). Por se tratarem de plantas herbáceas e rasteiras, e por preencher os vasos ou canteiros é importante que as plantas possuam muitos ramos longos. E que esses possuam folhas em quantidade suficiente para preencher os espaços vazios entre os ramos.

Para a característica comprimento da copa, os acessos 2, 3, 4, 5, 6, 7, 15 e 19 foram os que obtiveram as maiores médias (Tabela 2). Esta característica é importante quando se deseja plantas para vasos grandes ou para cultivo em canteiros. Pois, plantas que possuem copa grande, flores maiores e numerosas, folhas largas e com muitos ramos longos, conseguirão preencher os vasos e canteiros, proporcionando maior efeito estético ao jardim.

Em relação a clorofila *b*, os acessos que apresentaram as maiores médias foram 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 17 e 18, com maior eficiência fotossintética (Tabela 2). Os teores de clorofila variam muito entre as espécies e entre os genótipos de uma mesma espécie (LEE et al., 1988). Um dos fatores ligados à eficiência fotossintética de plantas e, conseqüentemente,

ao crescimento, é a clorofila, presente em todos os vegetais verdes (ENGEL & POGGIANI, 1991).

A variável largura da folha, as maiores médias foram dos acessos 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19 e 20 (Tabela 2). Característica importante para preenchimento da copa das plantas, como também para maior área de absorção fotossintética.

Os valores médios das características são importantes para auxiliar na tomada de decisão na seleção dos acessos e quais destes apresentam médias que sejam favoráveis para os objetivos do melhorista, e conseqüentemente, do programa de melhoramento genético de plantas. Estas características como largura da copa, clorofila *b* e largura da folha são importantes para esta espécie *P. umbraticola* é uma planta alimentícia não convencional (PANC). Segundo Alam et al., 2014a, 2014b, podem ser consumidas e são seguras para o consumo humano, por possuírem compostos bioativos, compostos fenólicos, flavanoides, carotenoides, minerais essenciais, antioxidantes e também podem ser usadas como plantas medicinais.

Contudo, nem todas as variáveis se deseja obter os maiores valores para iniciar um programa de melhoramento. A variável dias para florescimento os acessos 2, 3, 7, 14, 16 e 17 foram os que apresentaram menores valores médios (Tabela 2). Partindo do ponto de vista de que quando se trabalha de plantas ornamentais se deseja plantas com florescimento precoces. Quanto mais rápido florescerem menos tempo será necessário para comercializa-las, além de diminuir em dias o processo de melhoramento já que florescendo rápido diminui o tempo para a obtenção de sementes de híbridos.

De acordo com o teste de média verificou-se que os acessos 5, 6, 12, 13, 14, 18 e 20 foram os que mais obtiveram os melhores valores médios analisados entre as 13 características analisadas.

Tabela 2- Médias de características quantitativas de 20 acessos de plantas de *Beldroega P. umbraticola*.

Acessos	NFL	CFL	DR	NR	CC	CL	CB	LFO	DPF
1	10,000b	3,148a	0,536a	2,800b	43,200b	46,800b	28,348a	0,994b	18,200c
2	11,000b	2,500b	0,542a	7,400a	51,250a	65,000a	28,100a	1,008b	15,600e
3	7,8000b	2,414b	0,506a	6,000b	52,400a	57,800a	30,406a	1,064b	15,800e
4	11,600b	2,974a	0,488a	6,200b	52,800a	61,800a	29,140a	1,174a	17,200d
5	9,000b	2,854a	0,572a	7,000a	52,000a	64,800a	28,694a	1,222a	19,400b
6	17,400a	3,136a	0,554a	6,000b	48,200a	55,600a	27,198b	1,160a	20,200b
7	10,800b	2,660b	0,556a	5,200b	52,800a	60,400a	26,894b	1,234a	15,600e
8	7,800b	1,790c	0,410b	3,200b	33,000b	37,800b	29,928a	0,866b	16,600d
9	18,400a	2,366b	0,520a	6,000b	45,600b	53,800a	30,174a	0,892b	19,000b

10	19,200a	2,554b	0,498a	11,000a	41,600b	39,200b	31,354a	1,138a	19,000b
11	12,800b	3,004a	0,538a	6,600b	43,000b	63,800a	26,414b	1,300a	25,000a
12	18,800a	3,214a	0,498a	5,200b	45,000b	58,000a	28,588a	1,134a	24,600a
13	21,400a	2,828a	0,556a	7,400a	45,600b	63,600a	30,378a	1,376a	24,000a
14	17,600a	3,610a	0,616a	8,200a	42,400b	58,000a	22,552b	0,958b	15,000e
15	20,866a	2,886a	0,504a	6,000b	51,600a	57,400a	22,928b	1,132a	17,200d
16	8,500b	2,676b	0,522a	7,600a	44,500b	48,750b	23,608b	1,376a	16,000e
17	14,200b	2,692b	0,402b	8,800a	44,000b	41,000b	34,438a	1,158a	15,400e
18	17,000a	2,900a	0,542a	7,400a	40,200b	59,000a	31,072a	1,132a	18,000c
19	10,750b	3,176a	0,482a	4,600b	48,400a	61,000a	26,368b	1,200a	24,000a
20	17,600a	3,188a	0,498a	8,200a	40,576b	63,250a	26,732b	1,116a	24,200a

Número de flores (NFL), comprimento de flor (CFL), Diâmetro do caule (DC), número de ramos secundários (NR), comprimento da copa (CC), comprimento de caule (CL), clorofila *b* (CB), largura de folha (LFO) e dias para florescimento (DPF). Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade.

O método de otimização de Tocher, baseado na distância de Mahalanobis, permitiu separar os acessos estudados em sete grupos distintos (Tabela 3). Demonstrando a variabilidade entre eles para as características estudadas. Alguns acessos ficando isolados e cada grupo tornando-os divergentes para estas características estudadas. Entretanto, Neitzke et al. (2010), também utilizando o agrupamento de Tocher obteve a formação de apenas quatro grupos ao relatar variabilidade de oito caracteres de frutos e plantas em pimenteiras ornamentais. Com isso, podemos dizer que há variabilidade nos acessos de beldroegas, pois houve a formação de sete grupos distintos.

A maior quantidade de indivíduos foi encontrada no grupo I, composto por 7 acessos dentre, como: 2, 3, 4, 7, 16, 17 e 18 (Tabela 3). Estes acessos foram similares para a maioria das características, com dias para florescimento entre 15 a 18 dias.

No grupo II foi formado pelos acessos 11, 12, 13, 19 e 20, que apresentaram valores próximos para as variáveis analisadas (Tabela 3). Os demais grupos foram composto com no máximo de 2 acessos, estes, apresentaram maior tempo de florescimento.

Segundo Faria et al., (2012) que usou três métodos de agrupamentos para avaliar divergência genética em *Capsicum chinense*. Constatou que o método de Tocher comparado com outros métodos de agrupamentos fornece um número maior de grupos e também é característico por formar grupos com apenas um genótipo cada. No caso de genótipos com maior dissimilaridade. Segundo Ramalho et al., (2012), esse método é empregado junto com outros métodos para complementar os resultados e auxiliar na melhor distinção dos grupos formados. Este fato é importante para o melhoramento de plantas, tendo em vista a possibilidade de se acessar a variabilidade genética presente na população de forma mais precisa. Desta forma, possibilitando a seleção de acessos com características desejáveis e divergentes.

Tabela 3 - Agrupamento de Tocher de 20 acessos de plantas de Beldroega *P. umbraticola* e medias de 13 características avaliadas.

Grupos	Acessos	NFL	CFL	DR	DI	NR	AP	CC	CR	CB	CA	CFO	LFO	DFL
I	2	11,00	2,50	0,54	3,25	7,40	22,75	51,25	65,00	28,10	7,87	2,66	1,01	15,60
	3	7,80	2,41	0,51	2,72	6,00	24,80	52,40	57,80	30,41	7,97	2,66	1,07	15,80
	7	10,80	2,66	0,56	3,10	5,20	28,00	52,80	60,40	26,89	7,57	2,47	1,23	15,60
	16	8,50	2,68	0,52	3,45	7,60	27,25	44,50	48,75	23,61	6,28	2,91	1,38	16,00
	4	11,60	2,97	0,49	3,00	6,20	36,00	52,80	61,80	29,14	8,51	2,82	1,17	17,20
	17	14,20	2,69	0,40	2,80	8,80	23,60	44,00	41,00	34,44	11,70	2,76	1,16	15,40
	18	17,00	2,90	0,54	3,10	7,40	22,20	40,20	59,00	31,07	9,07	2,59	1,13	18,00
	σ	3,19	0,20	0,05	0,25	1,21	4,77	5,24	8,40	3,42	1,68	0,15	0,12	0,98
	Média	11,56	2,69	0,51	3,06	6,94	26,37	48,28	56,25	29,09	8,42	2,70	1,16	16,23
II	12	18,80	3,21	0,50	2,96	5,20	23,60	45,00	58,00	28,59	8,37	2,79	1,13	24,60
	19	10,75	3,18	0,48	2,56	4,60	23,00	48,40	61,00	26,37	8,42	2,65	1,20	24,00
	11	12,80	3,01	0,54	3,40	6,60	28,60	43,00	63,80	26,41	7,43	2,99	1,30	25,00
	20	17,60	3,19	0,50	8,50	8,20	25,68	40,58	63,25	26,73	9,04	3,15	1,12	24,20
	13	21,40	2,83	0,56	2,59	7,40	24,40	45,60	63,60	30,38	10,16	2,46	1,37	24,00
	σ	3,92	0,15	0,03	2,27	1,34	1,99	2,62	2,21	1,57	0,90	0,24	0,10	0,39
	Média	16,27	3,08	0,52	4,00	6,40	25,06	44,52	61,93	27,70	8,68	2,81	1,22	24,36
III	9	18,40	2,37	0,52	2,90	6,00	21,00	45,60	53,80	30,17	8,77	2,35	0,89	19,00
	10	19,20	2,56	0,50	3,00	11,00	23,40	41,60	39,20	31,35	10,75	2,75	1,14	19,00
	6	17,40	3,14	0,55	2,78	6,00	27,40	48,20	55,60	27,20	8,09	2,67	1,16	20,20
	σ	0,90	0,40	0,03	0,11	2,89	3,23	3,32	8,99	2,14	1,38	0,21	0,15	0,69
	Média	18,33	2,69	0,52	2,89	7,67	23,93	45,13	49,53	29,57	9,20	2,59	1,06	19,40
IV	1	10,00	3,15	0,54	3,00	2,80	22,00	43,20	46,80	28,35	7,67	2,81	0,99	18,20
	15	20,87	2,89	0,50	3,30	6,00	20,40	51,60	57,40	22,93	6,45	3,07	1,13	17,20
	σ	7,69	0,18	0,03	0,21	2,26	1,13	5,94	7,50	3,83	0,86	0,18	0,10	0,71
	Média	15,44	3,02	0,52	3,15	4,40	21,20	47,40	52,10	25,64	7,06	2,94	1,06	17,70
V	8	7,80	1,79	0,41	2,00	3,20	15,40	33,00	37,80	29,93	8,97	2,13	0,87	16,60
VI	14	17,60	3,61	0,62	3,30	8,20	21,40	42,40	58,00	22,55	6,57	2,41	0,96	15,00
VII	5	9,00	2,85	0,57	3,30	7,00	23,40	52,00	64,80	28,69	12,70	2,65	1,22	19,40

Número de flores (NFL), comprimento de flor (CFL), diâmetro do ramo principal (DR), distância de internódio (DI), número de ramos resundários (NR), comprimento da copa (CC), comprimento de ramo (CR), clorofila *b* (CB), largura de folha (LFO) e dias para florescimento (DPF).

Na análise das variáveis canônicas, detectou-se diversidade fenotípica entre os acessos, e constatou-se que as duas primeiras variáveis canônicas explicaram 81, 733% da variância total (Tabela 4). Trabalhos realizados por Rêgo et al. (2003), Barroso et al. (2012) e Fortunato et al. (2019) mostraram que, para os resultados serem satisfatórios para interpretação da variabilidade expressa entre os acessos, requer que as duas primeiras variáveis canônicas expliquem pelo menos 80% da variação total.

Tabela 4- Estimativas das variâncias (autovalores) associadas às variáveis canônicas relativas a 13 caracteres quantitativos avaliados em *P. umbraticola*.

Variáveis Canônicas	AV	AV (%)	% Acumulada
1	18,815	75,464	75,464
2	1,563	6,270	81,733
3	1,358	5,447	87,180
4	0,931	3,735	90,914
5	0,557	2,233	93,147
6	0,503	2,018	95,165
,7	0,411	1,649	96,814
8	0,277	1,112	97,927
9	0,230	0,922	98,849
10	0,112	0,451	99,299
11	0,075	0,300	99,600
12	0,064	0,255	99,855
13	0,036	0,145	100,000

Pelo método de Singh (1981), determinou-se que 4 das 13 características contribuíram com 83,934 % da divergência genética, enquanto, 9 contribuíram com apenas 16,066% utilizado para avaliar a importância relativa das 13 características quantitativas avaliadas (Tabela 5).

Das características estudadas, as que mais contribuíram para a divergência genética entre os acessos foram dias para florescimento (70,372%), comprimento da flor (6,107%), largura da folha (3,888%) e número de ramos (3,567%) (Tabela 5). As variáveis que menos contribuíram para a divergência, foram: diâmetro de caule, número de flores, distância de internódio, altura de planta, comprimento da copa, comprimento de ramo, clorofila *b*, clorofila *a* e comprimento de folha. De acordo com Rêgo et al., (2003) variáveis que contribuem com um percentual muito baixo ou não contribuíram para a variabilidade detectada podem vir a ser descartadas em trabalhos futuros, por não contribuírem para a diferenciação dos genótipos em estudo de diversidade.

Tabela 5 – Contribuição relativa de características quantitativas de importância para a divergência genética de *P. umbraticola*, pelo método proposto por Singh (1981), baseado na distância generalizada de Mahalanobis.

VARIÁVEIS	S. J	VALOR (%)
DPF	6.667,51	70,372
CFL	578,602	6,107
LFO	368,329	3,888
NR	337,949	3,567
CR	318,348	3,360
CB	258,982	2,733
CC	216,427	2,284
DR	196,804	2,077
AP	165,566	1,748
NFL	156,991	1,657
DIN	87,207	0,920
CFO	72,823	0,769
CA	49,081	0,518
TOTAL	9.474,62	

Diâmetro do ramo principal (DR), número de flores (NFL), comprimento de flor (CFL), distância de internódio (DIN), número de ramos secundários (NR), altura de planta (AP), Comprimento da copa (CC), comprimento de ramo (CR), clorofila *b* (CB), clorofila *a* (CA), comprimento de folha (CFO), largura de folha (LFO) e dias para florescimento (DPF).

De acordo com a caracterização qualitativa de flor referente aos 20 acessos de *Portulaca umbraticola*, constatou-se que para cor da antera e formato da base foliar não houve diferenças qualitativas entre os acessos. Contudo, pode constatar que para a variável tipo de corola, 55% dos acessos possuem flores pentâmeras com presença dos verticilos reprodutivos e 45% com pétalas múltiplas e com ausência dos verticilos reprodutivos (Figura 2AB).

Em relação a cor de suas flores, 30% são de cores brancas, 25% amarelas, 20% rosas, 10% rosa/amarelas, e 5% são vermelhas, 5% rosa choque e 5% laranja (Figura 2C; Figura 4). Cada flor destas possuem também diferenças de cores em suas bases de corola sendo 50% das bases de corola amarelas, 20% brancas, 10% rosas/amarelas e verdes, e 5% são de cores rosa e de cor laranja (Figura 2D; Figura 4). Estes acessos também coloração de estiletes com 73% amarelos, 18% brancos e 9% vermelhos (Figura 2E; Figura 4). Esta variação de coloração nesta espécie, demonstra a quantidade de combinações que podem ser realizadas nos cruzamentos destas plantas divergentes, podendo futuramente obter plantas com as mais diversas cores de flores.

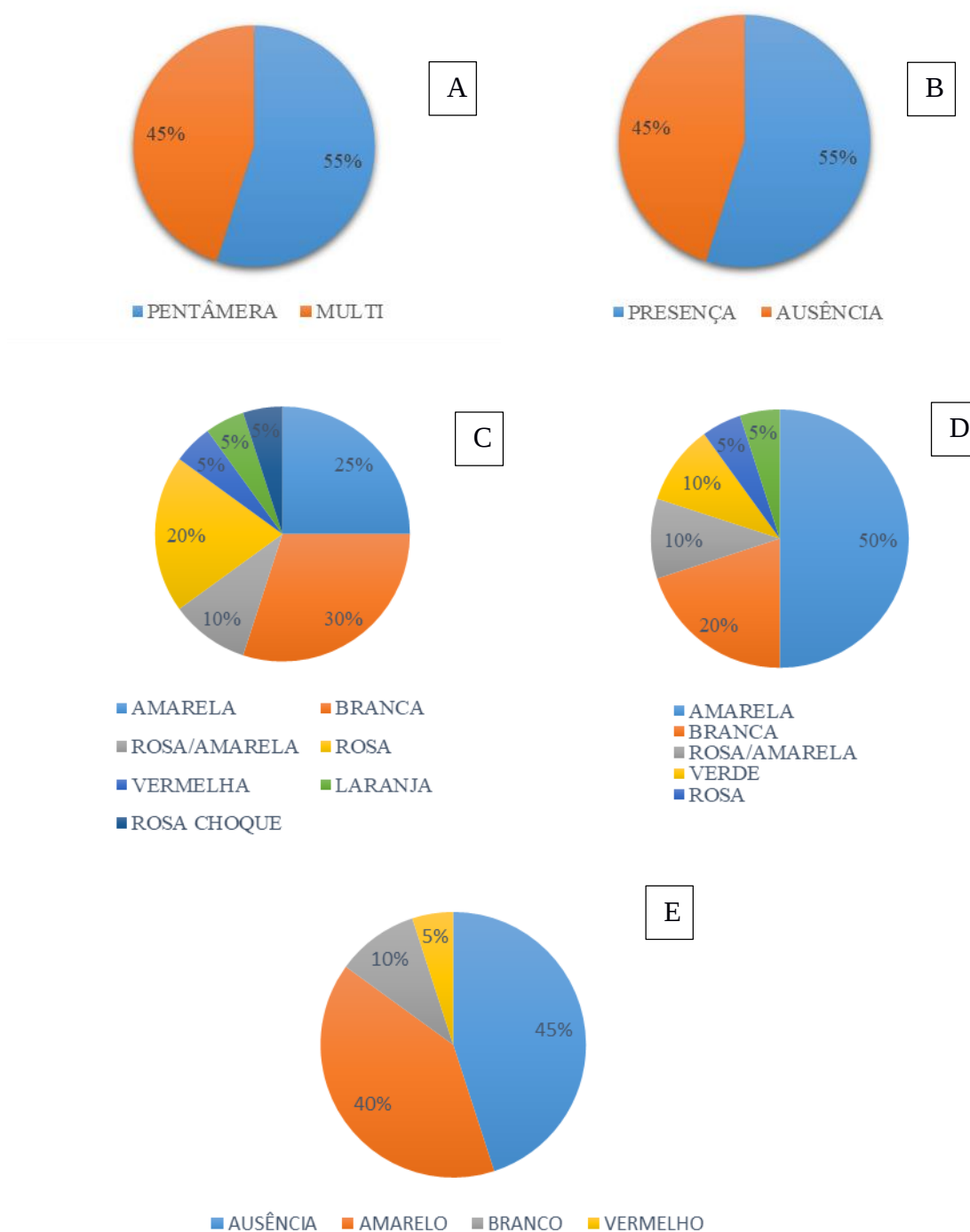


Figura 2 - Tipo da corola (A), verticilos reprodutivos (B), cor da flor (C), cor da base da corola (D) e cor do estilete (E) de *P. umbraticola*.

Em relação as características das folhas a cor das folhas apresentaram 55% das folhas verdes e 45% são verdes com margens rosadas. Indicando diversidade nas cores de suas folhas, o que pode possibilitar novos padrões de cores quando híbridos provenientes destes cruzamentos forem plantados.

Já para o formato da folha, 55% dos acessos possuem folhas com limbo cuneiforme, 35% com limbo com forma espatulada e 10% linear (Figura 3C). O ápice das folhas também apresentou divergências sendo classificados como 65% dos acessos com ápice obtuso e 35% com ápice arredondado (Figura 3D). Para a cor de caule os acessos também apresentaram diferenças quanto suas cores, 65% dos acessos eram de cor rosada, 30% verde e 5% rosa (Figura 3A).

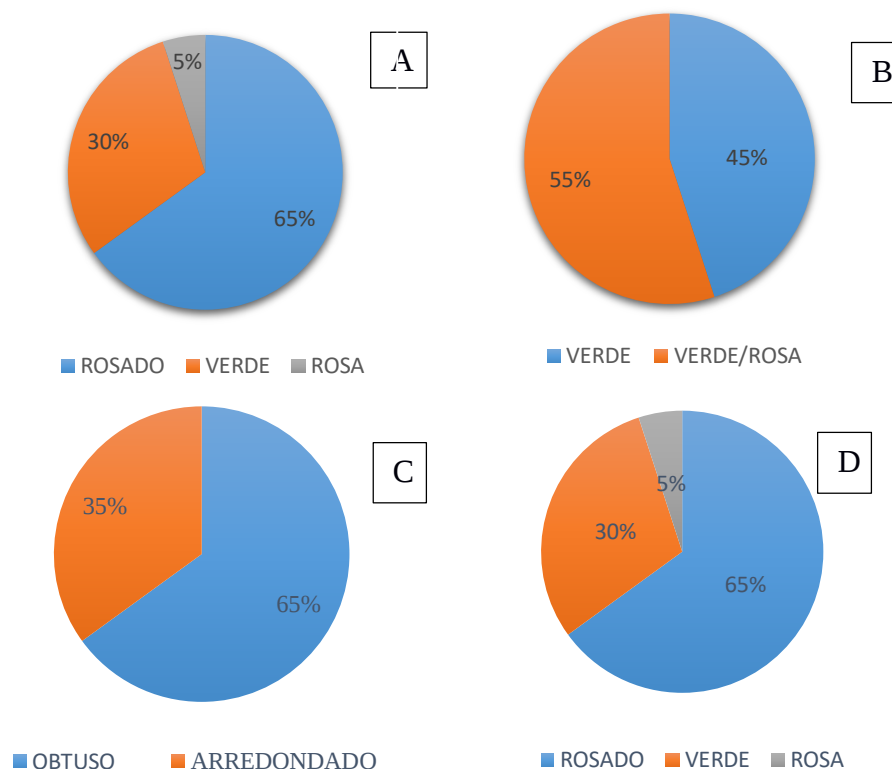


Figura 3. Cor do caule (A), cor da folha (B), formato da folha (C) e formato do ápice (D) de *P. umbraticola*.

Os acessos: 5 (flor amarela com manchas rosas), 6 (flores brancas), 12 (flores rosas), 13 (flores vermelhas) 14 (flores brancas), 18 (flores alaranjadas) e 19 (flores rosas choque), foram os acessos que apresentam as características quantitativas e/ou qualitativas ideais de acordo com as variáveis consideradas importantes e também as suas distâncias genéticas.

Com exceção dos acessos 13 e 19 agrupados no mesmo grupo II, foram selecionados porque mesmo apresentando características quantitativas similares não apresentam características qualitativas iguais mudando as cores de suas flores, 13 vermelha e 19 rosa choque. Fator importante quando se trabalha com plantas ornamentais.

Os demais acessos são divergentes de acordo com Tocher, portanto, além de apresentarem diferenças quantitativas ideais, também apresentaram características desejáveis para suas cores (Tabela 6, Figura 4). Os acessos 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 15 e 17 não possuem os verticilos reprodutivos, sendo desconsiderados para seleção (Figura 4; Tabela 6). Contudo, esses genótipos serão mantidos no banco de germoplasma ativo de *Portula* da UFPB. Podendo futuramente terem suas fertilidades restaurada através da biotecnologia vegetal.

Os acessos 5, 6, 12, 13 e 18 possuem cores diferentes e também foram os que obtiveram melhores valores para número de flores, comprimento de flor, diâmetro do caule, comprimento de caule, largura de folha, clorofila a, comprimento de folha e altura de planta, e ficaram agrupados em grupos distintos pelo teste de Tocher. O acesso 19 mesmo não obtendo valores quantitativos desejados, possui cor rosa com tom forte e chamativa, sendo uma característica importante para uma planta ornamental (Figura 4).



Figura 6- Acessos A-1, B- 2, C-3, D-4, E-5, F-6, G-7, H-8, I-9, J-10, K-11, L-12, M-13, N-14, O-15, P-16, Q-17, R-18, S-19 E T-20 de *P. umbraticola*. Escala: 2,82cm.

Tabela 6 – Caracterização qualitativa de *Portulaca umbraticola*, com base nas características qualitativas de planta, folha e flor.

Acesso	COFL	CBC	COA	COE	CRA	COFO	TCO	VR	FOL	FOA	FAB
1	AMARELA	AMARELA	AMARELA	AMARELO	ROSADO	VERDE	PENTÂMERA	PRESENÇA	CUNEIFORME	OBTUSO	ACUMINADA
2	BRANCA	BRANCA	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA	VERDE	VERDE	MULTI	AUSÊNCIA	LINEAR	OBTUSO	ACUMINADA
3	BRANCA	BRANCA	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA	VERDE	VERDE	MULTI	AUSÊNCIA	LINEAR	OBTUSO	ACUMINADA
4	ROSA/AMARELA	ROSA/AMARELA	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA	ROSA	VERDE/ ROSA	MULTI	AUSÊNCIA	ESPATALADA	ARREDONDADO	ACUMINADA
5	AMARELA	AMARELA	AMARELA	AMARELO	ROSADO	VERDE/ ROSA	PENTÂMERA	PRESENÇA	CUNEIFORME	OBTUSO	ACUMINADA
6	BRANCA	VERDE	AMARELA	BRANCO	VERDE	VERDE	PENTÂMERA	PRESENÇA	CUNEIFORME	OBTUSO	ACUMINADA
7	ROSA/AMARELA	ROSA/AMARELA	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA	ROSADO	VERDE/ ROSA	MULTI	AUSÊNCIA	ESPATALADA	ARREDONDADO	ACUMINADA
8	BRANCA	BRANCA	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA	VERDE	VERDE	MULTI	AUSÊNCIA	CUNEIFORME	OBTUSO	ACUMINADA
9	BRANCA	BRANCA	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA	VERDE	VERDE	MULTI	AUSÊNCIA	CUNEIFORME	OBTUSO	ACUMINADA
10	AMARELA	AMARELA	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA	ROSADO	VERDE/ ROSA	MULTI	AUSÊNCIA	ESPATALADA	ARREDONDADO	ACUMINADA
11	ROSA	AMARELA	AMARELA	AMARELO	ROSADO	VERDE/ ROSA	PENTALADA	PRESENÇA	CUNEIFORME	OBTUSO	ACUMINADA
12	ROSA	AMARELA	AMARELA	AMARELO	ROSADO	VERDE/ ROSA	PENTÂMERA	PRESENÇA	ESPATALADA	ARREDONDADO	ACUMINADA
13	VERMELHA	AMARELA	AMARELA	AMARELO	ROSADO	VERDE/ ROSA	PENTÂMERA	PRESENÇA	ESPATALADA	ARREDONDADO	ACUMINADA
14	BRANCA	VERDE	AMARELA	BRANCO	VERDE	VERDE	PENTÂMERA	PRESENÇA	CUNEIFORME	OBTUSO	ACUMINADA
15	ROSA	ROSA	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA	ROSADO	VERDE/ ROSA	MULTI	AUSÊNCIA	CUNEIFORME	OBTUSO	ACUMINADA
16	ROSA	AMARELA	AMARELA	AMARELO	ROSADO	VERDE/ ROSA	PENTÂMERA	PRESENÇA	CUNEIFORME	OBTUSO	ACUMINADA
17	AMARELA	AMARELA	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA	ROSADO	VERDE/ ROSA	MULTI	AUSÊNCIA	ESPATALADA	ARREDONDADO	ACUMINADA
18	LARANJA	LARANJA	AMARELA	VERMELHO	ROSADO	VERDE	PENTÂMERA	PRESENÇA	ESPATALADA	ARREDONDADO	ACUMINADA
19	ROSA CHOQUE	AMARELA	AMARELA	AMARELO	ROSADO	VERDE	PENTÂMERA	PRESENÇA	CUNEIFORME	OBTUSO	ACUMINADA
20	AMARELA	AMARELA	AMARELA	AMARELO	ROSADO	VERDE/ ROSA	PENTÂMERA	PRESENÇA	CUNEIFORME	OBTUSO	ACUMINADA

Cor da flor (COFL), cor da base da corola (CBC), cor das anteras (COA), cor do estilete (COE), cor do ramo (CRA) e cor da folha (COFO), também classificou-se as flores com o tipo da corola (TCO), presença ou ausência de verticilos reprodutivos (VR), formato do limbo da folha (FOL), formato do ápice (FOA) e da base da folha (FOB).

CONCLUSÃO

Existe diversidade genética entre a população estudada. Os acessos 5, 6, 12, 13, 14, 18 e 19 foram divergentes e recomenda-se a sua seleção por apresentarem características favoráveis a ornamentação como flores grandes, muitos ramos, ramos mais longos, precocidade e cores de flores divergentes.

REFERENCIAS

ALAM, A.; JURAIMI, A.S.; RAFII, M.Y.; HAMID, A.A.; ASLANI, F.; HASAN, M.M.; ZAINUDIN, M.A.M.; UDDIN, K. Evaluation of Antioxidant Compounds, Antioxidant Activities, and Mineral Composition of 13 Collected Purslane (*Portulaca oleracea* L.) Accessions. **Biomed Research Internacional**, v.2, p. 10, 2014a.

ALAM, A.; JURAIMI, A.S.; YUSOP, M.R.; HAMID, A.A.; HAKIM, A. Morpho-physiological and mineral nutrient characterization of 45 collected Purslane (*Portulaca oleracea* L.) accessions. **Bragantia**, v. 73, n. 4, p.426-437, 2014.

ALMEIDA, I.V.B.; NEDER, D.G.; BATISTA, F.R.C.; DUTRA, W.F. Caracterização e seleção antecipada de genótipos de seda (*Procera calotropis*) com potencial de forragem. **Revista Caatinga**, v.30, n.3, 2017.

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.; Analysis of Segregating Generation for Components of Seedling and Plant Height of Pepper (*Capsicum annuum* L.) for Medicinal and Ornamental Purposes. **Acta Horticulturae**, v.953, 2012.

COELHO, A.A.O.P.; GIULIETTI, A.M.; HARLEY, R.M.; YESILYURT, J.C. **Synonimies and typifications in *Portulaca* (Portulacaceae) of Brazil**. **Kew Bulletin**, v.65, p. 37 -43, 2010.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4.ed. Viçosa: UFV. 514p. 2012.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P.C.S.; RAGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV. 390p, 2004.

CRUZ, C.D. **Programa genes (versão Windows)**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2018.

DANTAS, A.P.J.; HOLANDA, G.C.; ROLIM, R.R.; FERREIRA, L.T.; NASCIMENTO, N.F.F.; ARAÚJO, H.F.P. Evaluation of two cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) genotypes under rainfed farming with low rainfall. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.7, n.3, p. 058-069, 2019.

ENGEL, V.L.; FÁBIO POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira Fisiologia Vegetal**, v.3, n.1, p.39-45, 1991.

FARIA, P.N.; CECOM, P.R.; SILVA, A.R.; FINGER, F.L.; SILVA, F.F.; CRUZ C.D.; SÁVIO, F.L. Métodos de agrupamento em estudo de divergência genética de pimentas. **Horticultura Brasileira**, v.30, p.428-432, 2012.

FERRÃO, R.G.; CRUZ, C.D.; FERREIRA, A.; CECOM, P.R.; FERRÃO, M.A.G.; FONSECA, A.F.A.; CARNEIRO, P.C.S.; SILVA, M.F. Parâmetros genéticos em café Conilon. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, v.43, n.1, p.61-69, 2008.

FILLIETTAZ, A. Biológico, São Paulo, v.69, n.2, p.95, jul./dez., 2007. **Melhoramento Genético de Plantas Ornamentais**. Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br/docs/bio/v69_2/p95.pdf>. Acesso em: 16/07/18.

FORTUNATO, F.L.G.; RÊGO, E.R.; CARVALHO, M.G.; SANTOS, C.A.P.; RÊGO, M.M. Genetic diversity in ornamental pepper plants. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v.10, n.3, p.364-375, 2019.

FRANCA, C. A. M.; MAIA, M. B. R. Panorama do agronegócio de flores e plantas ornamentais no Brasil. In: **46th Congress**, July 20-23, 2008, Rio Branco, Acre, Brazil, 2008.

IBRAFLOR. **Floricultura brasileira faturou R\$ 5,2 bilhões no ano passado**. Disponível em: <<http://www.ebc.com.br/noticias/economia/2018/01/floricultura-brasileira-faturou-r-52-bilhoes-no-ano-passado>>. Acesso em: 26 de janeiro de 2020.

LEE, D.W. Simulating forest shade to study the development ecology of tropical plants: Juvenile growth in three vines in India. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.4, p.281-92, 1988.

LEITE, P.S.S.; RODRIGUÊS, R.; SILVA, R.N.O.; PIMENTA, S.; MEDEIROS, A.M.; BENTO, C.S.; GONÇALVES, L.S. Molecular and agronomic analysis of intraspecific variability in *Capsicum baccatum* var. *pendulum* accessions. **Genetics and Molecular Research**, v.15, p.1-16, 2016.

LEITE, W.S.; PAVAN, B.E.; MATOS FILHO, C.H.A.; ALCANTARA NETO, F.; OLIVEIRA, C.B.; FEITOSA, F.S. Estimativas de parâmetros genéticos, correlações e índices de seleção para seis caracteres agrônômicos em linhagens F8 de soja. **Comunicata Scientiae**, v.7, n.3, p.302-310, 2016.

LEITE, W.S.; PAVAN, B.E.; MATOS FILHO, C.H.A.; FEITOSA, F.S.; OLIVEIRA, C.B. Estimativas de parâmetros genéticos e correlações entre caracteres agrônômicos em genótipos de soja. **Pesquisas Agrárias e Ambientais**, v.3 p.241- 245, 2015.

NASCIMENTO, N.F.F.; RÊGO, E.R.; NASCIMENTO, M.F.; FINGER, F.L.; BRUCKNER, C.H.; SILVA NETO, J.J.; RÊGO, M.M. Heritability and variability of morphological traits in a segregating generation of ornamental pepper. **Acta Horticulturae**, v.953, p. 298-304, 2012.

NEITZKE, R.S.; BARBIERI, R.L.; RODRIGUES, W.F.; CORRÊA, I.V.; CARVALHO, F.I.F. Genetic dissimilarity among pepper accessions with potential for ornamental use. **Horticultura Brasileira**, v.28 p.47-53, 2010.

PESSOA, A.M.S.; RÊGO, E.R.; CARVALHO, M.G.; SANTOS, C.A.P.; RÊGO, M.M. Genetic diversity among accessions of *Capsicum annuum* L. through morphoagronomic characters. **Genetics and Molecular Research**, v.17, n., 2018.

RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B.; SANTOS, J.B.; NUNES, J.A.R. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. Lavras: UFLA, 522p. 2012.

RAO, C.R. **Advanced statistical methods in biometric research**. John Wiley & Sons, New York, p.400 1952.

RÊGO, E.R.; RÊGO, M.M.; CRUZ, C.D.; CECON, P.R.; AMARAL, D.S.S.L.; FINGER, F.L. Genetic diversity analysis of peppers: a comparison of discarding variable methods. **Crop Breeding Applied Biotechnology**, v.3, p.19-26, 2003.

RÊGO, E.R.; RÊGO, M.M.; FINGER, F.L. **Production and Breeding of Chilli Peppers (*Capsicum spp.*)**. Cham, Springer International Publishing Switzerland. 129p. 2016.

SANTOS, R.M.C.; NASCIMENTO, N.F.F.; BORÉM, A.; FINGER, F.L.; CARVALHO, G.C.; NASCIMENTO, M.F.; LEMOS, R.C.; RÊGO, E.R.; RÊGO, M.M. Ornamental pepper breeding: could a chili be a flower ornamental plant?. **Acta Horticulturae**, v.1000, p.451-456, 2013.

SILVA, A.R.; RÊGO, E.R.; PESSOA, A.M.S.; RÊGO, M.M. Correlation network analysis between phenotypic and genotypic traits of chili pepper. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, p.372-377, 2016.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**, v. 41 n.1, p.237-245, 1981.

The Plant List. **Portulacaceae** Disponível em:
<<http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Portulacaceae/>> Acesso em: 12 de fevereiro de 2020.

WAHYU, A. S. G.; MANGOENDIDJOJO, W.; YUDONO, P.; KASNO, A. Mode of inheritance of genes control maturity in soybean. **Journal of Agricultural and Biological Science**, v.9, n.5, p.178-182, 2014.

WRÓBLEWSKA, K.; BĄBELEWSKI, P. The effect of benzyladenine and naphthalene acetic acid on rooting and subsequent growth of *Portulaca umbraticola* Kunth. **Folia Horticulturae**, v.22, n.2, p.39-44, 2010.

CAPÍTULO II

Citogenética e compatibilidade entre cruzamentos de *Portulaca umbraticola* Kunth.

RESUMO

A família Portulacaceae possui aproximadamente 10 gêneros e 258 espécies distribuídas pela América, África, Ásia e Europa. Com literatura escassa é muito comum achar trabalhos que confundem as espécies deste gênero. Sendo a citogenética uma importante ferramenta para caracterização e taxonomia das plantas É necessário um estudo que defina qual espécie se está trabalhando no melhoramento. Este trabalho objetivou a avaliação cromossômica de 20 acessos de *P. umbraticola*, bem como compara-los com a espécie *P. Oleracea*. Ainda como objetivo determinar se estes são híbridos interespecíficos. As plantas foram coletadas nos municípios de Areia e Santa Rita, Paraíba e foram cultivadas em substrato e vasos de 3L, os cruzamentos e autofecundações foram feitos em casa de vegetação do Laboratório de Biotecnologia e Melhoramento Vegetal e as análises citogenéticas no Laboratório de Botânica. Verificou-se que os 20 acessos possuem $2n= 18$ e a *P. oleracea* $2n=52$. Esta espécie não se autofecunda. Os 20 acessos do banco de germoplasma do Laboratório de Biotecnologia Vegetal são da espécie *Portulaca umbraticola* Kunth e as plantas da espécie *Portulaca umbraticola* são autoincompatíveis.

Palavras-chaves: Cromossomo. *Portulaca*. Diversidade.

CHAPTER II

Cytogenetics and crossing compatibility between *Portulaca umbraticola* Kunth.

ABSTRACT

The Portulacaceae family has approximately 10 genera and 258 species distributed across America, Africa, Asia, and Europe. With scarce literature, it is very common to find studies with misled information on species of this genus. Studies are needed to define which species is being worked on, and cytogenetics is an important tool for the characterization and taxonomy of plants. This study aimed to chromosomally evaluate 20 accessions of *P. umbraticola*, compare them with *P. Oleracea* species, and determine if these are interspecific hybrids. The plants were collected in the municipalities of Areia and Santa Rita, Paraíba state, and were cultivated in 3L pots with a commercial substrate. Crosses and selfings were carried out in a greenhouse environment at the Laboratório de Biotecnologia e Melhoramento Vegetal and the cytogenetic analyzes at the Laboratório de Botânica of the Universidade Federal da Paraíba. It was found that the 20 accessions have $2n = 18$ and *P. oleracea* $2n = 52$. This species does not self-fertilize. All of the 20 accessions from the germplasm bank of the Laboratório de Biotecnologia Vegetal belong to the *Portulaca umbraticola* species. The representatives of the *Portulaca umbraticola* species are self-incompatible.

Keywords: Chromosome, Portulaca, diversity.

INTRODUÇÃO

A família Portulacaceae inclui cerca de 10 gêneros e 258 espécies (THE PLANT LIST, 2020). Estes indivíduos estão distribuídos principalmente no Oeste da América do Norte, América do Sul e África, com alguns poucos representantes na Europa e Ásia (COELHO & GIULIETTI, 2010). Portulacaceae pertence a ordem Caryophyllales (APG IV 2016), e está posicionada no clado ACPT, que inclui as famílias Anacampserotaceae, Cactaceae e Talinaceae (NYFFELER & EGGLI 2010). As suas relações filogenéticas têm sido constantemente avaliadas, delimitando quatro famílias monofiléticas, além das supracitadas, a partir de sua delimitação tradicional, sendo elas: Basellaceae, Didiereaceae, Halophytaceae e Montiaceae (NYFFELER & EGGLI 2010).

O gênero, *Portulaca* L. é um dos pertencentes a família Portulacaceae, o qual inclui ervas suculentas, anuais a perenes, com tricomas nas axilas foliares, conspícuos a abundantes, folhas opostas a alternas, flores solitárias ou formando inflorescências capituliformes rodeadas por folhas involucrais e fruto capsulado (NYFFELER & EGGLI 2010; OCAMPO & COLUMBUS, 2012).

Portulaca umbraticola Kunth, é uma erva de caule ramoso, com flores de cores variadas e ala membranácea no fruto. A espécie é muitas vezes confundida com outras espécies do mesmo gênero *Portulaca*, especialmente com *P. oleracea*.

Segundo Matthews et al. (1994) o gênero *Portulaca* tem um número cromossômico básico de $x = 4$ ou 9 , sendo $n = 9$ o número haplóide mais comum, $n = 4$ *P. suffrutescens* Engelm. a $n = 27$ em subespécies poliploides de *P. oleracea* L. (DANIN et al., 1978). A espécie *P. umbraticola* possui entre 18 a 54 cromossomos. Os maiores números cromossômicos foram encontrados em *P. centrali-africana* R. E. Fr, *P. kermesina* N. E. Br., *P. quadrifida* L., todas estas com $2n = 4x = 108$.

Há relatos que apenas dois híbridos sugestivos ocorrem naturalmente (DANIN ET AL., 1978; KIM & CARR, 1990), enquanto híbridos artificiais já foram encontrados com, *P. centrali africana* x *P. kermesina* (BOYHARMONT, 1965), *P. oleracea* x *P. grandiflora* (KIM & CARR, 1990), *P. lutea* x *P. oleracea*, *P. lutea* x *P. molokiniensis*, *P. molokiniensis* x *P. oleracea*, *P. sclerocarpa* x *P. villosa* e *P. villosa* x *P. "olowalu* (ICHIMURA & SUTO, 1998).

Portulaca não é um gênero excepcional de importância econômica. Todavia, *P. grandiflora* Hook e *P. umbraticola* Kunth são cultivadas como ornamentais e *Portulaca oleracea* L pode ser utilizada na alimentação humana (MITICH, 1997; EL JACK, 2004; ALAM et al., 2014). Além disto, *P. oleraceae* é considerada uma das ervas daninhas mais amplamente

distribuídas e nociva no mundo (COQUILLANT, 1951; SINGH & SINGH, 1967; CATON et al., 2004).

Portulaca umbraticola é uma planta muito utilizada em ornamentações de vias públicas no Brasil, presentes em jarros nas janelas das casas ou em canteiros nas calçadas. São plantas com flores belas com as mais variadas cores, rosa choque, amarelo, vermelho, branca e laranja. Possuem, cinco ou mais pétalas e algumas cultivares não apresentem verticilos reprodutivos. Também são consideradas como plantas alimentícias não convencionais (PANCs) possuindo diversos compostos nutritivos, seguros para alimentação humana (ALAM et al., 2014a, 2014b).

Portanto, tendo em vista a grande importância de se conhecer a espécie que se deseja melhorar e o fato de alguns acessos apresentarem características não descritas dentro da espécie como: centenas de pétalas e flores com ausência de verticilos reprodutivos. o objetivo deste trabalho foi determinar o número cromossômico de 20 acessos de *P. umbraticola* com *P. oleraceae*, comparando-os intraespecífica e interespecificamente, e também avaliar a compatibilidade dos 20 acessos de *P. umbraticola*.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta e documentação botânica

Foram analisadas duas espécies, *Portulaca oleracea* e 20 acessos de *Portulaca umbraticola*, provenientes de coletas realizadas no campo nos municípios de Areia e Santa Rita na Paraíba, e mantidas em cultivo no jardim experimental do Laboratório de Biotecnologia Vegetal, Departamento de Ciências Biológicas do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Posteriormente foi providenciadas exsicatas de todo o material estudado, que se encontram depositadas no acervo do Herbário Prof. Jayme Coelho de Moraes do (EAN). Para a identificação dos materiais, foi utilizada literatura pertinente e consulta a especialistas, além de comparações com materiais previamente identificados.

Análises citológicas

Todas as análises citológicas foram realizadas no laboratório de Botânica e Citogenética da Universidade Federal da Paraíba no Centro de Ciências Agrárias.

Preparação cromossômica

Para as análises citológicas, pontas de raízes obtidas a partir de plantas cultivadas em jarros foram pré-tratadas com 8-hidroxiquinoleína 0,002 M a 24h na geladeira cerca de 10°C, fixadas em 3:1 etanol-ácido acético (v/v) por 2 h à temperatura ambiente, posteriormente estocadas em freezer a -20°C. Para preparação das lâminas, o material foi lavado em água destilada e digerido com uma solução enzimática contendo 2% celulase (Onozuka) e 20% pectinase (Sigma) (w/v) por 60 minutos a 37°C. Em seguida, as lâminas foram preparadas pelo método de esmagamento em ácido acético 60%. E as lamínulas retiradas em nitrogênio líquido. Em seguida, as lâminas foram secas ao ar e envelhecidas por três dias à temperatura ambiente (GUERRA & SOUZA, 2002).

Coloração com CMA e DAPI

Foi seguido o protocolo para coloração com fluorocromos descrito por Carvalho et al. (2005). As lâminas foram coradas com 10µL de CMA (0,5 mg/ml), cobertas com uma lamínula e estocadas em câmara escura por uma hora. Posteriormente, a lamínula foi retirada com um jato de água destilada, e em seguida secas à temperatura ambiente. Subsequentemente foi adicionado 10µL de DAPI (2 µg/ml) com meio de montagem em Tampão glicerol/Mellvaine, as melhores lâminas foram envelhecidas em câmara escura por três dias para estabilização do fluorocromo. As melhores metáfases foram fotografadas em fotomicroscópio de epifluorescência AxioCam MRm Zeiss equipado com câmera de vídeo, utilizando um programa para captura de imagens. As imagens foram processadas utilizando-se o Photoshop CS6.

Autofecundações e cruzamentos

Foi realizado cruzamento dialélico balanceado com progenitores e sem recíprocos. Cinco flores de cada acesso que possui verticilos reprodutivos foram emasculadas, polinizadas e cobertas com um envelope de alumínio. Os cruzamentos ou autofecundações que não pegaram, se repetiu o procedimento, e emasculou as flores, polinizou e cobriu as flores com envelope de alumínio. O estudo foi realizado em casa de vegetação durante a antese das flores que variou entre 7:40 até as 9h da manhã, da antese até o horário mais ameno do dia. Todos os cruzamentos tiveram no máximo cinco flores cruzadas, com exceção das autofecundações e dos cruzamentos que não pegaram nas primeiras cinco tentativas, nestes foram realizados vinte repetições.

Tabela 1 – Cruzamento com progenitores sem recíprocos de 11 acessos *P. umbraticola*.

Acessos	Acessos										
	1	5	5	11	12	13	14	16	18	19	20
1	1	1 x 5	1 x 6	1 x 11	1 x 12	1 x 6	1 x 14	1 x 16	1 x 18	1 x 19	1 x 20
5		5	5 x 6	5 x 11	5 x 12	5 x 6	5 x 14	5 x 16	5 x 18	5 x 19	5 x 20
6			6	6 x 11	6 x 12	6 x 6	6 x 14	6 x 16	6 x 18	6 x 19	6 x 20
11				11	11 x 12	11 x 6	11 x 14	11 x 16	11 x 18	11 x 19	11 x 20
12					12	12 x 6	12 x 14	12 x 16	12 x 18	12 x 19	12 x 20
13						6	13 x 14	13 x 16	13 x 18	13 x 19	13 x 20
14							14	14 x 16	14 x 18	14 x 19	14 x 20
16								16	16 x 18	16 x 19	16 x 20
18									18	18 x 19	18 x 20
19										19	19 x 20
20											20

RESULTADO E DISCUSSÃO

O número cromossômico observado em *P. oleracea* foi $2n = 52$ (Figura 1, A, B), sendo este o segundo registro para a espécie. A espécie *P. oleracea* possui número cromossômico básico $x = 9$, com ocorrência de poliploides e variando de $2n = 18, 36, 45$ a 54 (RICE et al., 2015). Esta variação pode estar relacionada as diferentes áreas geográficas em que se encontram, corroborando com Sugiura (1936) que também encontrou número cromossômico $2n = 52$ para a espécie coletada no Japão o esperado seria 54 . Cerca de 21% das espécies da família Portulacaceae possuem número cromossômico registrado na literatura, variando de $2n = 8$ em *Portulaca suffrutescens* até $2n = 108$ em *P. centrali-africana*, *P. kermesina* e *P. quadrifida* (Tabela 2). A variação do número cromossômico pode proporcionar um melhor entendimento sobre os processos evolutivos (GUERRA, 2012). Em *Portulaca*, a evolução do número cromossômico foi investigada com auxílio de modelos de probabilidade a partir do número cromossômico, indicando o número básico do grupo $x = 9$ e inferindo que a disploidia e poliploidia são os principais mecanismos envolvidos na sua evolução (OCAMPO & COLUMBUS, 2012).

Quanto as bandas heterocromáticas, *P. oleracea* possui seis bandas terminais CMA⁺/DAPI⁻ (Figura 1, C), que são regiões do cromossomo ricas em GC. Marinho (2018) também observou bandas terminais CMA⁺ no indivíduo pentaploide de *P. oleracea*, que foi proporcional ao seu nível de ploidia em comparação a espécie diploide, onde pôde-se sugerir a ocorrência de um neopoliploide.

Tabela 2- Principais registros de números cromossômicos para representantes do gênero *Portulaca*.

Táxon	n	2n	Referências
<i>Portulaca</i> L.			
<i>P. amilis</i> Speg.	-	18, 36	MK91; MA94
<i>P. biloba</i> Urb.	-	18	MA91; MK91
<i>P. centrali-africana</i> R. E. Fr.	-	108	OR65
<i>P. elatior</i> Mart. ex Rohrb.	-	18	MM18
<i>P. foliosa</i> K. Gawl.	-	8	OR65
<i>P. grandiflora</i> Hook.	5, 9	10, 18, 36	OR65; KS88; MK91
<i>P. halimoides</i> L.	-	18, 36	MK91; MA94
<i>P. hirsutissima</i> Cambess.	-	54	MM18
<i>P. kermesina</i> N. E. Br.	-	108	OR65
<i>P. lutea</i> Sol. ex G. Forster	20	40	KC90
<i>P. mucronata</i> Link	-	36	MM18
<i>P. nitida</i> (Danin & H. G. Baker) Ricceri & Arrigoni	-	ca. 45	VO94
<i>P. oleracea</i> L.	9, 12, 24, 27	18, 36, 45; 52, 54	OR65; BA86; KS88; KC90; TS92; SK99; MM18
<i>P. papillatostellulata</i> (Danin & H. G. Baker) Danin	-	45	FI994
<i>P. pilosa</i> L.	8, 9	8, 16	MK91; MK92; KI93
<i>P. pusilla</i> Kunth	-	18	DW56
<i>P. quadrifida</i> L.	24, 27, 54	18, 36, 48, 50, 54, 108	OR65; BA86; NY87; KS88
<i>P. rubricaulis</i> Kunth	-	16	MK91; MA92; MA94
<i>P. sclerocarpa</i> A. Gray	9		KC90
<i>P. smallii</i> P. Wilson	-	18	MK91; MA92; MA94
<i>P. suffrutescens</i> Engelm.	-	8	MK91; MA94
<i>P. umbraticola</i> Kunth	-	18, 36, 54	MK91
<i>P. villosa</i> Cham.	9		KC90

O número cromossômico observado para os 20 acessos de *P. umbraticola* foi $2n = 18$ (Figura 1, D, E) em todos os indivíduos analisados, corroborando com registros prévios da literatura (Tabela 2). Embora os indivíduos de *P. umbraticola* analisados neste trabalho tenham flores de coloração diferenciada, número de pétalas diferentes e sistema reprodutivo presente ou ausente, não houve diferenças no número cromossômico e na composição da heterocromatina. Indicando que todos os acessos pertencem a mesma espécie, *P. umbraticola*. Nesta espécie, observou-se duas bandas intersticiais CMA⁺ (Figura 1, F), que podem estar relacionadas ao DNA satélite.

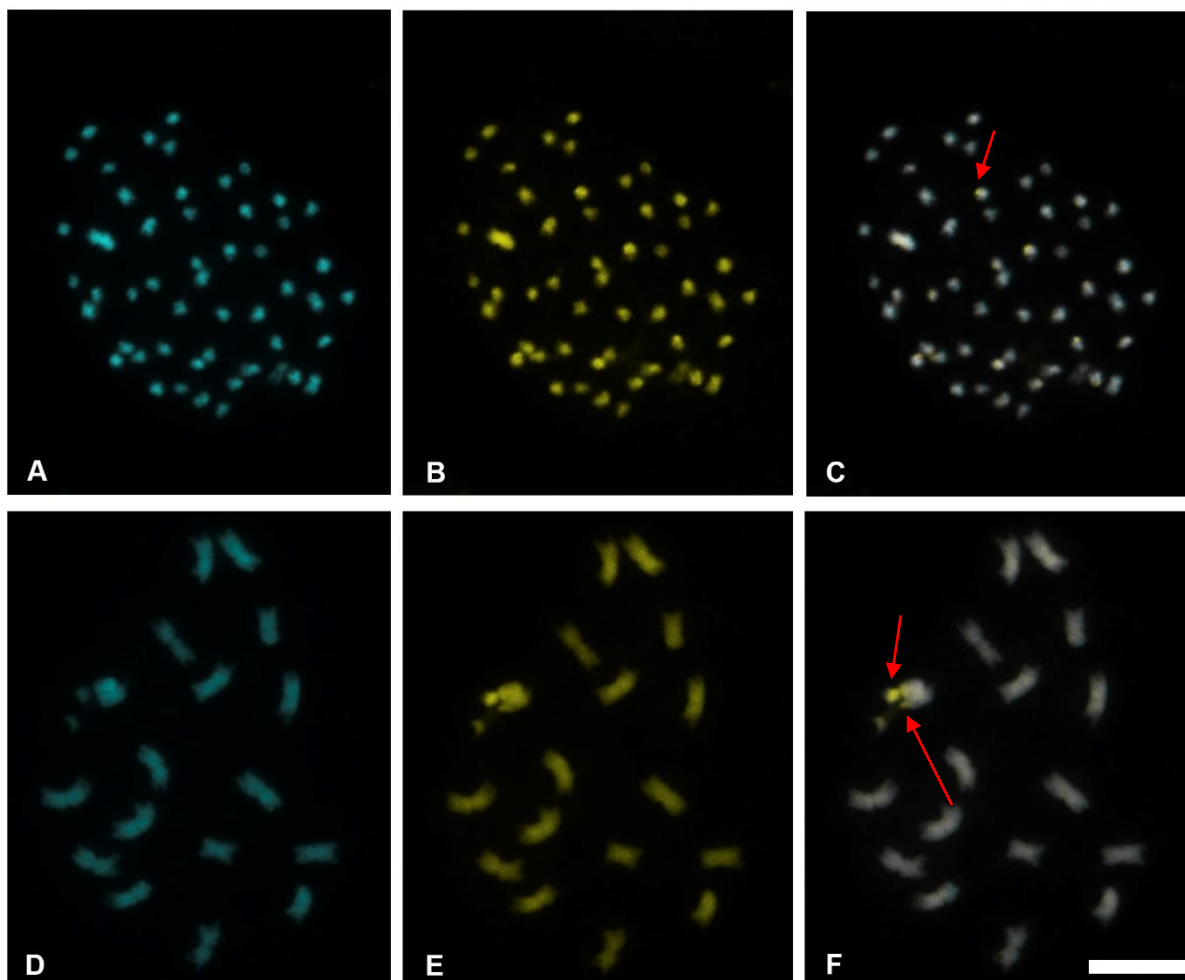


Figura 1- Métafases mitóticas em espécies de *Portulaca* coradas com os fluorocromos CMA/DAPI. **A, B, C** – *P. oleracea* (seis bandas terminais CMA⁺/DAPI⁻) e **D, E, F** – *P. umbraticola* (duas bandas intersticiais CMA⁺/DAPI⁻). Escala em F = 10 µm.

Autofecundações e cruzamentos

Verificou-se que as autofecundações realizadas nessa espécie, *P. umbraticola*, nos diferentes acessos avaliados, não frutificaram. Demonstrando que estas plantas são autoincompatíveis. Para os valores dos cruzamentos entre acessos diferentes com exceção dos cruzamentos A20 x A1 e A11 x A16 todos os demais 53 cruzamentos formaram frutos e consequentemente sementes (Tabela 4).

Todos os cruzamentos tiveram no máximo 5 flores cruzadas em mesmas condições ambientais e realizadas junto com as autofecundações que não obtiveram frutos e sementes. As autofecundações tiveram um número maior de cruzamentos em relação às fecundações cruzadas (Tabela 4). Nestes cruzamentos, os acessos compartilham características semelhantes

como as cores de suas flores, isto pode indicar que estes acessos são iguais geneticamente, necessitando uma análise molecular para comprovação, porém pelo fato de não ocorrer a autofecundação tem grande probabilidade desta hipótese estar correta e estes acessos que não cruzaram serem clones.

Tabela 4 – Tabela de cruzamentos entre *P. umbraticola*.

Acessos	CRU	FRU	TAX %	Acessos	CRU	FRU	TAX %
A1 x A5	5	5	100	A12 x A13	5	4	80
A1 x A6	5	5	100	A12 x A14	5	5	100
A1 x A12	5	1	20	A12 x A16	5	1	20
A1 x A13	5	5	100	A12 x A18	5	3	60
A1 x A14	5	2	40	A13 x A14	5	4	80
A1 x A16	5	2	40	A13 x A16	5	5	100
A1 x A18	5	5	100	A13 x A18	5	4	80
A5 x A6	5	3	60	A14 x A16	5	2	40
A5 x A12	5	5	100	A14 x A18	5	5	100
A5 x A13	5	3	60	A16 x A18	5	2	40
A5 x A14	5	5	100	A19 x A1	5	5	100
A5 x A16	5	4	80	A19 x A5	5	3	60
A5 x A18	5	5	100	A19 x A6	5	3	60
A6 x A12	5	3	60	A19 x A12	5	2	40
A6 x A13	5	3	60	A19 x A13	5	5	100
A6 x A14	5	5	100	A19 x A14	5	4	80
A6 x A16	5	1	20	A19 x A16	5	3	60
A6 x A18	5	4	80	A19 x A18	5	3	60
A11 x A14	5	3	60	A20 x A19	5	5	100
A11 x A16	20	0	0	A20 x A1	20	0	0
A11 x A18	5	3	60	A20 x A5	5	1	20
A11 x A20	5	1	20	A20 x A6	5	2	40
A11 x A19	5	3	60	A20 x A12	5	3	60
A11 x A1	5	1	20	A20 x A13	5	3	60
A11 x A13	5	3	60	A20 x A14	5	2	40
A11 x A5	5	2	40	A20 x A16	5	3	60
A11 x A6	5	1	20	A20 x A18	5	5	100
A11 x A12	5	3	60	-	-	-	-

CRU: cruzamento, FRU: frutos gerados, TAX%: Taxa de pagamento (%)

Sabe-se que para a efetividade da conservação das espécies exige que se conheça a diversidade genética das populações, devendo haver um monitoramento dos padrões da variação genética ao longo do tempo (Paniago & Valle, 2016). Contudo, segundo Kageyama et al., (2001) a fragmentação e redução populacional, está relacionada à deriva genética, aumento da endogamia e diminuição do fluxo gênico. Deste modo, o fluxo gênico ou escape gênico é definido como a troca de material genético entre os indivíduos, isto é, a transferência de alelos

de uma variedade ou espécie para outra (BORÉM, 1974). Algo que ocorre entre as *P. umbraticola* do ponto de vista que estas não se autofecundam.

Segundo Chèvre et al., 1998 e Levin et al., 1974 definem as várias condições necessárias para que o fluxo gênico ocorra em condições de campo: existência de indivíduos sexualmente compatíveis. Além de coincidência temporal e espacial dos indivíduos, polinização cruzada, grande longevidade do pólen, híbridos viáveis, transmissão gênica nas gerações seguintes, recombinação gênica entre os genomas e não exclusão do gene do genoma receptor (PANIAGO & VALLE, 2016). Contudo, alguns fatores ambientais podem interferir na viabilidade do fluxo gênico, como velocidade e direção do vento, temperatura e umidade relativas, podendo afetar a distância, duração e a quantidade de pólen liberado (OKUBO et al., 1989)

Deste modo os acessos 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 15 e 17 (Figura 2B, C, D, G, H, I, J, O, Q) por não possuírem verticilos reprodutivos não possuem a capacidade de troca de material genético. Tendo assim o seu fluxo gênico afetado, porém como são plantas de fácil propagação vegetativa, estes acessos não correm risco de extinção, porque são mantidos por meio de permuta entre vizinhos, onde o ser humano é seu principal dispersor levando materiais de uma região a outra.

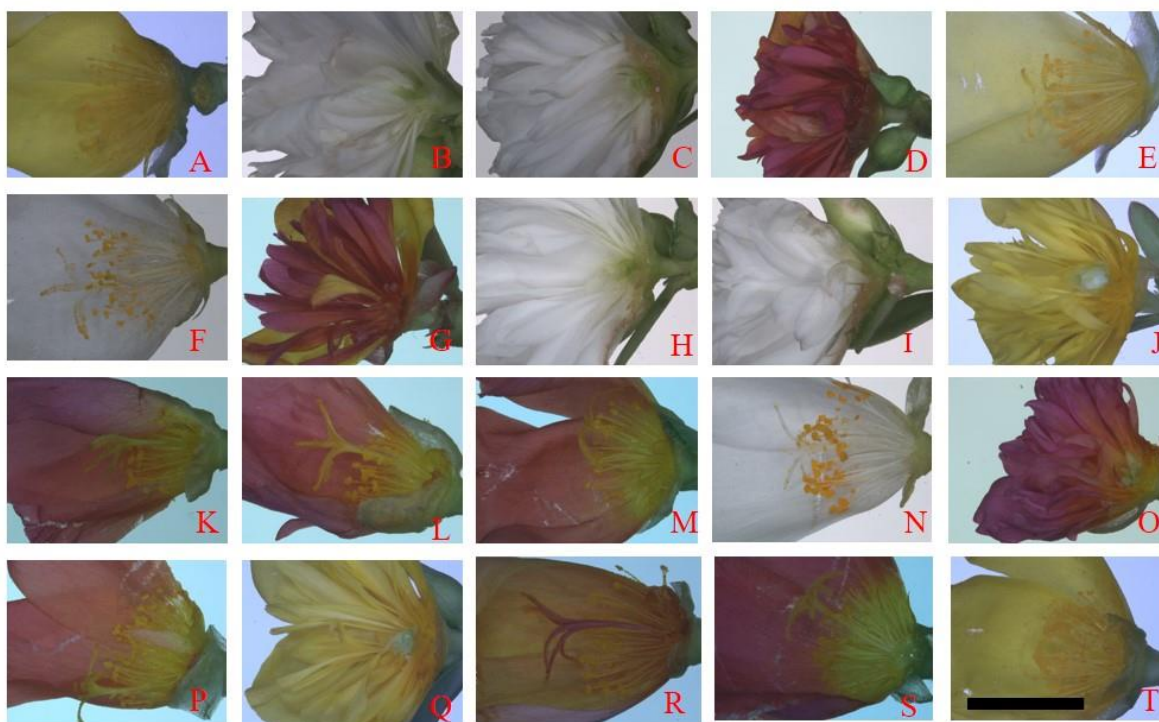


Figura 2- Acessos A-1, B- 2, C-3, D-4, E-5, F-6, G-7, H-8, I-9, J-10, K-11, L-12, M-13, N-14, O-15, P-16, Q-17, R-18, S-19 E T-20 de *P. umbraticola*. Escala: 2,6cm

CONCLUSÃO

Os 20 acessos do banco de germoplasma do Laboratório de Biotecnologia Vegetal são da espécie *Portulaca umbraticola* Kunth. E a espécie *Portulaca umbraticola* é autoincompatível.

REFERENCIAS

ALAM, A.; JURAIMI, A.S.; RAFII, M.Y.; HAMID, A.A.; ASLANI, F.; HASAN, M.M.; ZAINUDIN, M.A.M.; UDDIN, K. Evaluation of Antioxidant Compounds, Antioxidant Activities, and Mineral Composition of 13 Collected Purslane (*Portulaca oleracea* L.) Accessions. **Biomed research internacional**, v.2014, p. 10, 2014a.

ALAM, A.; JURAIMI, A.S.; YUSOP, M.R.; HAMID, A.A.; HAKIM, A. Morpho-physiological and mineral nutrient characterization of 45 collected Purslane (*Portulaca oleracea* L.) accessions. **Bragantia**, v. 73, n. 4, p.426-437, 2014b.

BAQUAR, S. R. Cytotaxonomic studies of the family Portulacaceae from Nigeria. *Kromosomo* 41: 1255–1262, 1986.

BOUHARMONT, J. Note sur la cytologie de quelques espèces de *Portulaca*. **Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique**, 98, p.175–188, 1965.

BORÉM A. **Escape gênico. Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**. Disponível em: <<http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio10/escape.pdf>> Acesso em: 01 de fevereiro de 2020.

CARVALHO, R.; SOARES FILHO, W.S.; BRASILEIRO-VIDAL, A.C; GUERRA, M. The relationships among lemons, limes and citron: a chromosomal comparison. **Cytogenetics and Genome Research**, v.109 p.276–282. 2005.

CATON, B.P.; MORTIMER, M.; HILL, J.E. A Practical Field Guide to Weeds of Rice in Asia International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines. 2004.

COELHO, A.A.O.P.; GIULIETTI, A.M. O gênero *Portulaca* L. (Portulacaceae) no Brasil. **Acta botanica brasílica**. v. 24, n.3, p. 655-670, 2010.

DANIN, A.; BAKER, I.; BAKER, H.G. Cytogeography and taxonomy of the *Portulaca oleracea* L. polyploid complex Israel **Journal of Botany**, v. 27, p. 177-211, 1978.

DARLINGTON, C.D.; WYLIE, A.P. Chromosome atlas of flowering plants. Chromosome atlas of flowering plants. **George Allen and Unwin Ltd.**, London, 1956.

FLORA IBERICA. Numeros cromossomicos para la flora espanhola, 720-747. Santa Barbara, C. & al. **Lagascalia**, v.17n.2, p.367-379, 1994.

FONSECA, J.W.S. **Sistema reprodutivo de *Portulca grandiflora* HOOK com vistas ao melhoramento vegetal**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Vitória da conquista, p. 72. 2010.

ICHIMURA, K.; SUTO, K. Environmental factors controlling flower opening and closing in a *Portulaca* hybrid. **Annals of Botany**, v.82, p. 67-70, 1998.

KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F. B.; VENCOSKY, R. Conservação in situ de espécies arbóreas nativas. In: NASS, L.L.; VALOIS, A. C. C.; IVELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M.C. **Recursos genéticos e melhoramento**. Rondonópolis: Fundação MT, p. 149-159, 2001.

KIM, I. Biosystematics of *Portulaca* species in northeast Asia. Korean J. Pl. **Taxon**. v23, p.71–96. 1993.

KIM, I.; CARR, G.D. Cytogenetics and hybridization of *Portulaca* in Hawaii. **Systematic Botany**, v.15 p.370–377. 1990

KUMAR, V.; SUBRAMANIAM, B. Chromosome atlas of flowering plants of the Indian subcontinent. v.1. Dicotyledons. Calcutta: Botanical Survey of India,(1987) xxvi, 464p.-. En Chromosome numbers. Geog. 1988.

LEVIN, D.A.; KESTER. H.W. Gene flow in seed plants. **Evolutionary Biology**. v.7, p.139-220, 1974.

MARINHO, M. A. O. **Citofilogenia do clado ACPT (Subordem Cactineae, Caryophyllales) e caracterização citogenética de espécies dos gêneros *Portulaca* L. e *Talinum* Doweld.** 85f. Tese (Doutorado em Botânica). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2018.

MATTHEWS, J. F.; FAIRCLOTH, W.R.; ALLISON, J.R. *Portulaca biloba* Urban (Portulacaceae), a species new to the United States. **Systematic Botany**, v.16, n.4, p.736–740, 1991.

MATTHEWS, J. F.; KETRON, D.W. The cytotaxonomy of *Portulaca*. **Association of Southeastern Biologists bulletin**, v.38. p.106, 1991.

MATTHEWS, J. F.; KETRON, D.W. The reevaluation of *Portulaca pilosa* L. and *P. mundula* Johnston. **Association of Southeastern Biologists bulletin**, v.39: p.77–78, 1992.

MATTHEWS, J. F.; KETRON, D.W.; ZANE, S.F. The seed surface morphology and cytology of six species of *Portulaca* (Portulacaceae). **Castanea**, v.59 n.4, p.331–337. 1994.

MITICH, L.W. Beldroega (*Portulaca oleracea*) **Weed Technol.**, v.11, p.394-397. 1997.

NYANANYO, B. L. Chromosome Number Reports 96. **Taxon**, v.36 p.661, 1987.

OCAMPO, G.; COLUMBUS, J.T.. Molecular phylogenetics, historical biogeography, and chromosome number evolution in *Portulaca* (Portulacaceae). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v.63, p. 97 – 112, 2012.

OKUBO, A.; LEVIN, S. A. Theoretical Framework for Data Analysis of Wind Dispersal of Seeds and Pollen. **Ecology**. v.70, n.2, p.329-380, 1989.

ORNDUFF, R. Index to plant chromosome numbers for Regnum Vegetabile v.50, 1965.

RICE, A.; GLICK, L.; ABADI, S.; EINHORN, M.; KOPELMAN, N.M.; SALMAN-MINKOV, A.; MAYZEL, J.; CHAY, O.; MAYROSE, I. The Chromosome Counts Database (CCDB) – a community resource of plant chromosome numbers. **New Phytologist**. v.206, n.1, p.19-26. 2015.

SINGH, J.S.; SINGH, K.P. Contribution to the ecology of ten noxious weeds **Journal of the Indian Botanical Society**, v.46, p.440-451, 1967.

SUGIURA, T. A. A list of chromosome numbers in angiospermic plants. II. **Proceedings of the Imperial Academy**. Tokyo p.12, 1936.

SUMARANI, G. O.; KURIACHAN, P. Cytogenetics and breeding system in the horticultural accessions of *Portulaca oleracea*. **Journal Cytology and Genetic**, v.34, n.1, p.9–13, 1999.

TRIVEDI, R. N.; SINGH, S.N. Cytological studies in some medicinal plants of Portulacaceae. **Proceedings of the Indian Science Congress**, v.79, n3, p.132–133, 1992.

VOGT, R.; OBERPRIELER, C. Chromosome numbers of North African phanerogams. **Candollea**, v.49 n.2, p.549–570, 1994.

NYFFELER, R.; EGGLI, U. Disintegrating Portulacaceae: A new familial classification of the suborder Portulacineae (Charyophyllales) based on molecular and morphological data. **Taxon**, v.59, p.227-240, 2010.

OCAMPO, G.; COLUMBUS, J.T. Molecular phylogenetic, historical biogeography and chromosome number evolution of *Portulaca* (Portulacaceae). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v.63, p.97-112, 2012.

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**. Pp. 1-20, 2016.

The plant list. **Portulacaceae** Disponível em:
<<http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Portulacaceae/>> Acesso em: 12 de fevereiro de 2020.