



RENATA AMATO MOREIRA

**MICROENXERTIA DE *Selenicereus megalanthus* EM
DIFERENTES PORTA-ENXERTOS DE PITAIA**

LAVRAS – MG

2018

RENATA AMATO MOREIRA

**MICROENXERTIA DE *Selenicereus megalanthus* EM DIFERENTES PORTA-
ENXERTOS DE PITAIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Profa. Dra. Leila Aparecida Salles Pio
Orientadora

Dra. Dalíhia Nazaré dos Santos
Coorientadora

LAVRAS- MG

2018

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

Moreira, Renata Amato.

Microenxertia de *Selenicereus megalanthus* em diferentes
porta-enxertos de pitaya / Renata Amato Moreira. - 2018.
45 p. : il.

Orientador(a): Profa. Dra. Leila Aparecida Salles Pio.

Coorientador(a): Dra. Dalílhia Nazaré dos Santos.

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

Bibliografia.

1. Enxerto. 2. Pitaya. 3. Propagação. I. Pio, Leila Aparecida
Salles. II. Santos, Dalílhia Nazaré dos. III. Título.

RENATA AMATO MOREIRA

**MICROENXERTIA DE *Selenicereus megalanthus* EM DIFERENTES PORTA-
ENXERTOS DE PITAIA**

**MICROGRAFTING OF *Selenicereus megalanthus* IN DIFFERENTS ROOTSTOCKS
OF PITAIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADO em 27 de abril de 2018.

| | |
|--|--------|
| Dra. Dalílhia Nazaré dos Santos | EMPAER |
| Profa. Dra. Ana Cláudia Costa | UNEMAT |
| Prof. Dr. Paulo Henrique Sales Guimarães | UFLA |

Profa. Dra. Leila Aparecida Salles Pio
Orientadora

Dra. Dalílhia Nazaré dos Santos
Coorientadora

**LAVRAS- MG
2018**

AGRADECIMENTOS

A Deus por estar sempre presente em minha vida.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), pela oportunidade concedida para a realização do mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro.

Ao programa de pós-graduação em Agronomia/ Fitotecnia por me permitir realizar esse sonho.

À minha orientadora, Dra. Leila Aparecida Salles Pio, pela orientação, confiança, compreensão, disponibilidade e paciência.

À minha coorientadora, Dra. Dalíhia Nazaré dos Santos, pelos ensinamentos, apoio e colaboração durante o mestrado.

Ao professor Dr. José Darlan Ramos, pela breve orientação e colaboração.

Aos membros da banca examinadora, Dra. Ana Cláudia e o Dr. Paulo Henrique que gentilmente aceitaram o convite para a avaliação deste trabalho.

Aos meus pais, Antônio José e Célia, que me deram a oportunidade de estudar fora e me apoiaram em todos os momentos da minha vida.

Aos meus irmãos Richard e Rodrigo, pelo carinho, apoio, compreensão e inspiração.

À toda minha família pelo apoio e incentivo.

Aos meus amigos, Luiza, Jéssica, Renata, Gabriela, Natalia, Pedro, Murilo, Eric, Kauana, Aline, Ana Beatriz, Rafaela, Matricks, João, Martha, Mariane, Gabrielle e Neilton pela amizade, companheirismo, ensinamentos, momentos de risadas e descontrações.

A Adalvan e Flávia pela ajuda e paciência nas realizações das análises.

À secretária Marli, do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, pela atenção e colaboração durante todo o curso.

Aos laboratoristas da cultura de tecidos Claret e Vantuil pela ajuda na condução deste trabalho.

A todos que de alguma forma contribuíram.

RESUMO

A pitáia vem despertando o interesse de plantio dos produtores brasileiros e o interesse dos pesquisadores na melhoria do seu sistema de produção devido à sua rusticidade, precocidade de produção e alto retorno econômico. Assim, objetivou-se avaliar a viabilidade da microenxertia de pitáia amarela (*Selenicereus megalanthus*) sobre diferentes porta-enxertos. Utilizou-se cinco tratamentos, constituídos pelos porta-enxertos da pitáia branca (*Hylocereus undatus*), saborosa (*Selenicereus setaceus*), pitaias vermelhas (*Hylocereus polyrhizus*), variedades Cebra, Orejana e pitáia amarela (*Selenicereus megalanthus*), contendo quatro repetições de cinco plantas, num total de 100 plantas. Para avaliação considerou-se, após 30 dias de cultivo, dez plantas de cada tratamento avaliadas quanto ao comprimento e diâmetro dos enxertos e porta-enxertos, comprimento de raízes, porcentagem de “pegamento” dos microenxertos, bem como a massa fresca das plantas. Posteriormente, as plantas microenxertadas foram levadas para a casa de vegetação para serem aclimatizadas e aos 90 dias, foram feitas análises fitotécnicas, medindo-se o comprimento e diâmetro do enxerto e porta-enxerto. Procedeu-se também análises de citometria de fluxo, as quais foram conduzidas antes e depois do procedimento de microenxertia. Antes da microenxertia foram amostradas 4 plantas (cladódios) de cada pitáia estabelecida *in vitro* e após a microenxertia, avaliou-se 3 plantas por tratamento, tanto do enxerto quanto do porta-enxerto, para verificação de possíveis mudanças no índice de DNA das mesmas. Após 30 dias de cultivo *in vitro* das plantas microenxertadas, também foram realizados cortes longitudinais na região de inserção do enxerto com o porta-enxerto visando verificar a presença das conexões de vasos e tecidos entre eles, por meio de cortes histológicos. Comparando os índices de DNA, houve endoreduplicação em todos os tratamentos e, quando a pitáia amarela foi enxertada sobre o porta-enxerto da vermelha variedade Orejana, o índice de material genético do enxerto não foi afetado. Considerando características fitotécnicas, genéticas e anatômicas, é viável a microenxertia de pitáia amarela.

Palavras-chave: Enxerto. Pitaya. Propagação.

ABSTRACT

Pitaya has aroused the planting interest of Brazilian producers and the researchers' interest in improving their production system, due to their rusticity, precocity of production and high economic returns. The objective of this research was to evaluate the viability of yellow pitaya (*Selenicereus megalanthus*) micrografting on different rootstocks. Five treatments were used, consisting of white pitaya rootstocks (*Hylocereus undatus*), red pitaias (*Hylocereus polyrhizus*) Cebra and Orejana varieties and yellow pitaya (*Selenicereus megalanthus*), four replicates of five plants, in a total of 100 plants. For evaluation, after 30 days of cultivation, ten plants of each treatment were evaluated for the length and diameter of scions and rootstocks, root length, percentage of "glue" of the micrografts, as well as the fresh mass of the plants. Subsequently, the micrografted plants were taken to the greenhouse to be acclimatized and at 90 days, phytotechnical analyzes were performed, measuring the length and diameter of the scion and rootstock. Flow cytometric analyzes were also performed, which were conducted before and after the micrografting procedure. Before micrografting, 4 plants (cladodes) of each pitaias established *in vitro* were sampled and after micrografting, 3 plants per treatment of both the scion and the rootstock were evaluated to verify possible changes in their DNA index. After 30 days of *in vitro* culture of the micrografted plants, longitudinal cuts were also made in the region of insertion of the scion with the rootstock, aiming to verify the presence of the connections of vessels and tissues between them, through histological cuts. Comparing the DNA indices, there was endoreduplication in all treatments and when the yellow pitaya was grafted onto the red Orejana variety rootstock, the genetic material index of the scion was not affected. Considering phytotechnical, genetic and anatomical characteristics, it is feasible the micrografting of yellow pitaya.

Keywords: Scion. Pitaya. Propagation.

SUMÁRIO

| | | |
|-------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 9 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO | 10 |
| 2.1 | Origem e Classificação Botânica | 10 |
| 2.2 | A cultura da pitaia no Brasil | 11 |
| 2.3 | Alternativa de usos da planta | 12 |
| 2.4 | Pitaia Amarela | 12 |
| 2.5 | Pitaia do Cerrado | 14 |
| 2.6 | Pitaia Vermelha | 14 |
| 2.7 | Propagação | 15 |
| 2.8 | Citometria | 16 |
| 2.9 | Anatomia Vegetal | 16 |
| 2.10 | Microenxertia | 17 |
| 3 | MATERIAL E MÉTODOS | 18 |
| 3.1 | Microenxertias | 18 |
| 3.2 | Análise Fitotécnicas | 19 |
| 3.3 | Aclimatização | 19 |
| 3.4 | Citometria de fluxo | 20 |
| 3.5 | Anatomia Vegetal | 20 |
| 3.6 | Análise Estatística | 21 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 21 |
| 4.1 | Análise Fitotécnicas | 21 |
| 4.2 | Aclimatização | 22 |
| 4.3 | Citometria de fluxo | 23 |
| 4.4 | Anatomia Vegetal | 34 |
| 5 | CONCLUSÃO | 36 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 37 |

1 INTRODUÇÃO

As pitaias são frutíferas pertencentes à família *Cactaceae* e são originárias da América Subtropical e Tropical. Devido à rusticidade, exotismo, precocidade de produção, além de alto retorno econômico, o cultivo da pitaias vem despertando o interesse de plantio pelos produtores brasileiros e, conseqüentemente, a demanda por pesquisas sobre o sistema de produção.

O termo pitaias refere-se à algumas espécies que se distinguem quanto ao tamanho e coloração dos frutos. Dentre essas espécies, duas pertencem ao gênero *Hylocereus*, que apresenta frutos grandes e cores atrativas, sendo essas *Hylocereus undatus*, que apresentam frutos com casca de coloração vermelha e polpa branca (LE BELLEC; VAILLANT; INBERT, 2006) e *Hylocereus polyrhizus* que apresenta frutos com casca e polpa de coloração vermelha (JAMILAH *et al.*, 2011). A espécie *Selenicereus setaceus* (pitaia do cerrado ou saborosa) apresenta casca vermelha e polpa esbranquiçada, como a *Hylocereus undatus*, porém a fruta é de tamanho menor, com sabor mais adocicado e apresenta espinhos. A espécie *Selenicereus megalanthus*, conhecida como “pitaia colombiana” ou pitaias amarela, apresenta também frutos menores e com espinhos, no entanto, possui casca amarela, polpa branca e é considerada mais saborosa dentre as demais apresentadas (MOREIRA *et al.*, 2012).

O fruto da pitaias tem ganhado destaque também no mercado de frutas exóticas, devido às características organolépticas, com destaque para o sabor doce e suave. Dentre as pitaias, o sabor da pitaias amarela (*S. megalanthus*) é considerado superior em relação às demais. No entanto, no campo, a pitaias amarela sofre com fitopatógenos, como por exemplo, os nematoides. A espécie apresenta baixo vigor dos cladódios, provavelmente por serem mais finos se comparados ao gênero *Hyllocereus spp.*, que possui crescimento vigoroso, além de tolerar solos úmidos. A pitaias (*Hylocereus spp.*) é tolerante ao nematoide *Meloidogyne incógnita*, sendo assim, devido ao vigor e tolerância a patógenos, as pitaias do gênero *Hylocereus spp.* podem ser utilizadas como porta-enxerto de espécies que demandam essa característica. A saborosa (*Selenicereus setaceus*), por seu caráter rústico, surge também como alternativa potencialmente viável para o aproveitamento de solos pedregosos, arenosos e maciços rochosos.

A propagação da pitaias pode ser realizada pela via seminífera ou vegetativa. A via vegetativa pode ocorrer por meio das técnicas de estaquia, enxertia ou micropropagação. A enxertia pode permitir que haja transferência de características favoráveis, como a tolerância aos fatores bióticos e abióticos representando um método de propagação eficiente em sanar tais problemáticas. Além disso, a enxertia pode possibilitar o incremento de vigor,

precocidade na produção, uniformidade no cultivo e aumento da produtividade. Há evidências empíricas, por parte de produtores rurais, de que a pitiaia amarela enxertada na pitiaia vermelha de polpa branca ganha vigor e aumento de produtividade. Provavelmente tal fato é possibilitado pelas relações genéticas entre os gêneros *Hylocereus* e *Selenicereus*, observadas por Tel-Zur, Abbo e Mizrahi (2004) em trabalhos moleculares.

Nesse sentido, como pesquisas relacionadas à enxertia na cultura da pitiaia ainda são incipientes no Brasil, estas podem contribuir para a expansão da área cultivada, o aumento da renda dos produtores e incremento da oferta da fruta, fato que pode propiciar preço menos oneroso ao consumidor.

Dentre as técnicas de enxertia destaca-se a microenxertia, que pode ser definida como a enxertia de uma gema apical ou ápice caulinar de uma planta matriz sob um porta-enxerto de uma plântula advinda de germinação de sementes, em condições assépticas.

Objetivou-se avaliar a viabilidade da microenxertia de pitiaia amarela (*Selenicereus megalanthus*) sobre cinco porta-enxertos, considerando aspectos fitotécnicos/aclimatização, de índice de DNA e anatômicos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Origem e Classificação Botânica

As pitaias são pertencentes à família das Cactaceas e são originárias da América Tropical e Subtropical, sendo comercialmente cultivadas nos Estados Unidos (CRANE; BALERDI, 2005; MERTEN, 2003; THOMSON, 2001, América Central e do Sul (LOBO, 2007), Ásia (KOMANG, 2018), África (JOUBERT, 2012) e Austrália (LUDERS; MCMAHON, 2006).

Na América Latina as pitaias são agrupadas em quatro gêneros: *Stenocereus* Britton & Rose, *Cereus* Mill., *Selenicereus* (A. Berger) Riccob e *Hylocereus* Britton & Rose (MARQUES, 2008). As mais conhecidas e comercializadas são a pitiaia amarela (*Selenicereus megalanthus* (Schum.) Britton & Rose, que possui a casca amarela e a polpa branca; a pitiaia vermelha (*Hylocereus* spp. Britton & Rose), cujos frutos são de casca vermelha e de polpa branca ou vermelha, dependendo da espécie (LE BELLEC; VAILLANT; INBERT, 2006) e a pitiaia do cerrado (*Selenicereus setaceus* Rizz.), conhecida também como saborosa, cujos frutos também possuem casca vermelha e polpa branca, porém são menores que o gênero *Hylocereus* spp. (JUNQUEIRA *et al.*, 2002).

Acredita-se que o Brasil seja um dos centros de origem dessas plantas (JUNQUEIRA *et al.*, 2010). Os primeiros cultivos da espécie *H. polyrhizus* foram na América Central (Nicarágua); *S. megalanthus* principalmente na América do Sul (Colômbia e Equador); *H. undatus* no sudeste da Ásia (Vietnã, Tailândia, Taiwan e Filipinas) e algumas áreas do sul do México (CASTILLO-MARTINEZ; LIBERA-MUÑOZ; MARQUES-GUZMAN, 2005); *S. setaceus* no Brasil (JUNQUEIRA *et al.*, 2002).

2.2 A cultura da pitaia no Brasil

No Brasil existem poucas áreas de cultivo de pitaia, o que resulta na necessidade de importação da maior parte dos frutos comercializados. Há também uma porcentagem de pitaia importada da Colômbia, sendo que em 2013 cerca de 6% do volume comercializado nas CEASAS foi originado desse país. Devido às poucas áreas de cultivo, os preços tornam-se elevados e inacessíveis às camadas de menor poder aquisitivo da população (PROHORT, 2014).

A espécie *H.undatus* passou a ser cultivada na década de 1990, principalmente no Estado de São Paulo. Na década de 2000, outras espécies do mesmo gênero foram introduzidas, como *H. polyrhizus*, e também foi reportada uma pitaia nativa do Brasil, denominada pitaia do cerrado ou saborosa (*S. setaceus*) (JUNQUEIRA *et al.*, 2002), sendo registrada também em regiões de várzeas no estado da Paraíba (TORRES; SILVA; FÉLIX, 2007).

A principal região de cultivo no estado de São Paulo é Catanduva, que possui produção durante os meses de dezembro a maio, com produtividade média anual de 14 toneladas de frutas por hectare (BASTOS *et al.*, 2006; MOREIRA; CRUZ, 2011). O comércio nacional de pitaia se concentra principalmente na CEAGESP (Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo), que em 2013 comercializou 313 toneladas da fruta, o equivalente a 99% do volume comercializado em todo país (ALMEIDA, 2014 *apud* SILVA, 2014).

As demais regiões produtoras são Minas Gerais, Ceará, Paraná e Goiás (SILVA, 2014). Em Minas Gerais a pitaia é produzida nas cidades de Contagem, Janaúba, Jaíba e Turvolândia, sendo esta última responsável por 75% do volume comercializado no estado. O Ceará produziu 1,16% (3.399 kg) da pitaia nacional em 2013, sendo proveniente da cidade de Beberibe. No Paraná a pitaia advém das cidades de Abatiá, Assaí, Bandeirantes, Marialva e Santa Mariana. A produção do estado de Goiás tem origem no município de Planaltina (PROHORT, 2014).

2.3 Alternativa de usos da planta

A pitáia é uma fruta nutritiva, com a polpa constituindo 70-80% do fruto e apresenta diversos usos, tanto na alimentação humana quanto como forragem na alimentação animal. Todas as partes da planta podem ser consumidas, (frutos, cladódios e flores), estes últimos geralmente na forma de saladas. Devido à beleza das suas flores, na cultura também apresenta importância ornamental e pode ser usada como cercas-vivas, devido à presença de espinhos (SILVA, 2014).

De todas as partes da planta, os frutos são os que apresentam mais importância econômica e são boa fonte de vitaminas e minerais, apresentando alto teor de potássio (ABREU *et al.*, 2012). Podem ser consumidos tanto ao natural, como transformado numa gama de produtos industrializados como sorvetes, geleias, sucos, caldas e doces (NURUL; ASMAH, 2014).

A casca do fruto pode ser utilizada como corante natural em bebidas ou agente espessante em cremes hidratantes (HARIVAINDARAM; REBECCA; CHANDRAN, 2008; STINTZING; SCHIEBER; CARLE, 2002), além de apresentar alto teor total de fibras alimentares (JAMILAH *et al.*, 2011).

As sementes contêm um óleo com propriedades laxantes (CRANE; BALERDI, 2005) e inibem a absorção do colesterol no intestino, reduzindo os níveis de colesterol total e LDL (Lipoproteína de baixa densidade) em humanos. Esse óleo pode ser usado como uma nova fonte de óleo essencial (LIM *et al.*, 2010).

Além disso, diversos estudos vêm comprovando a importância fitoterápica da planta, cujo consumo do fruto está diretamente associado à prevenção de complicações respiratórias, circulatórias e cardiovasculares (NESS; POWLES, 1997; HERBACH *et al.*, 2006), prevenção dos efeitos do câncer (WU *et al.*, 2006), úlceras e acidez estomacal (MOLINA *et al.*, 2009), e no combate ao diabetes e Mal de Alzheimer (ABDILLE *et al.*, 2005; HERBACH *et al.*, 2006).

2.4 Pitaia Amarela

Conhecida como pitáia colombiana, é originária do continente americano e tem a Colômbia como maior produtora, seguido por Israel, Brasil, Equador, Peru e Guatemala (GUZMÁN-PIEDRABITA; PÉREZ; PATIÑO, 2012). A planta é perene, hemiepífita, com caule triangular do tipo cladódio com espinhos, onde saem inúmeras raízes adventícias (CANTO *et al.*, 1993; HERNÁNDEZ, 2000).

Os cladódios são suculentos, verdes e fotossintéticos, são caracterizados por terem bordos grossos longitudinalmente. Os espinhos são folhas modificadas dispostos nos bordos dos cladódios, medindo em torno de 2 a 4 mm, protegendo as aréolas (gemas axilares), das quais se desenvolvem os botões florais (ROMÁN, 2011).

O sistema radicular é fasciculado e superficial, com aproximadamente 15 cm de profundidade, podendo assimilar baixos teores de nutrientes (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006).

As flores são hermafroditas e actinomorfas, se desenvolvem diretamente dos cladódios, têm forma tubular, são grandes (20 a 40 cm de comprimento e 25 cm de diâmetro máximo), muito vistosas e atrativas para os insetos polinizadores (WEISS; NERD; MIZRAHI, 1994). No entanto, as flores permanecem abertas por apenas uma noite, durante período aproximado de 15h (MARQUES, 2010). O amadurecimento dos frutos ocorre do final do inverno até meados da primavera (MIZRAHI, 2014).

O fruto é do tipo baga, de tamanho médio e formato variável, globuloso e subglobuloso, com casca de coloração amarela, com presença de espinhos que podem ser retirados facilmente quando o fruto está maduro, não atrapalhando seu consumo, mas dificultando a colheita. Suas sementes são de colorações escuras, são muito numerosas e se encontram distribuídas por toda a polpa (LE BELLEC; VAILLANT; INBERT, 2006). A polpa é branca, os frutos são menores, os cladódios são mais finos e seu sabor é superior, comparado com outras espécies de pitaia (MIZRAHI; NERD; STRIT, 2002). O desenvolvimento dos frutos ocorre em período curto, cerca de 34 a 43 dias após a antese. Em condições de temperaturas mais elevadas ocorre a antecipação da maturação (SILVA; MARTINS; CAVALLARI, 2011).

O cultivo da pitaia depende do manejo adequado por parte do produtor e condições climáticas. A cultura da pitaia amarela pode tolerar temperaturas mais altas que as demais espécies de pitaia (MIZRAHI; NERD; STRIT, 2002). Por ser uma planta hemiepífita, o sistema de condução é tutorado, onde se coloca um tutor de madeira e se faz a fixação da planta. Na parte superior das estacas de madeira fixam-se arames para que a planta cresça verticalmente até eles e espalhe sua copa horizontalmente. Este sistema é denominado de “espaldeira” e é muito semelhante ao utilizado na produção de maracujá (*Passiflora sp.*), uva (*Vitis sp.*), entre outras. A colheita ainda é realizada de forma empírica, onde o principal fator determinante da maturidade do fruto é a coloração da casca (SAGARPA, 2000).

2.5 Pitaia do Cerrado

Conhecida como saborosa, é uma planta nativa do Brasil, que vegeta naturalmente sobre maciços rochosos, troncos de árvores, solos arenosos de campos rupestres e apresenta majoritariamente cladódios articulados. Suas flores são sésseis e grandes, com cerca de 15 a 30 cm de comprimento e até 20 cm de diâmetro. As flores apresentam coloração branca com tons amarelados e são atrativas às mariposas e aos morcegos. Seus frutos podem pesar até 80g, apresentam casca de coloração vermelha, polpa branca e succulenta, com pequenas sementes escuras. São plantas consideradas rústicas devido à capacidade de vegetar em substratos pobres e secos, como rochas, areias, mourões de cercas, muros de pedras e troncos de árvores (JUNQUEIRA *et al.*, 2002).

2.6 Pitaia Vermelha

Apresenta nome vulgar de pitaia vermelha devido à coloração de sua casca, no entanto, no gênero *Hylocereus spp.* existem as pitaias que apresentam polpa de coloração branca (*H. undatus*) ou vermelha (*H. polyrhizus*).

A espécie *H. undatus* é hemiepífita, com cladódios triangulares de coloração verde, com 20 cm de comprimento e 5 a 7 cm de diâmetro, em média. Nos cladódios há aréolas subaladas com base dilatada em um bulbo, distantes 3 a 5 cm entre si, com 3 a 6 espinhos de 1 a 4 mm de comprimento. As flores são hermafroditas, completas, perfumadas, brancas com sépalas verde-claras, 20 a 35 cm de comprimento e, ao abrirem durante a noite, são polinizadas por insetos. Contêm numerosos estames, tendo sido contados acima de 800 em uma só flor. O pólen é abundante e de cor amarela (DONADIO, 2009). O fruto é globoso ou subgloboso, medindo de 10 a 20 cm de diâmetro, apresenta grande número de diminutas sementes de coloração preta. Com coloração vermelha externamente e polpa esbranquiçada, seu sabor é agradável e levemente adocicado (ANDRADE, OLIVEIRA; MARTINS, 2005).

A espécie *H. polyrhizus* apresenta flores brancas com sépalas de ápices avermelhadas, medem de 25 a 30 cm de comprimento. Os frutos possuem coloração vermelha de polpa com pequenas sementes pretas, medem de 10 a 12 cm de diâmetro, podendo pesar até 350g. (LE BELLEC; VAILLANT; INBERT, 2006). Nessa espécie existem as variedades Cebra e Orejana, que diferem entre si pela coloração da polpa e escamas dos frutos. A Orejana apresenta escamas mais alongadas e sua polpa é mais avermelhada, já a Cebra possui escamas mais curtas e polpa de coloração vermelho forte, mais voltada para roxo.

2.7 Propagação

A pitaita pode ser propagada tanto por via sexuada quanto por via vegetativa. A propagação sexuada é praticada no melhoramento genético, uma vez que plantas geradas por este método apresentam variabilidade genética, que em plantios comerciais pode levar à desuniformidade na germinação e no tempo de frutificação, sendo prejudiciais à comercialização (PIMENTA, 1990).

A propagação vegetativa é realizada preferencialmente por estaquia ou enxertia. A estaquia proporciona diversas vantagens em relação à propagação sexuada, como a redução da juvenilidade e manutenção das características da planta matriz (HARTMANN *et al.*, 1997). Assim é possível realizar a multiplicação de plantas que apresentem características ideais para o produtor, além de ser uma técnica rápida e barata.

A enxertia também é muito utilizada na propagação de diversas frutíferas e consiste na junção de características favoráveis por meio da união de duas plantas que podem ser de uma mesma espécie ou até mesmo de gêneros diferentes. Nas cactáceas é mais empregada em espécies ornamentais (MONDRAGON-JACOBO; BORDELON, 1996). A cactácea ornamental *Schlumbergera truncata* é compatível na enxertia com *H. undatus* (LORENZI; SOUZA, 2001). No caso de cactos frutíferos temos o exemplo dos cactos do gênero *Nopalea*, que também apresentam compatibilidade na enxertia com *H. undatus* (HUFFMAN, 2003). Segundo Mizrahi (2014), clones de pitaitas resistentes a nematoides estão disponíveis para serem usados como porta-enxertos. De acordo com os autores, a técnica é fácil e as plantas tornam-se produtivas um ano após a enxertia. Esta prática ainda não é utilizada comercialmente, porém, apresenta potencial para utilização em condições específicas, em virtude das vantagens que proporciona.

Uma planta enxertada é formada por duas partes, o enxerto, que será responsável pela parte aérea da planta e o porta-enxerto, que será responsável pelo sistema radicular da nova planta formada. O porta-enxerto, além de incrementar a produtividade nas plantas enxertadas e controlar o crescimento vegetativo (BADALAMENTI *et al.*, 2016), deve manter ou melhorar os atributos de qualidade dos frutos produzidos. Segundo Jackson (2003) plantas enxertadas de pera tiveram incremento na precocidade, produtividade e qualidade dos frutos.

Tais métodos de propagação assexuada são comumente praticados a campo, mas também podem ser realizados em laboratório mediante as técnicas de cultura de tecidos vegetais, o chamado cultivo *in vitro*. Tal método é indicado quando o material vegetativo que se deseja multiplicar possui grande importância, seja escasso, necessite de limpeza de patógenos ou demande conservação de germoplasma (SILVA, 2014). O cultivo *in vitro*,

possibilita obtenção, em larga escala, de mudas sadias, a partir de pequena quantidade de material propagativo (MENEZES *et al.*, 2012). Vários autores relatam que é possível a propagação *in vitro* das espécies *H. undatus* (DAHANAYAKE; RANAWAKE, 2011), *H. polyrhizus* (KARI *et al.*, 2010) e *S. megalanthus* (CREUCÍ *et al.*, 2011).

2.8 Citometria

Trata-se de uma técnica que pode estimar o índice de DNA nuclear de plantas de pitaiá de forma rápida, eficiente e confiável, feita por meio de uma comparação com núcleos pertencentes a um padrão de referência cujo índice de DNA é previamente conhecido, geralmente utiliza-se como padrão de referência interna a espécie *P. sativum* (ervilha) (DOLEZEL *et al.*, 1998).

A citometria de fluxo é um processo no qual características físicas e/ou químicas de uma única partícula podem ser mensuradas. Nesta técnica, as medidas são feitas enquanto inúmeros fragmentos em suspensão passam individualmente através de um foco, gerando pulsos de luz refletida e fluorescência, que são coletadas e convertidas em pulsos de corrente elétrica por sensores ópticos. Esta medida em fluxo permite análises em alta velocidade (102-103 partículas/s), com seleção aleatória de partículas de uma população inteira sem nenhuma tendência. Desta forma, populações grandes podem ser avaliadas em um curto espaço de tempo (DOLEZEL; BARTOS, 2005).

2.9 Anatomia Vegetal

Simão (1966) *apud* (SHIMOYA; GOMIDE; FONTES, 1968), relata o quanto a afinidade anatômica é necessária para o perfeito desenvolvimento da planta e, como na enxertia não há intertroca de células, cada tecido continua a fabricar as suas próprias células. Células de tamanho, forma e consistência distintos apresentam incompatibilidade do enxerto com o porta-enxerto. Hess (1965) *apud* (SHIMOYA; GOMIDE; FONTES, 1968), comenta que a formação do tecido de união da enxertia se dá a partir da produção abundante de células, principalmente na região dos vasos condutores. O porta-enxerto produz mais tecido e este não é diferenciado inicialmente, sendo denominado de calo.

Quando os tecidos calosos do porta-enxerto e do enxerto se encontram ocorre a soldadura. Nessa união parcial ocorre passagem de água e nutrientes de um para o outro, iniciando o mecanismo de “pegamento”. Diante disso, a formação do tecido caloso é de grande importância, particularmente para os tecidos vasculares e parênquimas, que devem exercer a principal função de união das partes de interesse.

Estrada-Luna, Lopes-Peralta e Cardenas-Soriano (2002), estudando a histologia de microenxertia em espécies de cactus (*Opuntia* spp.), descreveram que nas primeiras horas após a enxertia já havia evidência de atividade do câmbio. Segundo os autores, nos primeiros quatro dias após a enxertia, já se observavam as primeiras evidências de divisão celular a partir de células parenquimatosas de calos nas regiões da enxertia.

2.10 Microenxertia

A microenxertia consiste na enxertia de uma gema apical ou ápice caulinar de uma planta matriz sob um porta-enxerto de uma plântula obtida por germinação de sementes, em condições assépticas (HARTMANN et al., 1997). A técnica tem grande potencial para a multiplicação de plantas frutíferas em grande escala (HUSSAIN et al., 2014). É comumente usada para propagar espécies ornamentais raras, como espécies de cactos (ESTRADA-LUNA; LOPES-PERALTA; CARDENAS-SORIANO, 2002) e tem sido satisfatória em várias frutíferas como maçã, citros, uvas, amêndoa, cereja, castanha, amora, azeitona, pêssego, pera, pistache, noz, entre outras (HUSSAIN et al., 2014).

Outras aplicações são a eliminação de vírus, o rejuvenescimento de tecidos maduros e a produção de plantas durante todo o ano. Tais possibilidades criam combinações genótípicas específicas para aumentar a produtividade da planta e prolongar os limites ecológicos de uma determinada espécie vegetal para tolerar condições edáficas (MOGHADAM; ARDEBILI; REZAIIE, 2012). A microenxertia também pode ser utilizada com sucesso em ampla escala em plantas hortícolas como um método efetivo para a aquisição de plantas resistentes a patógenos de solo, também muito utilizada como meio de eliminação de agentes patogênicos nas culturas frutíferas.

A filoxera da uva (*Daktulosphaira vitifoliae*) é considerada um patógeno mundial que se alimenta da seiva das raízes da videira, causando danos e, muitas vezes, morte das mesmas (MAKEE et al., 2004). Plantas microenxertadas foram desenvolvidas com porta-enxertos resistentes a filoxera e com enxerto que garantiam comercialmente uvas de mesa de qualidade (HUSSAIN et al., 2014).

No geral, a técnica da microenxertia envolve as seguintes etapas: a) Obtenção do porta-enxerto – advindo de germinação de sementes, em condições assépticas; b) Obtenção do enxerto – ápice caulinar ou gema apical de uma planta matriz; c) Microenxertia – Junção das duas plantas; d) Manejo das plantas enxertadas – Levadas a sala de crescimento com temperatura e fotoperíodo controlados; e) Aclimatização do microenxerto – Transferência da

planta *in vitro* para casa de vegetação, para adaptação climática da planta; e f) Indexação – Permite atestar a sanidade de mudas produzidas em laboratório.

A incompatibilidade entre enxerto e porta-enxerto pode ser caracterizada por uma pobre junção das formações cambiais ou acúmulo de amido ao redor da zona de enxertia onde há uma continuidade vascular normal, porém, há degeneração do floema (ALONI *et al.*, 2010).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Microenxertias

O experimento foi conduzido no Laboratório de Cultura de Tecidos, do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras/UFLA. Foram utilizadas sementes de pitaia amarela (*Selenicereus megalanthus*), branca (*Hylocereus undatus*), saborosa (*Selenicereus setaceus*) e duas variedades da vermelha (*Hylocereus polyrhizus*) - Cebra e Orejana, de frutos maduros advindos do CEAGESP.

Inicialmente as sementes foram desinfestadas em álcool 70% por 1,5 minutos e posteriormente com solução de água sanitária a 40% durante 20 minutos, sob agitação. Após a desinfestação, o material vegetal foi lavado três vezes com água destilada e autoclavada, dentro da câmara de fluxo laminar. Posteriormente foram postas para germinação inoculando 10 frascos com 10 sementes de cada pitaia trabalhada, contendo 15 mL do meio L2 (PHILLIPS; COLLINS, 1979). O meio foi acrescido de 30 g L⁻¹ de sacarose e 6 g L⁻¹ de ágar, com pH ajustado para 5,7 ± 0,1 antes da autoclavagem, que ocorreu a 121°C durante 20 minutos. Após inoculação, foram levadas para sala de crescimento, com 25 µmol m⁻²s⁻¹ de intensidade luminosa, temperatura de 25 ± 1°C e fotoperíodo de 16 horas de luz.

Aos 90 dias da inoculação foram realizadas as microenxertias selecionando as plantas mais vigorosas, dentro da câmara de fluxo laminar. Para condução da microenxertia contou-se com o auxílio de lupa, pinças e bisturis para a excisão dos segmentos de cladódios. Os enxertos foram obtidos pela excisão de ápices de 0,5 cm dos cladódios de pitaia amarela (*Selenicereus megalanthus*), cortando a base do segmento horizontalmente e os porta-enxertos foram obtidos de segmentos de 1 cm dos cladódios das pitaias branca (*Hylocereus undatus*), vermelha (*Hylocereus polyrhizus*) variedades Cebra e Orejana, saborosa (*Selenicereus setaceus*) e da própria pitaia amarela (*Selenicereus megalanthus*), cortando horizontalmente o ápice e a base do segmento.

Após as microenxertias, os microenxertos foram inoculados em tubos contendo 10 mL do meio L2 (PHILLIPS; COLLINS, 1979), acrescido de 30 g L⁻¹ de sacarose, 6 g L⁻¹ de Agar e 2 g L⁻¹ de carvão ativado, com pH ajustado para 5,7 ± 0,1 antes da autoclavagem, que ocorreu a 121°C durante 20 minutos. Após inoculação, foram levadas para sala de crescimento, com 25 μmol m⁻²s⁻¹ de intensidade luminosa, temperatura de 25 ± 1°C e fotoperíodo de 16 horas de luz, onde permaneceram por 30 dias de cultivo.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), constituído de cinco tratamentos, obtidos pelo enxerto da pitáia amarela sobre todas as demais, ou seja, diferindo o porta-enxerto. Sendo assim, tem-se os tratamentos: Enxerto da amarela sobre porta-enxerto da amarela (AA); Enxerto da amarela sobre porta-enxerto da branca (AB); Enxerto da amarela sobre porta-enxerto da vermelha variedade Cebra (AC); Enxerto da amarela sobre porta-enxerto da vermelha variedade Orejana (AO); Enxerto da amarela sobre porta-enxerto da Saborosa (AS). Os tratamentos foram constituídos de quatro repetições de cinco plantas cada, totalizando assim 100 plantas.

3.2 Análise Fitotécnicas

Após 30 dias de cultivo *in vitro* dos microenxertos, dez plantas de cada tratamento foram avaliadas quanto ao comprimento e diâmetro dos enxertos e porta-enxertos, comprimento das raízes, bem como a massa fresca das plantas. As medições dos comprimentos dos enxertos foram feitas a partir da região de inserção do enxerto com o porta-enxerto até o ápice da planta, e para os porta-enxertos foram feitas da inserção até a base da planta. Considerando a variável diâmetro, foram aferidos à 1 cm acima e 1 cm abaixo da região de inserção. Todas as avaliações foram mensuradas por meio de paquímetro digital modelo Stainless Hardened. A massa fresca, por balança de precisão de 3 casas decimais após a virgula. Também foi determinada a porcentagem (%) de “pegamento” dos microenxertos.

3.3 Aclimatização

Após os 30 dias de cultivo *in vitro* dos microenxertos, as mesmas dez plantas que passaram pelas análises fitotécnicas foram levadas para a casa de vegetação para serem aclimatizadas. As plantas foram colocadas em bandejas de plástico contendo substrato de esfagno e areia, onde permaneceram por 2 meses. Depois foram transferidas para outra bandeja contendo areia e vermiculita na proporção 1:1. Aos 90 dias de aclimatização, foram feitas as análises fitotécnicas, medindo o comprimento e diâmetro do enxerto e porta-enxerto, com auxílio de um paquímetro digital modelo Stainless Hardened. O comprimento foi medido

a partir da região de inserção do enxerto com o porta-enxerto, até o ápice para o enxerto e até a base para o porta-enxerto. Os diâmetros foram medidos na região mediana dos enxertos e porta-enxertos.

3.4 Citometria de fluxo

As análises de citometria de fluxo foram conduzidas antes e depois do procedimento de microenxertia. Antes da microenxertia foram amostradas 4 plantas (cladódios) de cada pitaia estabelecida *in vitro*. Após 30 dias de cultivo, *in vitro* dos microenxertos, avaliou-se 3 plantas por tratamento, separando o enxerto do porta-enxerto e retirando brotações e raízes, com auxílio de bisturi, para verificação de possíveis mudanças no índice de DNA dos mesmos.

Para verificar a estabilidade genética do material, bem como a ocorrência de endoreduplicação nos tecidos, aproximadamente 50 mg de cladódios de pitaia, foram triturados em placa de Petri contendo 1 mL de tampão Marie gelado, para a liberação dos núcleos. A suspensão de núcleos foi aspirada utilizando-se pipeta plástica e filtrada através de um filtro com malha de 50 μm . Os núcleos foram corados pela adição de 25 μL de solução de 1 mg/1mL de iodeto de propídeo, a cada amostra. As amostras foram analisadas imediatamente após o preparo (protocolo adaptado de GALBRAITH et al., 1983). Para cada amostra, 10 mil núcleos foram analisados utilizando-se escala logarítmica. A análise foi realizada no citômetro Facsclibur (BECTON DICKINSON), os histogramas obtidos com o software Cell Quest e analisados estatisticamente no software WinMDI 2.8. O índice de DNA nuclear (pg) das plantas foi estimado utilizando-se a razão entre as intensidades de fluorescência dos núcleos G1 (núcleos que estão na fase G1 da Interfase) do padrão de referência (*P. sativum*) e dos núcleos G1 da amostra, multiplicando-se esta razão pela quantidade de DNA do padrão de referência (9,09 pg).

3.5 Anatomia Vegetal

Após 30 dias de cultivo *in vitro* também verificou-se as conexões de vasos e tecidos entre enxerto e porta-enxerto, por meio de cortes histológicos. Foram realizados cortes longitudinais na região de inserção do enxerto com o porta-enxerto. As amostras avaliadas foram previamente fixadas em FAA 70% (formaldeído ácido, acético glacial e álcool etílico 70%) (JOHANSEN, 1940), por 72 horas e, posteriormente conservadas em etanol 70% (v/v 1). As amostras foram então desidratadas em gradiente crescente de álcool (80%, 90% e 100%) durante um intervalo de duas horas para cada concentração. Posteriormente foram infiltradas em historesina por 24h, depois em resina pura e finalmente foram emblocados. Os

cortes, com espessura de 8 μm , foram obtidos em micrótomo semiautomático e colocados em lâminas. Foram corados em solução de azul de toluidina a 0,05% e posteriormente foram vedadas com verniz vitral 500 e lamínulas.

As lâminas foram observadas e fotografadas em microscópio óptico, modelo Olympus BX 60, acoplado à câmera digital Canon A630.

3.6 Análise Estatística

Após a coleta dos dados, foi realizada a análise de variância e o teste de médias pelo método de Tukey para análises fitotécnicas e índice de DNA de cada pitaia e para comparação do índice de DNA entre enxertos e entre porta-enxertos, e teste t para comparação pareada do material vegetal antes e após o processo de microenxertia, a 5% de significância, por meio do programa estatístico R (CORE TEAM, 2016).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise Fitotécnicas

Houve 100% de “pegamento” dos microenxertos. Em relação às análises fitotécnicas, demonstradas na Tabela 1, observa-se que somente a variável comprimento de raiz apresentou diferença significativa, as demais variáveis não diferiram estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância. Numericamente o maior comprimento de raiz (2,7 cm) foi observado no tratamento AC (Enxerto da amarela sobre vermelha variedade Cebra), no entanto estatisticamente não diferiu dos tratamentos AB (Enxerto da amarela sobre porta-enxerto da branca), AA (Enxerto da amarela sobre porta-enxerto da amarela), e AO (Enxerto da amarela sobre porta-enxerto da vermelha variedade Orejana), respectivamente, 1,38 cm, 1,45 cm e 1,87.

Tabela 1: Comprimento (Comp.) e diâmetro(\emptyset) do enxerto (E) e porta-enxerto (Pe), comprimento radicular (CR) e massa fresca (MF) das plantas de pitaia microenxertadas. UFLA, Lavras-MG, 2018.

| Variáveis fitotécnicas | | | | | | |
|------------------------|------------|--------|------------------|--------|---------|--------|
| Microenxertias | Comp. (cm) | | \emptyset (mm) | | CR(cm) | MF(g) |
| Pe | E | Pe | E | Pe | | |
| Amarela (AA) | 1,46 a | 1,31 a | 2,09 a | 4,08 a | 1,45 ab | 0,18 a |
| Branca (AB) | 1,08 a | 1,37 a | 2,41 a | 4,59 a | 1,38 ab | 0,15 a |
| Cebra (AC) | 1,15 a | 1,28 a | 2,24 a | 4,52 a | 2,70 a | 0,14 a |
| Orejana (AO) | 1,65 a | 1,44 a | 2,62 a | 4,33 a | 1,87 ab | 0,18 a |
| Saborosa (AS) | 1,35 a | 1,25 a | 2,64 a | 4,35 a | 1,26 b | 0,14 a |

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Fonte: Do autor (2018)

O porta-enxerto é responsável pelo sistema radicular da nova planta formada, ou seja, o potencial genético expresso na parte radicular da muda será proveniente dele, quanto mais vigoroso esse porta-enxerto, maior será seu sistema radicular (MELO, 2016). As raízes ajudam na fixação e na obtenção de nutrientes (ALMEIDA *et al.*, 2016), assim, raízes maiores e mais numerosas tendem a promover melhor nutrição da planta. No caso da pitaia, por ser hemiepífita e trepadeira, absorve água por meio das raízes ancoradas no solo e também pelas raízes adventícias (CACIOPPO, 1990; MIZRAHI; NERD; NOBEL, 1997). Essas raízes também auxiliam as plantas na fixação nos suportes e absorção de nutrientes (ALVARADO; CRUZ; RINDERMANN, 2003).

4.2 Aclimatização

Somente os diâmetros de enxerto e porta-enxerto apresentaram diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5% de significância (TABELA 2). Numericamente maior diâmetro de enxerto foi encontrado para o tratamento AB (amarela enxertada sobre a branca), mas não diferiu estatisticamente dos tratamentos AC (amarela enxertada sobre vermelha variedade Cebra) e AS (amarela enxertada sobre saborosa). Quanto ao diâmetro do porta-enxerto, o tratamento AB (amarela sobre branca) também apresentou melhor resultado numericamente, mas não diferiu estatisticamente dos tratamentos AC (amarela enxertada sobre vermelha variedade Cebra) e AO (amarela enxertada sobre vermelha variedade Orejana).

Tabela 2: Comprimento e diâmetro do enxerto e porta-enxerto de cada tratamento. UFLA, Lavras-MG, 2018.

| Microenxertias | Variáveis fitotécnicas | | | |
|----------------|------------------------|---------------|--------------|---------------|
| | Comprimento(cm) | | Diâmetro(mm) | |
| | Enxerto | Porta-enxerto | Enxerto | Porta-enxerto |
| Amarela (AA) | 4,51 a | 1,33 a | 7,53 b | 4,08 b |
| Branca (AB) | 4,83 a | 1,6 a | 9,61 a | 6,10 a |
| Cebra (AC) | 4,3 a | 1,34 a | 8,24 ab | 5,98 a |
| Orejana (AO) | 4,65 a | 1,45 a | 8,18 b | 5,04 ab |
| Saborosa (AS) | 4,63 a | 1,32 a | 8,58 ab | 4,35 b |

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Fonte: Do autor (2018)

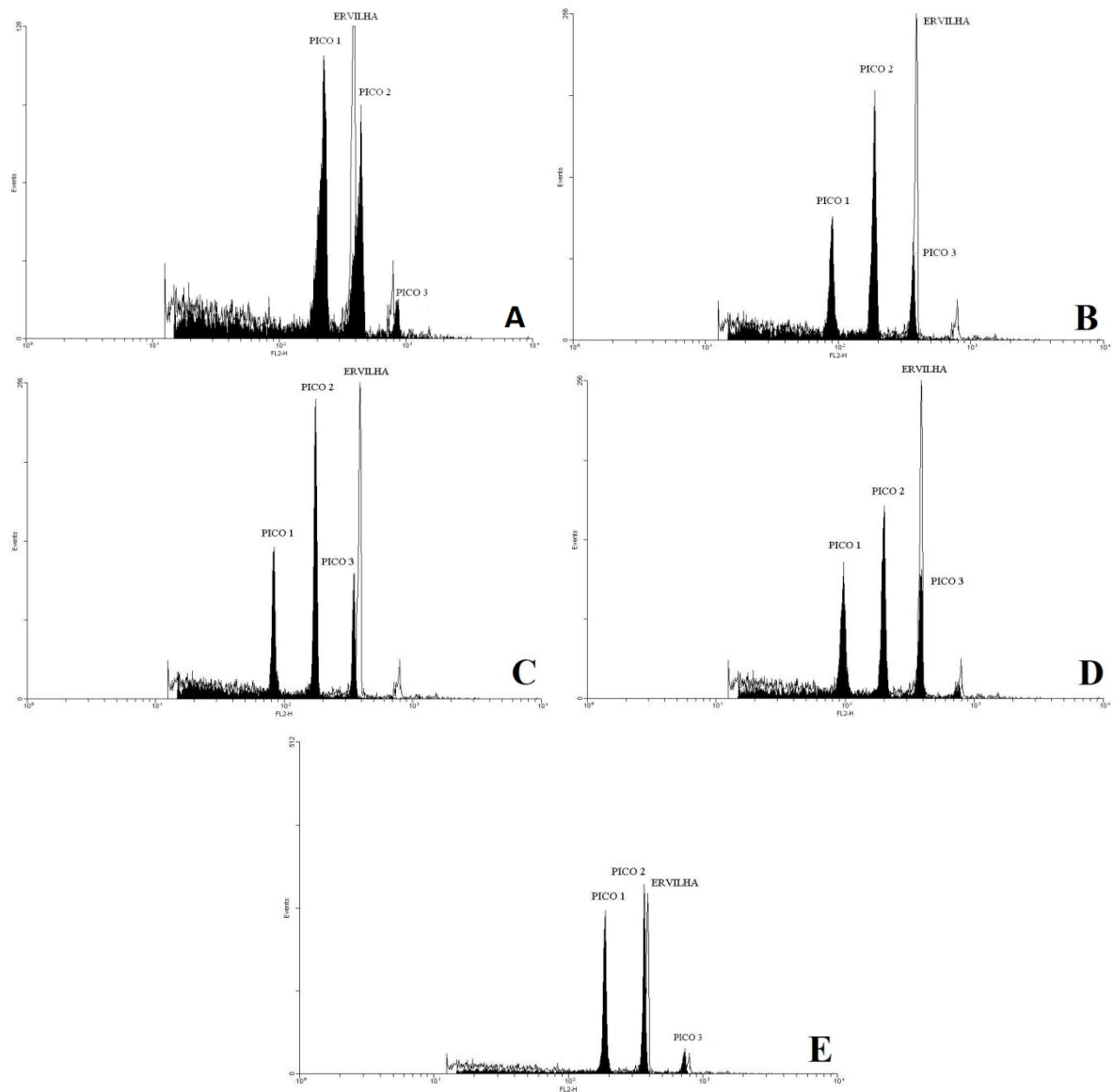
Geralmente maior diâmetro do porta-enxerto, aumenta a sustentação e vigor do enxerto (OLIVEIRA; FILHO; CARVALHO, 2002). O aumento do diâmetro ocorre somente quando há sucesso da enxertia (MELO, 2016). Sajo e Castro (2006) relatam que quando o câmbio entra em atividade, produz por divisões periclinais xilema secundário para o interior e floema para a periferia, e que por divisões anticlinais, o câmbio acompanha o crescimento em espessura do caule.

4.3 Citometria de fluxo

As análises de citometria de fluxo foram realizadas para verificar a estabilidade genética do material, bem como a ocorrência de endoreduplicação nos tecidos. Já que este fenômeno foi observado em *H. undatus* e não relatado nas outras espécies.

No histograma da Figura 1 foram observados três níveis de ploidia representados pelos três picos, além do pico do padrão de referência.

Figura 1: Histogramas de citometria de fluxo dos cladódios de pitáia dos porta-enxertos trabalhados antes da microenxertia, juntamente com a ervilha (*Pisum sativum* L.) utilizada como padrão de referência. UFLA, Lavras, MG, 2018.



Legenda: A: Pitáia amarela (*S. megalanthus*); B: Pitáia branca (*H. undatus*); C: Pitáia vermelha variedade Cebra (*H. polyrhizus*); D: Pitáia vermelha variedade Orejana (*H. polyrhizus*); E: Pitáia Saborosa (*S. setaceus*).

Fonte: Do autor (2018)

Isso significa que existem células com ploidia 2C (primeiro pico), 4C (segundo) e possivelmente 8C (terceiro) (TABELA 3). No entanto o terceiro pico não foi considerado na análise estatística, por não aparecer em todas as amostras, assim utilizou-se apenas os dois primeiros picos. Este resultado comprova que cladódios de pitáia em condições *in vitro* apresentam pelo menos dois níveis de ploidia distintos. Portanto estes tecidos apresentam o fenômeno da endoreduplicação, que foi observado para todas as espécies do presente trabalho.

As pitaias amarela e saborosa, por serem do mesmo gênero, apresentam índices de DNA próximos, o mesmo acontece com as pitaias branca, Cebra e Orejana, por serem do gênero *Hylocereus*, seus índices de DNA não diferem estatisticamente entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey, e têm valores próximos a 2. Pela Tabela 3 é possível observar que o pico 2 apresenta aproximadamente o dobro do índice de DNA que o pico 1, evidenciando então duas ploidias (2C e 4C).

Tabela 3: Índice de DNA (ID) de cladódios de pitaias analisadas em citômetro de fluxo. UFLA, Lavras-MG, 2018.

| Pitaias | Pico 1 (ID) | Pico 2 (ID) |
|----------------|--------------------|--------------------|
| Ploidia | (2C) | (4C) |
| Amarela (A) | 5,37 a | 10,48 a |
| Branca (B) | 2,23 c | 4,67 c |
| Cebra (C) | 2,12 c | 4,46 c |
| Orejana (O) | 2,25 c | 4,67 c |
| Saborosa (S) | 4,81 b | 9,38 b |

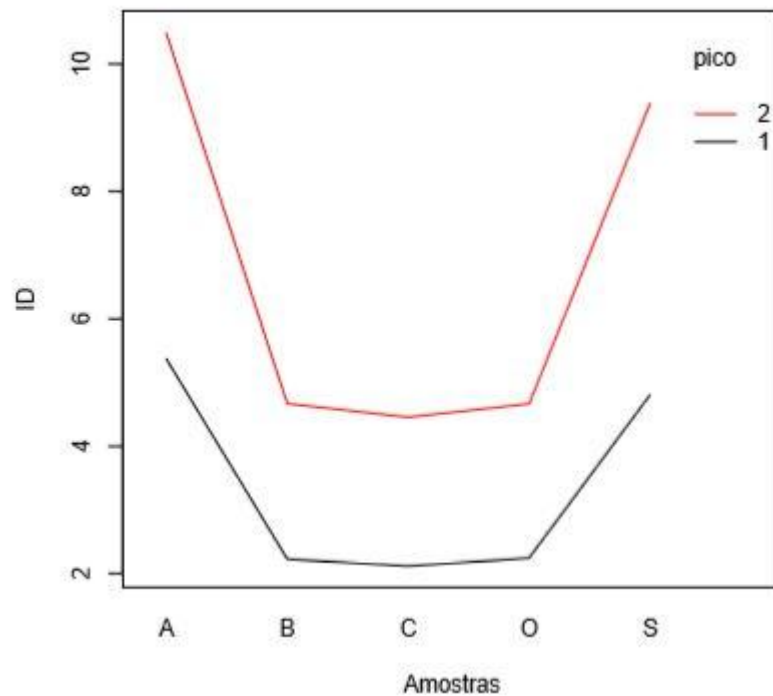
*Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Fonte: Do autor (2018)

O fenômeno da endoreduplicação se caracteriza por células com várias ploidias dentro de um tecido. Menezes et al. (2012), observaram a endoreduplicação na pitaias vermelha de polpa branca. No presente trabalho foi observado o fenômeno também em pitaias amarela, saborosa e vermelha nas variedades Cebra e Orejana. O aumento do nível de ploidia pode aumentar a produtividade e a qualidade da planta (COMAI, 2005). Também acelera o metabolismo e melhora as funções fisiológicas da planta (BAROW, 2006).

Na comparação do índice de DNA entre as espécies antes do processo de microenxertia, observou-se que o índice de DNA no pico 1 e 2 da pitaias amarela (*S. megalanthus*) foi maior que todas as outras espécies, seguida da pitaias Saborosa (*S. setaceus*) (Figura 2). Elas diferiram entre si a um nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Figura 2: Índice de DNA (ID) de cada espécie de pitiaia analisadas em citômetro de fluxo antes do processo de microenxertia. UFLA, Lavras, MG, 2018.

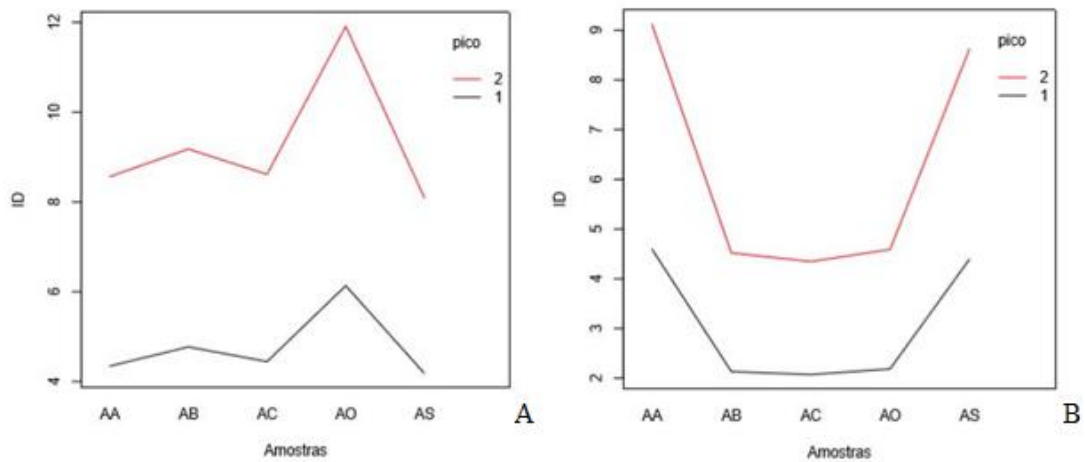


Legenda: A: Pitaia amarela (*S. megalanthus*); B: Pitaia branca (*H. undatus*); C: Pitaia vermelha variedade Cebra (*H. polyrhizus*); O: Pitaia vermelha variedade Orejana (*H. polyrhizus*); S: Pitaia Saborosa (*S. setaceus*).

Fonte: Do autor (2018)

Após a microenxertia, comparando os enxertos (Figura 3A), observou-se que o índice de DNA foi maior tanto no pico 1 quanto no 2, para o tratamento AO (amarela sobre variedade Orejana), diferindo das demais a um nível de 5% de significância pelo teste de Tukey. Comparando os porta-enxertos (Figura 3B), o índice de DNA do pico 1 e 2 foi maior para o tratamento AA (amarela sobre amarela) e AS (amarela sobre saborosa), não diferindo estatisticamente entre si.

Figura 3: Índice de DNA (ID) de cladódios de pitaia analisadas em citômetro de fluxo após o processo de microenxertia, comparando enxertos (A) e porta-enxertos (B). UFLA, Lavras, MG, 2018.



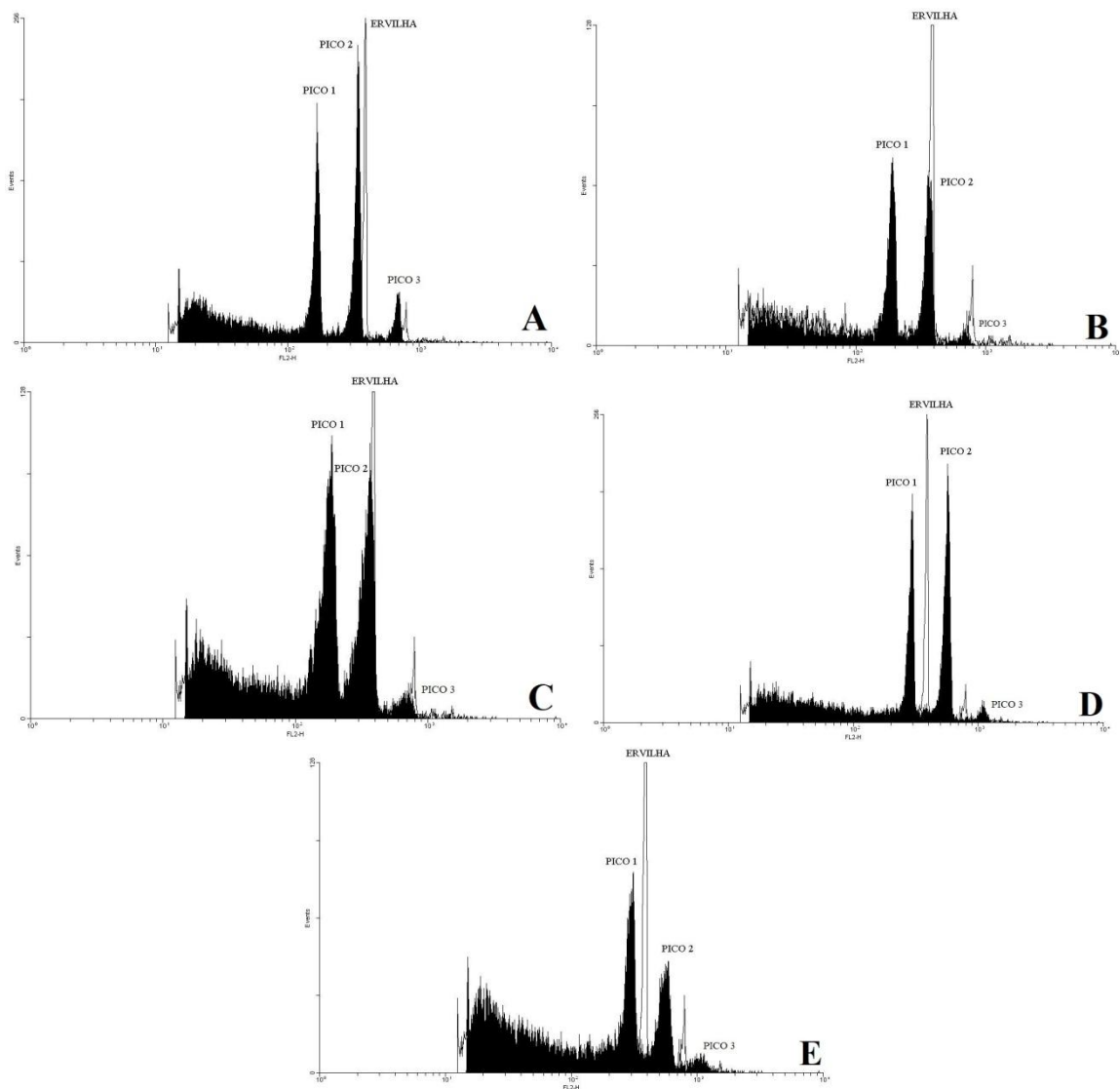
Legenda: AA - Pitaia amarela enxertada sobre amarela ; AB: Pitaia amarela enxertada sobre branca; AC: Pitaia amarela enxertada sobre vermelha variedade Cebra; AO: Pitaia amarela enxertada sobre vermelha variedade Orejana; AS: Pitaia amarela enxertada sobre saborosa.

Fonte: Do autor (2018)

Na Figura 4 estão representados os histogramas dos enxertos (*S. megalanthus*) analisados. Os histogramas apresentam três níveis de ploidia (diploide, tetraploide e octaploide), representados pelos três picos da amostra, sendo o pico 3 menor, isso significa que há menos células octaploides nas amostras analisadas. Há ainda nos histogramas um pico do padrão de referência (ervilha) que foi usado para calcular os índices de índice de DNA.

Todos os tratamentos apresentaram os mesmos três níveis de ploidia (endopoliploidia), independentemente do porta-enxerto utilizado.

Figura 4: Histogramas de citometria de fluxo dos enxertos de pitaia dos cinco tratamentos, juntamente com o padrão de referencia ervilha (*Pisum sativum* L.). UFLA, Lavras, MG, 2018.



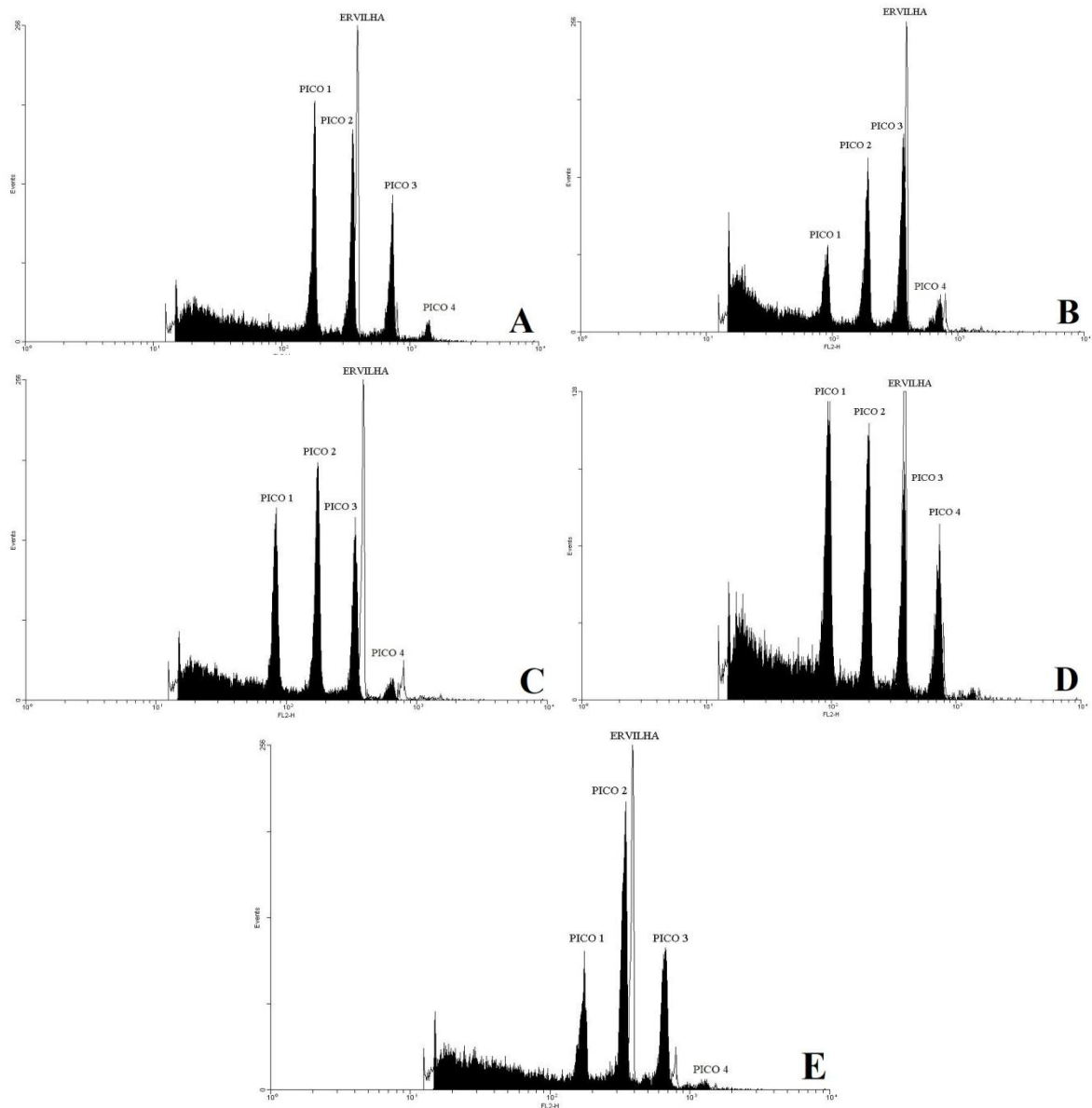
Legenda: A: Pitaia amarela enxertada sobre amarela; B: Pitaia amarela enxertada sobre branca; C: Pitaia amarela enxertada sobre vermelha variedade Cebrá; D: Pitaia amarela enxertada sobre vermelha variedade Orejana; E: Pitaia amarela enxertada sobre saborosa.

Fonte: Do autor (2018)

Segundo Chevalier et al. (2011), o processo de endoreduplicação, provavelmente foi selecionado durante a evolução para o desenvolvimento dos órgãos e benefício das plantas. Vários papéis funcionais foram relatados para tentar explicar a relevância da endoreduplicação, de acordo com as diferentes situações encontradas em diversas espécies, em relação à planta, órgão ou fisiologia celular. Esse fenômeno muitas vezes ocorre durante a diferenciação de células que são altamente especializadas em sua morfologia, como é o caso do cladódio da pitaia que é um caule modificado para armazenar grande quantidade de água (MENEZES et al., 2012).

Os histogramas dos porta-enxertos analisados apresentaram quatro picos da amostra, ou seja, quatro níveis de ploidia (FIGURA 5). No entanto, todos os tratamentos apresentaram o mesmo nível de endopoliploidia, independentemente do enxerto utilizado.

Figura 5: Histogramas de citometria de fluxo dos porta-enxertos de pitaia dos cinco tratamentos, juntamente com a ervilha (*Pisum sativum* L.) utilizada como padrão de referência. UFLA, Lavras, MG, 2018.



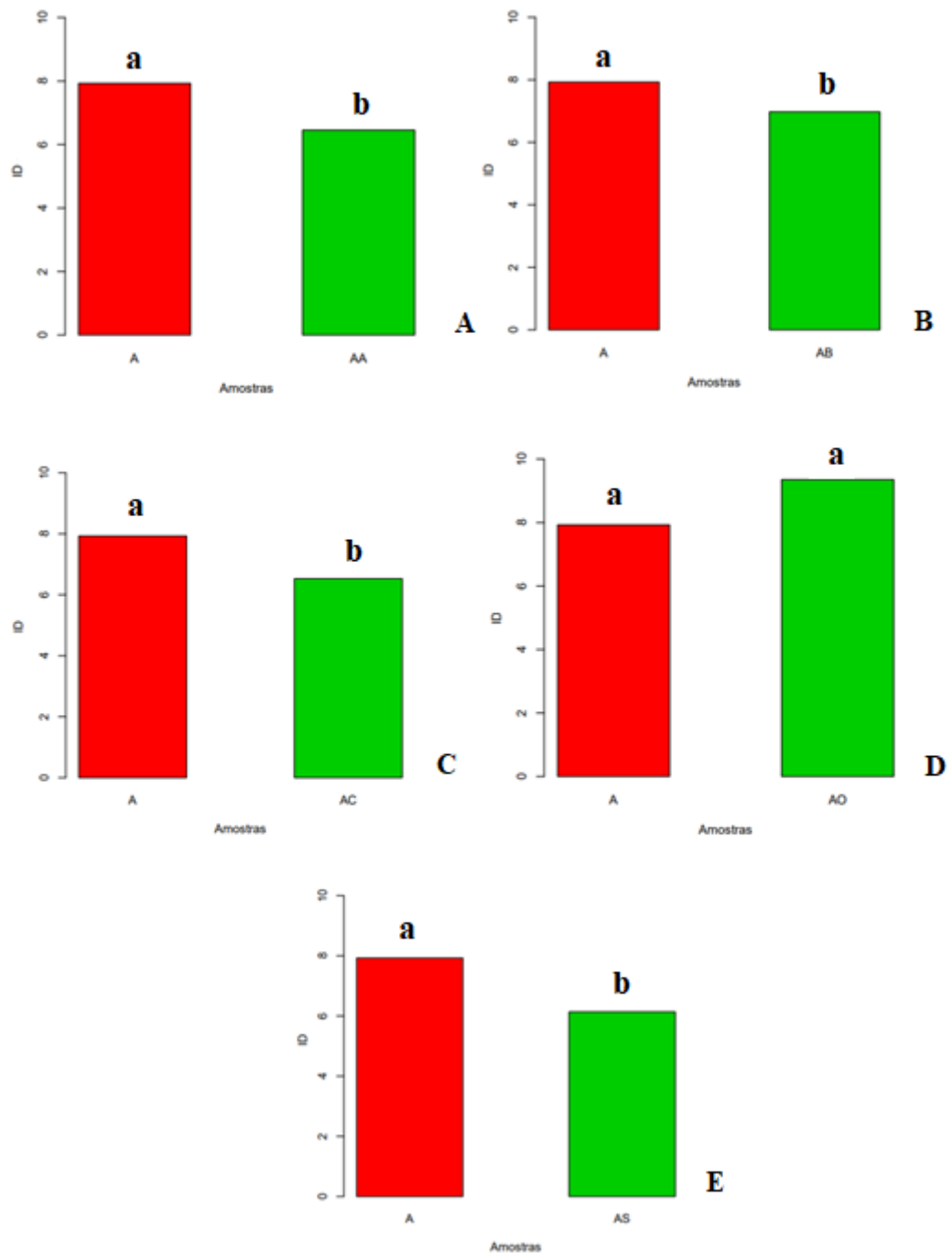
Legenda: A: Pitaia amarela enxertada sobre amarela; B: Pitaia amarela enxertada sobre branca; C: Pitaia amarela enxertada sobre vermelha variedade Cebrá; D: Pitaia amarela enxertada sobre vermelha variedade Orejana; E: Pitaia amarela enxertada sobre saborosa.

Fonte: Do autor (2018)

Para comparações pareadas do material antes e após a microenxertia, visando verificação de alteração no índice de DNA dentro da mesma espécie, foi utilizado o teste t. Ao

comparar o índice de DNA da pitiaia amarela (A) antes da microenxertia e após o procedimento nela própria nos demais porta-enxertos após 30 dias de cultivo *in vitro*, somente não houve diferença quando enxertada na pitiaia vermelha variedade Orejana, ou seja, as demais apresentaram diferença estatística, pois o índice de DNA da pitiaia amarela foi diminuído quando enxertada nas pitaias branca, saborosa, vermelha variedade Cebra e na própria amarela, e manteve praticamente o mesmo quando enxertada sobre a vermelha variedade Orejana (FIGURA 6).

Figura 6: Índice de DNA (ID) de cladódios de pitaia analisadas em citômetro de fluxo antes e após o processo de microenxertia, comparando os enxertos. UFLA, Lavras, MG, 2018.

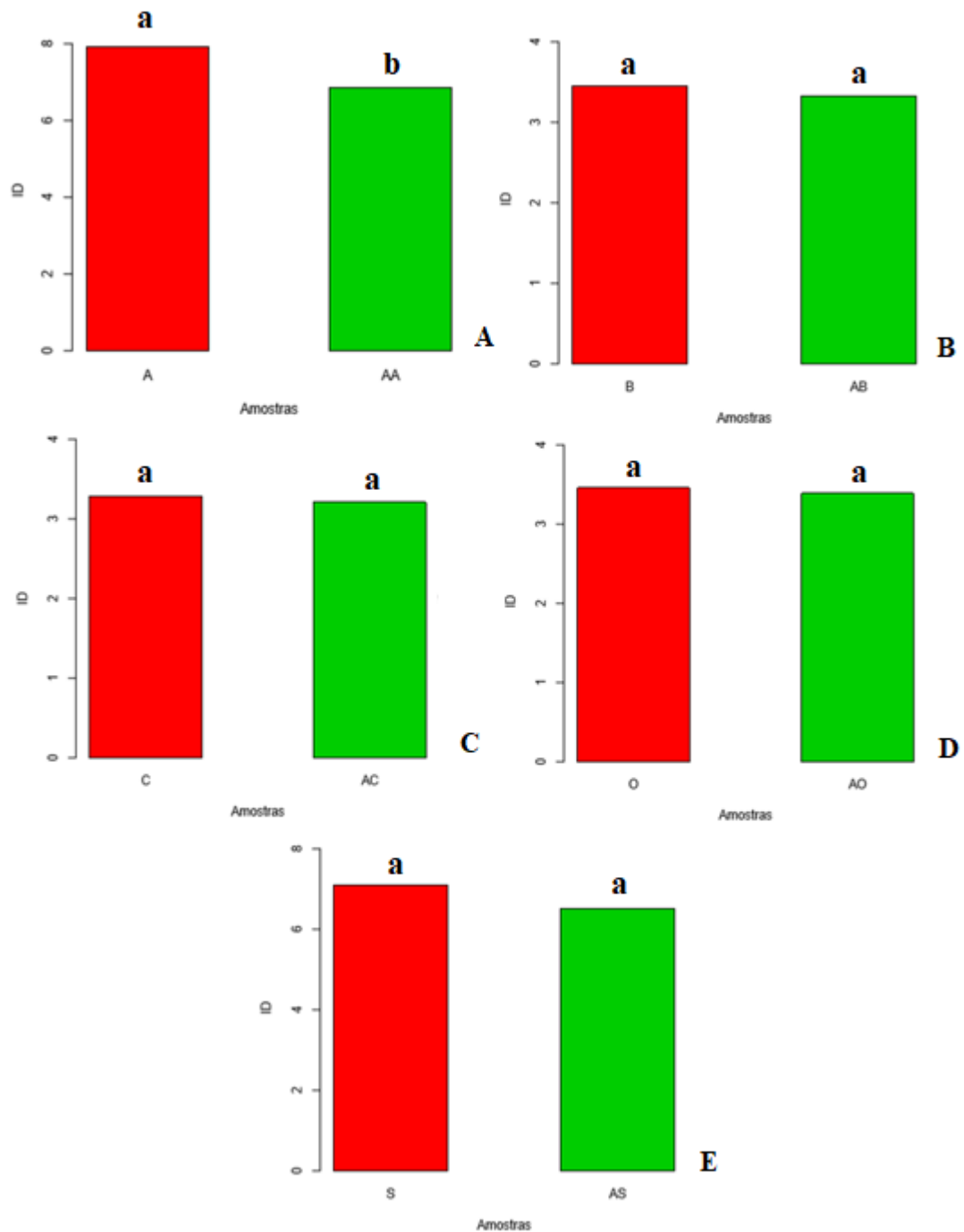


Legenda: Vermelho: antes da microenxertia. Verde: após a microenxertia. A – Pitaia amarela (A) comparada com pitaia amarela enxertada sobre amarela (AA); B: Pitaia amarela (A) comparada com pitaia amarela enxertada sobre branca (AB); C: Pitaia amarela (A) comparada com pitaia amarela enxertada sobre vermelha variedade Cebra (AC); D: Pitaia amarela (A) comprada com pitaia amarela enxertada sobre vermelha variedade Orejana (AO); E: Pitaia amarela (A) comparada com pitaia amarela enxertada sobre saborosa (AS).

Fonte: Do autor (2018)

Ao comparar o índice de DNA de todos os porta-enxertos antes da microenxertia e após, aos 30 dias de cultivo *in vitro*, somente a pitaia amarela diferiu no seu índice de DNA. Nas demais não houve diferença significativa, ou seja, o índice de DNA de cada espécie se manteve praticamente o mesmo de antes da microenxertia, exceto da amarela que teve seu índice de DNA diminuído (FIGURA 7).

Figura 7: Índice de DNA (ID) de cladódios de pitaias analisadas em citômetro de fluxo antes e após o processo de microenxertia, comparando os porta-enxertos. UFLA, Lavras, MG, 2018.



Legenda: Vermelho: antes da microenxertia. Verde: após a microenxertia. A – Pitaia amarela (A) comparada com pitaia amarela enxertada sobre amarela (AA); B: Pitaia branca (B) comparada com pitaia amarela enxertada sobre branca (AB); C: Pitaia vermelha variedade Cebrá (C) comparada com pitaia amarela enxertada sobre vermelha variedade cebrá (AC); D: Pitaia vermelha variedade Orejana (O) comparada com pitaia amarela enxertada sobre vermelha variedade orejana (AO); E: Pitaia saborosa (S) comparada com pitaia amarela enxertada sobre saborosa (AS).

Fonte: Do autor (2018)

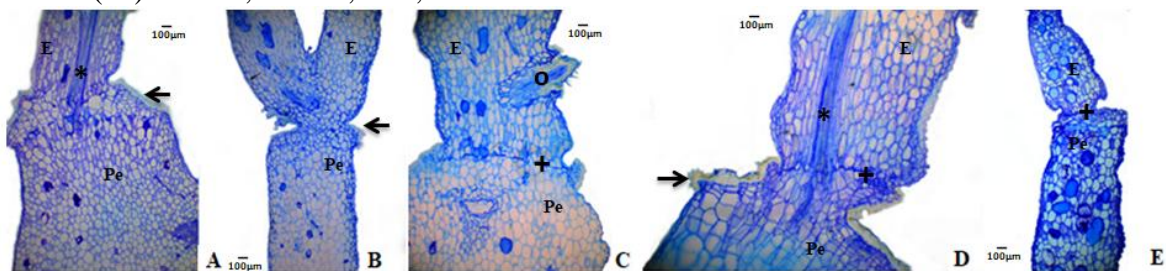
Os resultados sugerem que o porta-enxerto pode influenciar a quantidade de DNA do enxerto. Seria possível supor até mesmo que fragmentos de DNA migram do enxerto para o porta-enxerto e vice-versa, como já observado em plantas de fumo (STEGEMANN; BOCK, 2009). No entanto, no presente trabalho as diferenças no índice de DNA foram mais acentuadas no enxerto do que no porta-enxerto, que se manteve quase sem alteração (diminuiu).

4.4 Anatomia Vegetal

As observações das lâminas ao microscópio óptico, ilustram detalhes anatômicos e histológicos da região de união dos enxertos e porta-enxertos. Na Figura 8 observa-se que os enxertos apresentam espessuras inferiores aos porta-enxertos e encontram-se um pouco deslocados.

As Figuras 8A (amarela enxertada na branca) e 8D (amarela enxertada na saborosa) mostram os tecidos vasculares dando continuidade do enxerto para o porta-enxerto. Quando observadas as Figuras 8A, B e D há a evidência da formação de calos, demonstradas pelas setas. Na Figura 8C (amarela enxertada na vermelha variedade Cebra), observa-se a presença de uma brotação advinda do enxerto, o que evidencia a passagem de água e nutrientes do porta-enxerto para o enxerto. Nas Figuras 8C, 8D e 8E foram observadas uma fina camada necrótica na união dos enxertos e porta-enxertos.

Figura 8: Fotomicrografia em microscópio óptico, em corte longitudinal da região de inserção do enxerto com o porta-enxerto, de todos tratamentos, contendo enxerto(E) e porta-enxerto(Pe). UFLA, Lavras, MG, 2018.



Legenda: A: pitáia amarela enxertada sobre a branca, com destaque para vasos condutores (*) e calos (seta); B: pitáia amarela enxertada sobre a vermelha variedade Orejana, com destaque para calos (seta); C: pitáia amarela enxertada sobre a vermelha variedade Cebra, com destaque para brotação (o) e camada necrótica (+); D: pitáia amarela enxertada sobre a saborosa, com destaque para vasos condutores (*), camada necrótica (+) e calos (seta); E: pitáia amarela enxertada sobre amarela, destacando-se a camada necrótica (+).

Fonte: Do autor (2018)

Para efeito de união das partes do enxerto, não há, exatamente, necessidade de justaposição de tecidos vasculares e também não há necessidade de uma mesma espessura dos cladódios, mas sim uma proximidade entre os vasos condutores, que favorece o acesso a

substâncias nutritivas e água, especialmente durante as fases de desenvolvimento inicial após a microenxertia (RIBEIRO *et al.*, 2015).

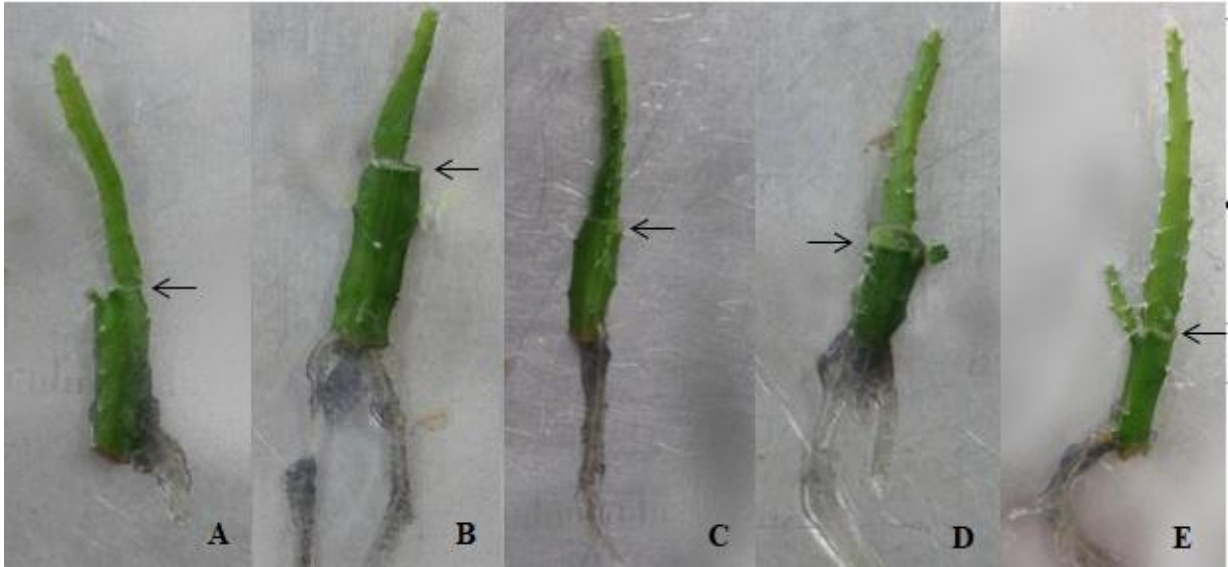
O processo de diferenciação do tecido vascular se dá por indução do enxerto (YIN *et al.*, 2012; RIBEIRO *et al.*, 2015). O estabelecimento de conexões vasculares é considerado um marcador histológico de microenxertia bem-sucedida (ESTRADA-LUNA; LOPES-PERALTA; CARDENAS-SORIANO, 2002; YIN *et al.*, 2012).

A regeneração dos tecidos vasculares foi observada seis dias após a microenxertia em *Arabidopsis* (FLAISHMAN *et al.*, 2008) e oito dias em plantas de tomateiro (FERNÁNDEZ-GARCIA; CARVAJAL; OLMOS, 2004), sendo utilizados enxertos mais desenvolvidos e com maiores graus de diferenciação, o que reforça a hipótese da importância do papel do enxerto na indução de conexões vasculares. Na ausência de conexões celulares nas fases iniciais de desenvolvimento do enxerto, o transporte de célula a célula é a única forma possível de nutrição para o enxerto (RIBEIRO *et al.*, 2015). Estudos de microenxertia em maçãs revelaram que durante a fase inicial da microenxertia, quando não há conexões vasculares, a água utilizada pelo enxerto é fornecida por exsudações derivadas do porta-enxerto em resposta à lesão por incisão (RICHARDSON; SAOIR; HARVEY, 1996).

Com relação à camada necrótica, alguns autores comentam a formação dessa camada como a primeira fase da microenxertia (ESTRADA-LUNA; LOPES-PERALTA; CARDENAS-SORIANO, 2002; YIN *et al.*, 2012), ocorrendo também na enxertia de plantas jovens (FERNÁNDEZ-GARCIA; CARVAJAL; OLMOS, 2004; FLAISHMAN *et al.*, 2008). No entanto, no presente trabalho, como essa camada só apareceu em alguns tratamentos, foi considerada apenas uma consequência dos procedimentos de incisão, ou seja, presença de material de parede celular residual de tecidos danificados, e não uma fase verdadeira do desenvolvimento da enxertia, assim como observado por Ribeiro *et al.* (2015) na microenxertia de maracujá.

Observou-se também a presença de calos em volta da região de inserção (FIGURA 9A, 9B, 9C, 9D e 9E).

Figura 9: Explantes de pitáia microenxertados e com calos na região de inserção entre enxerto e porta-enxertos (setas). UFLA, Lavras, MG, 2018.



Legenda: A: pitáia amarela enxertada sobre a branca; B: pitáia amarela enxertada sobre a vermelha variedade Orejana; C: pitáia amarela enxertada sobre a vermelha variedade Cebra; D: pitáia amarela enxertada sobre a saborosa; E: pitáia amarela enxertada sobre amarela.

Fonte: Do autor (2018)

A formação de calos tem papel determinante na aderência do enxerto e sua nutrição inicial, e a morte de células externas ao calo resulta na formação de tecido cicatricial que favorece o isolamento da região de microenxertia, provavelmente diminuindo as perdas de água pelos tecidos na região conectiva (RIBEIRO *et al.*, 2015). Embora a formação de calo tenha sido indispensável para o sucesso da microenxertia em *Arabidopsis* (YIN *et al.*, 2012), seu papel na aderência do enxerto foi fundamental na microenxertia de cactos do gênero *Opuntia* (ESTRADA-LUNA; LOPES-PERALTA; CARDENAS-SORIANO, 2002) e *Nicotiana attenuata* (FRAGOSO *et al.*, 2011).

5 CONCLUSÃO

Considerando características fitotécnicas, genéticas e anatômicas, verificou-se viável a microenxertia de pitáia amarela.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDILLE, M. H.; SINGH, R.P.; JAYAPRAKASHA, G.K.; JENA BS. *Antioxidant activity of the extracts from Dillenia indica fruits. Food chemistry.* v. 90, n. 4, p. 891-896, 2005.
- ABREU, W. C.; LOPES, C. O.; PINTO, K. M.; OLIVEIRA, L. A.; CARVALHO, G. B. M.; BARCELO, M. F. P. ABREU. Características físico-químicas e atividade antioxidante total de pitaias vermelha e branca. **Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso).** v. 71, n. 4, p. 656-661, 2012.
- ALMEIDA, E. I. B.; CORRÊA, M. C. M.; CAJAZEIRA, J. P.; QUEIROZ, R. F.; BARROSO, M. M. A.; MARQUES, V. B. Cultivo de *Hylocereus sp.* com enfoque na propagação vegetativa, sombreamento e adubação mineral. **Revista Agro@ambiente On-line.** v. 10, n. 1, p. 65 - 76, janeiro-março, 2016. Acesso em: 15 de março de 2018. Disponível em: <http://www.repositorio.ufma.br:8080/jspui/handle/123456789/658>.
- ALONI, B.; COHEN, R.; KARNI, L.; AKTAS, H.; EDELSTEIN, M. *Hormonal signaling in rootstock–scion interactions. Scientia Horticulturae.* v. 127, n. 2, p. 119-126, 2010.
- ALVARADO, M. R. M.; CRUZ, M. A. G.; RINDERMANN, R. S. *Pitahaya de México Producción y comercialización en el contexto internacional* In: _____. CALUDIO, F. V. *Pitayas y Pitahayas.* CIESTAAM, **Universidad Autónoma Chapingo.** p. 98-121, 2003.
- ANDRADE, R. A.; OLIVEIRA, I. V. M.; MARTINS, A. B. G. Influência da condição e período de armazenamento na germinação de sementes de pitaya vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura.** Jaboticabal, v.27, n.1, p. 168-170. 2005.
- BADALAMENTI, O.; CARRA, A.; ODDO, E.; CARIMI, F. SAJEVA, M.. *in vitro micrografting a possible valid alternative to traditional micropropagation in Cactaceae? Pelecypora aselliformis as a case study. SpringerPlus.* v. 5, n. 1, p. 201, 2016.
- BAROW, M. *Endopolyploidy in seed plants. BioEssays.* v. 28, p. 271-281, 2006.

BASTOS, D. C.; PIO, R.; FILHO, J. A. S.; LIBARDI, M. N.; ALMEIDA, L. F. P.; GALUCHI, T. P. D.; BAKKER, S. T. Propagação da pitaya ‘vermelha’ por estaquia. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 30, n. 6, p. 1106-1109, 2006.

CACIOPPO, O. *Pitaya: una de las mejores frutas producida por Colombia*. **Informativo Agro Económico**. p. 15-19, 1990.

COMAI, L. *The advantages and disadvantages of being polyploid*. **Nature Reviews Genetics**. v. 6, p. 836–846, 2005.

CANTO, A. R. *El Cultivo de Pitahaya en yucatan*. Universidad autónoma chapingo gobierno del estado de Yucatán, 1993.

CASTILLO-MARTINEZ, R.; LIBERA-MUÑOZ, M.; MARQUEZ-GUZMAN, G. J. *Morphological characterization and sexual compatibility of five pitahayas (hylocereus undatus) genotypes*. **Agrociencia**. v. 39, n. 2, p. 183-194, 2005.

CHEVALIER, C.; NAFATI, M.; MATHIEU-RIVET, E.; BOURDON, M.; FRANGNE, N.; CHENICLET, C.; RENAUDIN, J.P.; GÉVAUDANT, F.; HERNOULD, M. *Elucidating the functional role of endoreduplication in tomato fruit development*. **Annals of Botany**. Oxford, v. 107, p. 1159-1169, 2011.

CRANE, J. H.; BALERDI, C. F. *Pitaya growing in the Florida home landscape*. Orlando: IFAS Extension os University of Florida. 9 p., 2005.

CREUCÍ, M. C.; TAMOYO, F. O.; MUÑOZ, J. E.; MORALES, J. G.; SUÁREZ, R. S.; SANDOVAL, C. L.; MARTÍNEZ, M. A.; CAÑAR, D. Y.; PEÑA, R. D.; SÁNCHEZ, E. P.; GALÍNDEZ, E. M.; ROJAS, R. D.; JIMÉNEZ, J. R.. BENAVIDES, A. E.; PÉREZ, L. F. *Enfoque multidisciplinario para solución en 38a agro colombiano: 38a caso pitahaya amarilla Selenicereus megalanthus*. **Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas**. Colômbia, v. 23, p. 52-64, 2011.

- DAHANAYAKE, N.; RANAWAKE, A. L. *Regeneration of dragon fruit (Hylecereus undatus) plantlets from leaf and stem explants. Tropical Agricultural Research & Extension.* Peradeniya, v. 14, n. 4, p. 85-89, 2011.
- DOLEZEL, J.; BARTOS, J. *Plant DNA flow cytometry and estimation of nuclear genome size. Annals of Botany.* Oxford, v. 95, n. 1, p. 99-110, 2005.
- DOLEZEL, J.; GREILHUBER, J.; LUCRETTI, S.; MEISTER, A.; LYSÁK, M. A.; NARDI, L.; OBERMAYER, R. *Plant genome size estimation by flow cytometry: Inter-laboratory comparison. Annals of Botany.* Oxford, v. 82, p. 17-26. 1998.
- DONADIO, L. C. Pitaya. *Revista brasileira de fruticultura.* v. 31, n 3, 2009.
- ESTRADA-LUNA, A. A.; LOPES-PERALTA, C.; CARDENAS-SORIANO, E. *In vitro micrografting and the histology of graft union formation of selected species of prickly pear cactus (Opuntia spp.). Scientia Horticulturae.* v. 92, n. 3-4, p. 317-327, 2002.
- FERNÁNDEZ-GARCIA, N.; CARVAJAL, M.; OLMOS, E. *Graft union formation in tomato plants: peroxidase and catalase involvement. Annals of Botany.* v. 93, n. 1, p. 53-60, 2004.
- FLAISHMAN, M. A.; LOGINOVSKY, K.; GOLOBOWICH, S.; LEV-YADUN, S. *Arabidopsis thaliana as a model system for graft union development in homografts and heterografts. Journal of plant growth regulation.* v. 27, n. 3, p. 231, 2008.
- FRAGOSO, V.; GODDARD, H.; BALDWIN, I. T.; KIM, S. *A simple and efficient micrografting method for stably transformed Nicotiana attenuata plants to examine shoot-root signaling. Plant Methods.* v. 7, n. 1, p. 34, 2011.
- GALBRAITH, D. W. *et al. Rapid flow cytometric analysis of the cell cycle in the intact plant tissues. Science.* v. 220, p. 1049-1051, 1983.
- GUZMÁN-PIEDRABITA, O. A.; PÉREZ, L.; PATIÑO, A. *Reconocimiento de nematodos fitoparásitos en pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus HAW). Boletín Científico.* v. 16, n. 2, p. 149-161, 2012.

HARIVAINDARAM, K. V.; REBECCA, O. P. S.; CHANDRAN, S. *Study of optimal temperature, pH and stability of dragon fruit (Hylocereus polyrhizus) peel for use as potential natural colorant. Pakistan Journal of Biological Sciences.* v.11, p.2259-2263, 2008.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. *Plant propagation: principles and practices.* 6 ed. New Jersey: Prentice Hall. 770p.1997.

HERBACH, K. M.; ROHE, M; STINTZING, F. C.; CARLE, R. *Structural and chromatic stability of purple pitaya (Hylocereus polyrhizus [Weber] Britton & Rose) betacyanins as affected by the juice matrix and selected additives. Food Research International.* v.39, p.667-77, 2006.

HERNÁNDEZ, Y. D. O. *Hacia el conocimiento y la conservación de la pitahaya. Oaxaca: IPN-SIBEJ-CONACYT-FMCN.* p.124, 2000.

HUFFMAN, M. *Cactus grafting methods. Journal of the Professional Association for Cactus Development.* v. 5, p. 106-114, 2003.

HUSSAIN, G.; WANI, M. S.; MIR, M. A.; RATHER, Z. A.; BHAT, K. M. *Micrografting for fruit crop improvement. Academic Journals.* V. 13(25), p. 2474-2483, 2014.

JACKSON, J. E. *Biology of apples and pears.* Cambridge: Cambridge University, 501p, 2003.

JAMILAH, B.; SHU, C. E.; KHARIDAH, M.; DZULKIFLY, M. A.; NORANIZAN, A. *Physico-chemical characteristics of red pitaya (Hylocereus polyrhizus) peel. International Food Research Journal.* v.18, p.279-286. 2011.

JOHANSEN, D. A. *Plant microtechnique.* 1. ed. New York: McGraw Hill, 1940

JOUBERT, R. *Riding the Dragon. Farmers Weekly Magazine.* Republic of South Africa. 2012.

JUNQUEIRA, K. P. *et al. Pitaya accesses genetic variability with different prduction levels through rapd markers. Revista Brasileira De Fruticultura.* v. 32, n. 3, p. 840-846, 2010.

JUNQUEIRA, K. P.; JUNQUEIRA, N. T. V.; RAMOS, J. D.; SALVIANO, A.; PEREIRA, A. V. **Informações preliminares sobre uma espécie de pitaya do Cerrado**. Embrapa Cerrados, 2002.

KARI, R.; LUKMAN, R. L.; ZAINUDDIN, R.; JA'AFAR, H. *Basal media for in vitro germination of red-purple dragon fruit *Hylocereus polyrhizus**. **Journal of Agrobiotechnology**. Gong Badak, v.1, p. 88-93, 2010.

KOMANG, D. J. *Morphology and physiology of pitaya and its future prospects in Indonesia*. CROP AGRO, **Scientific Journal of Agronomy**. v. 3, n. 1, p. 44-50, 2018.

LE BELLEC, F.; VAILLANT, F.; INBERT, E. *Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new crop, a market with a future*. **Fruits**. Paris, v. 61, n. 4, p. 237-250, 2006.

LIM, H. K.; TAN, C. P.; KARIM, R.; ARIFFIN, A. A.; BAKAR, J. *Chemical composition and DSC thermal properties of two species of *Hylocereus cacti* seed oil: *Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus**. **Food Chemistry**. London, v. 119, n. 4, p. 1326-1331, 2010.

LOBO, R. *Pitahaya (Dragonfruit) Research & Production in California*. **UC Small Farm Program Specialty Crops Conference**. Davis, CA. 12 Dec. 2007.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 3. 41a. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2001.

LUDERS, L.; G. MCMAHON. *The pitaya or Dragon fruit (*Hylocereus undatus*)*. **Agnote** N. 42, 2006.

MARQUES, V. B. **Germinação, fenologia e estimativa do custo de produção da pitaita [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose]**. 2010. 141 f. Tese (Doutorado) – Curso de Agronomia/Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

MARQUES, V. B. **Propagação semínifera e vegetativa de pitaita (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose)**. 2008. 85 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

MAKEE, H.; CHARBAJI, T.; AYYOUBI, Z.; IDRIS, I. *Evaluating resistance of some rootstocks to grape Phylloxera with in vitro and excised root testing systems. In Vitro Cell. Dev. Bio-Plant* v. 40, n. 2, p. 225-229, 2004.

MELO, E. T. **Compatibilidade anatômica dos porta-enxertos *Pyrus calleryana* e *Chaenomeles sinensis* com pereiras, macieiras e marmeleiros.** 77 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2016.

MENEZES, T. P.; GOMES, W. A.; PIO, L. A. S.; PASQUAL, M.; RAMOS, J. D. Micropropagação e endorreduplicação em pitaya vermelha, *Hylocereus undatus* HAW. **Biosci. J.**, v. 28, n. 6, p. 868-876, 2012.

MERTEN, S. *A review of Hylocereus production in the United States. J of the Prof. Assoc. for Cactus J PACD.* v. 5, p. 98-105, 2003.

MIZRAHI, Y.; NERD, A.; NOBEL, P. S. *Cacti as crops.* In: _____. JANICK, J. (ed.). **Horticultural Reviews.** v. 18, p. 321-346, 1997.

MIZRAHI, Y.; NERD, A.; SITRIT, Y. *New fruits for arid climates. Trends in new crops and new uses.* ASHS Press, Alexandria, VA n. p. 378-384, 2002.

MIZRAHI, Y. *Vine-cacti pitayas – the new crops of the world. Revista Brasileira de Fruticultura.* v. 36, n. 1, p.124-138, 2014.

MOGHADAM, A. R. L.; ARDEBILI, Z. O.; REZAIE, L. *Effect of indole butyric acid on micrografting of cactus. African Journal of Biotechnology.* v. 11, n. 24, p. 6484-6493, 2012.

MOLINA, D. J.; CRUZ, J. S. V.; QUINTO, C. D. V.; GONZALEZ, V. H. **Producción y exportación de La Fruta pitahaya hacia el mercado Europeo.** 115 p. *Monografía (Especialización en Finanzas) – Facultad de Economía y Negocios,* Quito, 2009.

MONDRAGON-JACOBO, C.; BORDELON, B. B. *Cactus pear (Opuntia spp. Cactaceae) breeding for fruit production. Journal of the Professional Association for Cactus Development.* v. 7, p. 19-35, 1996.

MOREIRA, R. A.; CRUZ, M. C. M. Fruticultura: Pitaia das mais diversas formas e cores. **Jornal Democrata.** v. 1143, 2011.

MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; MARQUES, V. B.; SILVA, F. O. R. Cultivo da pitaia: implantação. **Boletim técnico.** Lavras, MG, n. 92, p. 1-16, 2012.

NESS, A. R; POWLES, J. W. *Fruit and Vegetables, and Cardiovascular Disease: A Review. International Journal of Epidemiology.* v. 26, n. 1, p. 1-13, 1997.

NURUL S. R.; ASMAH R. *Variability in nutritional composition and phytochemical properties of red pitaya (Hylocereus polyrhizus) from Malaysia and Australia. International Food Research Journal.* v. 21, n. 4, 2014.

OLIVEIRA, I. V. M.; FILHO, C. F. D. CARVALHO. S. A.. Enxertia em citros por substituição de ápice caulinar. **Rev. Bras. Frutic.** v. 24, n. 3, p. 744-747, 2002.

PHILLIPS, G. C.; COLLINS, G. B. *Virus symptom-free plants of red clover using meristem culture. Crop Sci.* v. 19: p. 213-216, 1979.

PIMENTA, B. E. *El nopal tunero.* Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. México. p.246,1990.

PROHORT. **Programa Brasileiro de Modernização do Mercado Hortigranjeiro.** Acesso em: 21 de fevereiro de 2018. Disponível em: <https://www.prohort.conab.gov.br/pentaho/Prohort.2014>.

R CORE TEAM. *R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing.* Vienna, Austria. Acesso em: 03 de fevereiro de 2018. Disponível em: <https://www.R-project.org/.2016>.

RIBEIRO, L.M.; NERY, L. A.; VIEIRA, L. M.; MERCADANTE-SIMÕES, M. O .

Histological study of micrografting in passionfruit. Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC), v. 123, n. 1, p. 173-181, 2015.

RICHARDSON, F. V. M., SAOIR, S. M., HARVEY, B. M. R. *A study of the graft union in in vitro micrografted apple. Plant Growth Regulation.* v. 20, p.17–23,1996.

ROMÁN, R. S. S. *Evaluación de métodos de propagación en pitahaya amarilla*

Selenicereus megalanthus (Haw.) Britt & Rose y pitahaya roja Hylocereus polyrhizus

(Haw.) Britt & Rose. 2011. 280 f. Tese – Curso de Ciências Agrárias, Universidad Nacional de Colombia, Palmira, 2011.

SAGARPA, *Secretaria de Agricultura Ganaderia Desarrollo Rural Pesca Y Alimentacion. El cultivo de la pitahaya.* México: **Desarrollo Rural**, 12f. 2000.

SAJO, M. G; CASTRO, N. M. Caule. In: APPEZATTO, D. A.; GLÓRIA, B.; GUERREIRO, S. M. C. **Anatomia vegetal**, Viçosa: Ed. UFV. p. 283- 302. 2006.

SHIMOYA, C.; GOMIDE, C. J.; FONTES, J. M. Estudo anatômico da enxertia em *Citrus* spp. **Revista Ceres**, v. 15, n. 84, p. 95-105. 1968.

SILVA, A. C. C. **Pitaya: melhoramento e produção de mudas.** 2014. 132 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2014.

SILVA, A. C. C.; MARTINS, A. B. G.; CAVALLARI, L. L. Qualidade de frutos de pitaya em função da época de polinização, da fonte de pólen e da coloração da cobertura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 1162-1168, 2011.

STEGEMANN, S.; BOCK, R. *Exchange of genetic material between cells in plant tissue grafts. Science*, v. 324, n. 5927, p. 649-651, 2009.

STINTZING, F. C.; SCHIEBER, A.; CARLE, R. *Betacyanins in fruits from red-purple pitaya, *Hylocereus polyrhizus* (Weber) Britton and Rose. **Food Chemistry**. v. 77, n. 1, p. 101-106, 2002.*

TEL-ZUR, N.; ABBO, S.; MIZRAHI, Y. *Genetic relationships among *Hylocereus* and *Selenicereus vine cacti* (Cactaceae): evidence from hybridization and cytological studies. **Annals of Botany**. v. 94, n. 4, p. 527-534, 2004.*

THOMSON, P. *Pitahaya (*Hylocereus* species): A promising new fruit crop for southern California. **Bonsall Publications**. Bonsall, CA. 2001.*

TORRES, L. B. V.; SILVA, S. M.; FÉLIX, L. P. *Fruit characterization of a *Selenicereus CF setaceus* native from Brejo micro region, Paraíba State, Brazil. In: **VI International Congress on Cactus Pear and Cochineal**. v. 811. p. 149-154. 2007.*

WEISS, J.; NERD, A. Y.; MIZRAHI, Y. *Flowering behavior and pollination requirements in climbing cacti with fruit crop potential. **HortScience***. v. 29, n. 12, p. 1487-1492, 1994.

WU, L.C.; HSU, H. W.; CHEN, Y.C.; CHIU, C.C, LIN Y.I; HO, J.A. *Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. **Food Chemistry***. v. 95, n. 2, p. 319-327, 2006.

YIN, H. ; YAN, B. ; SUN, J.; JIA, P.; ZHANG, Z.; YAN, X.; CHAI, J.; REN, Z.; ZHENG, G. *Graft-union development: a delicate process that involves cell–cell communication between scion and stock for local auxin accumulation. **Journal of experimental botany***. v. 63, n. 11, p. 4219-4232, 2012.