

Manual Técnico

A Cultura da Pitaia



Manual Técnico

A Cultura da Pitaia

GRUPO OPERACIONAL Fruta Dragão: Validar a Capacidade Produtiva da Pitaia Vermelha



Ficha técnica

Título: Manual Técnico: A Cultura da Pitaia

Autores: Ana Rita Trindade^{1,2}, Diamantino Trindade³, Natália Marques^{2,4}, Luís Neto^{1,2} & Amílcar Duarte^{1,2}

Lisboa | 2022

Grafismo e Paginação: Miguel Inácio

Impressão: GMT Gráficos

Tiragem: 250 ex.

Depósito Legal: 503620/22

ISBN: 978-989-8319-55-5

Distribuição Gratuita

¹MED - Instituto Mediterrâneo para a Agricultura, Ambiente e Desenvolvimento, Universidade do Algarve

²Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro

³Mil Plantas, Sítio do Pereiro, caixa postal 250 X, 8700-123 Moncarapacho

⁴CEOT - Centro de Eletrónica, Optoeletrónica e Telecomunicações, Universidade do Algarve

ÍNDICE

Nota de Abertura	7
Introdução	9
1 - Classificação e origem	11
2 - Distribuição e importância económica	11
3 - Morfologia da planta	12
3.1 - Raiz	12
3.2 - Caule	13
3.3 - Flor	14
3.4 - Fruto	16
3.5 - Semente	16
4 - Fisiologia da planta	17
5 - Indução floral e floração	18
6 - Polinização	19
6.1 - Polinizadores naturais	20
6.2 - Polinização manual	22
6.3 - Efeito sobre o vingamento	24
7 - Frutificação	24
8 - Exigências edafoclimáticas	26
8.1 - Clima	26
8.1.1 - Temperatura	26
8.1.2 - Pluviosidade	26
8.1.3 - Luminosidade	27
8.2 - Solo	27
9 - Propagação	28
9.1 - Propagação seminal	28
9.2 - Propagação vegetativa	28
9.3 - Escolha e preparação dos cladódios	29

10 - Material Vegetal	31
11 - Implementação da cultura	32
11.1 - Escolha da espécie e da cultivar	32
11.2 - Qualidade do material vegetal	32
11.3 - Preparação do terreno	33
11.4 - Tutoragem	33
11.5 - Compasso	35
11.6 - Plantação e condução	36
11.7 - Poda	37
11.7.1 - Poda de formação	37
11.7.2 - Poda sanitária	37
11.7.3 - Poda de frutificação	38
12 - Rega	39
13 - Fertilização	40
14 - Técnicas de indução floral	42
15 - Pragas e doenças	43
15.1 - Pragas	43
15.2 - Doenças	45
15.2.1 - Doenças causadas por fungos	45
15.2.2 - Doenças causadas por bactérias	47
15.2.3 - Doenças causadas por vírus	48
16 - Colheita e pós colheita	48
Bibliografia	52

Nota de Abertura

Em nome da AJAP – Associação dos Jovens Agricultores de Portugal, agradeço a colaboração empenhada de todos os parceiros inseridos no Grupo Operacional (GO) Fruta Dragão: Validar a Capacidade Produtiva da Pitaia Vermelha, desenvolvido e financiado ao abrigo do PDR2020.

Foi com um enorme afinho e disponibilidade que os diferentes parceiros que passo a citar: Universidade do Algarve, através de alguns dos seus docentes; Consultora CONSULAI; as empresas Desafio Tropical, Luís Sabbo e a Mil Plantas, foram construindo os diferentes produtos do GO Fruta Dragão: Validar e Capacidade Produtiva da Pitaia Vermelha.

Todos os produtos deste projeto são de extrema importância, uma vez que o principal objetivo é introduzir e expandir a cultura da Pitaia, ainda muito recente no Algarve. Trata-se de uma cultura económica em relação às necessidades de água, e com uma apreciável rentabilidade. Pelo que os ensaios no campo foram e continuam a ser experiências a ter em conta, testamos soluções diferentes quanto às variedades, compassos, tutores, polinização, regadio, avaliamos pragas e doenças. Tudo fatores potenciadores, se utilizados corretamente ou limitadores se as opções ou a falta delas não sejam recomendadas.

Este é um papel extremamente importante das universidades, partilhar informação, estudar problemas concretos como este, ao serviço do setor e das empresas, divulgar e continuar a investigar, é sempre possível fazer mais, produzir mais, com menos recursos, este é o grande desafio da humanidade para as próximas décadas.

O presente “Manual Técnico: A Cultura da Pitaia” é assim, um importante instrumento de trabalho para agricultores, uma excelente base para mais estudos e aperfeiçoamentos necessários. Trata-se de um produto da equipe do projeto, na pessoa do Professor Amílcar Duarte, associo todos os demais que deram importantes contributos para este manual. Permitam-me que destaque ainda a Eng.^a Ana Trindade, estudante de mestrado, que no acompanhamento técnico de campo, juntou os números, as comparações e os resultados verificados neste período de tempo praticamente três anos, no campo de ensaio, onde foram instaladas as plantas da Pitaia.

Termino com uma referência final, dando nota do entusiasmo do Diretor Regional de Agricultura do Algarve, Doutor Pedro Monteiro, em representação de todo o Ministério da Agricultura, e em particular a DGADR – Direção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, referindo a importância que a cultura pode vir a ter na região algarvia no presente e futuro.

*O Director-Geral da AJAP
Firmino Cordeiro*

Introdução

O Algarve é uma região com grande tradição frutícola. A alfarrobeira e a laranjeira são as principais culturas, com mais de metade de toda a superfície ocupada com culturas permanentes. A implantação de novas culturas permite ampliar e diversificar a fruticultura da região, o que lhe adita valor e conduz a uma maior sustentabilidade da atividade agrícola. A pitaia, ou fruta dragão, é uma das culturas que pode contribuir para a diversificação da fruticultura do Algarve e para a sua sustentabilidade, atendendo à problemática associada à falta de água, pois, por pertencer à família das cactáceas, consegue fazer um uso mais eficiente deste recurso que as outras culturas frutícolas. Para além disso, a esta cultura estão associados diversos aspetos positivos, do ponto de vista nutricional e económico, tornando-a numa opção atrativa quer para consumidores quer para produtores.

O Grupo Operacional (GO) “Fruta Dragão: Validar a capacidade produtiva da pitaia vermelha” constituído pela Universidade do Algarve, AJAP, CONSULAI, Desafio Tropical, Luís Sabbo e Mil Plantas, foi criado com o propósito de estabelecer as necessidades e problemas associados ao cultivo da pitaia, de desenvolver tecnologias de produção sustentáveis e competitivas, adaptadas às condições edafoclimáticas do Algarve e de potenciar as condições para a sua expansão.

1 - Classificação e origem

A palavra pitaia é de origem Taíno (Mizrahi, 2014; Nunes et al., 2014), sendo que, pelo mundo, a planta pode ser conhecida também por outros nomes: “fruta-dragão”, “vine cacti”, “pitahaya” e “rainha-da-noite”, devido à sua floração noturna e ao facto de a sua flor ser uma das maiores de entre as plantas da família das cactáceas (Britton & Rose, 1920).

A pitaia inclui várias espécies pertencentes à família Cactaceae (Classe Magnoliopsida, Ordem Caryophyllales), com origem no México, na América Central e no Caribe, regiões que apresentam maior diversidade de formas e onde a planta é cultivada há vários séculos (Mizrahi *et al.*, 2002).

A classificação das pitaia tem sido alvo de discussão entre os botânicos, mas considera-se que a maioria das espécies cultivadas pertence ao género *Selenicereus*. Consoante a espécie, os frutos podem apresentar características físicas e químicas distintas no que respeita ao formato, presença de espinhos, cor da casca e da polpa, teor de sólidos solúveis e acidez, reflexo da elevada diversidade genética desta cultura (Lima, 2013). As espécies mais cultivadas e comercializadas no mundo são a pitaia vermelha (*Selenicereus undatus* (Haw.) D.R.Hunt) com casca vermelha e polpa branca, e a amarela (*Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran) que apresenta casca amarela e polpa branca (Mizrahi *et al.*, 2002). São também muito apreciadas a pitaia vermelha com polpa vermelha (*Selenicereus costaricensis* (F.A.C. Weber) S.Arias & N.Korotkova ex Hammel) e a pitaia saborosa (*Selenicereus setaceus* (Salm-Dyck ex DC.) A. Berger ex Werderm.) que é encontrada naturalmente em algumas regiões do Brasil.

2 - Distribuição e importância económica

A pitaia é uma cultura tradicional do continente americano, nomeadamente em países como a Costa Rica, Colômbia, Nicarágua e México. Nas últimas décadas o interesse pelo fruto aumentou e surgiram plantações mais orientadas para a comercialização. Atualmente a cultura da pitaia também ocupa um lugar de destaque na Tailândia, Vietname, Israel, Austrália, China, Indonésia e Índia. No Vietname, a pitaia é o fruto mais exportado. Este país é o principal exportador de pitaia, com escoamento de 80-85% da produção para vários mercados como a China, União Europeia, Estados Unidos da América, Austrália e Japão, entre outros.

Ao nível da Europa, Portugal e Espanha são os países que reúnem as melhores condições para o cultivo da pitaia e já deram início ao seu cultivo. Esta cultura surge num cenário onde a necessidade de diversificar as explorações agrícolas aumenta, tendo sido já reconvertidas algumas estufas que se dedicavam à produção de outros frutos. Ainda que esta aposta seja relativamente recente nos dois países, a área de cultivo tem tido um crescimento acentuado e tem perspectivas de aumento nos próximos anos.

3 - Morfologia da planta

3.1 - Raiz

A pitaia apresenta dois tipos de raízes com funções distintas: o sistema radicular principal que se encontra no solo, e as raízes adventícias que se desenvolvem a partir dos cladódios.

O sistema radicular fasciculado é considerado pouco profundo (Mizrahi *et al.*, 2007) podendo explorar até aos 25-30 cm de profundidade e ocupar 30 cm de diâmetro (Figura 1). É o responsável pela maior absorção de água e nutrientes.

Figura 1 - Sistema radicular da pitaia



Na natureza, por não ser capaz de se sustentar por ela própria, vai fazendo uso das raízes adventícias e vai fixando-se, à medida que cresce, sobre árvores e pedras (Lewis, 2014; Montesinos Cruz, 2015), podendo também contribuir para absorção de água e nutrientes. Normalmente, o lado mais plano do cladódio é onde se desenvolvem essas raízes e por esse motivo a planta deve ser plantada com esse lado encostado ao tutor. O desenvolvimento das raízes adventícias é tendencialmente em direção ao solo, até atingi-lo, o que poderá auxiliar na nutrição da planta (Pio *et al.*, 2020).

3.2 - Caule

A pitaia é uma planta perene, trepadeira, de crescimento rápido, com o caule classificado morfologicamente como cladódio.

Os cladódios são suculentos, graças à acumulação de água e reservas, e circundam o feixe vascular principal onde circula a seiva. Assumem as funções das folhas, sendo que os espinhos são as folhas adaptadas desta espécie. Os espinhos estão localizados nas aréolas das arestas do cladódio, onde se encontram também as gemas. Daqui podem surgir ou um novo rebento vegetativo ou um botão floral (Figura 2). Os espinhos, que protegiam a aréola, ficam temporariamente presos ao botão floral e, à medida que este se desenvolve, acabam por se desprender.

Figura 2 - Pormenor das aréolas do cladódio e do botão floral



A planta adulta é formada por vários cladódios (Figura 3) cujo comprimento depende da cultivar e das condições de cultivo, variando de 15 cm a 2 m de comprimento entre dois nós consecutivos. Dependendo do género ou de certas condições ambientais, os cladódios podem apresentar três ou mais lados e grupos de espinhos de 2 a 40 mm de comprimento.

Figura 3 - Cladódio



O cladódio é capaz de regular a acumulação de água nos tecidos, no período do verão, de forma a reduzir ao mínimo as perdas. Para esse efeito contribui também a presença de uma cutícula fina e transparente que permite minimizar a transpiração. Quando sujeito a radiação excessiva ou carências nutricionais, os cladódios tomam uma cor amarelada.

3.3 - Flor

Os botões florais, cilíndricos (assim que surgem) e verdes (Figura 4) ou arroxeados (dependendo da cultivar), surgem nas aréolas dos cladódios e após 17 a 24 dias podem chegar a atingir 28-30 cm, altura em que a antese ocorre. As flores são grandes (aproximadamente 30 cm), brancas, vistosas, aromáticas e hermafroditas (Figura 5).

Figura 4 - Botões florais da cultivar *Selenicereus undatus*

Figura 5 - Flor aberta nas primeiras horas da manhã



O ovário é ínfero e possui inúmeros óvulos. No gênero *Selenicereus* o número de óvulos pode oscilar entre 2000 e 7200, segundo a espécie (Cisneros *et al.*, 2011; Nerd & Mizrahi, 1997; Tel-Zur *et al.*, 2005). As anteras das plantas do gênero *Selenicereus* spp. estão situadas pelo menos 2 cm abaixo do estigma, o que dificulta a autopolinização, uma vez que os órgãos masculinos e femininos não se tocam e é difícil que o pólen caia sobre o estigma, sem qualquer intervenção externa.

3.4 - Fruto

Os frutos da pitiaia são bagas de forma ovoide, geralmente alongadas, mas que em algumas cultivares, podem ser redondas. São globosos ou subglobosos, grandes, podendo medir até 20 cm de diâmetro e pesar cerca de 1 kg (Figura 6). Apesar disso, os frutos mais valorizados comercialmente são os que não ultrapassam as 300-400 g. Os frutos são coloridos, cobertos por brácteas (cujo número e dimensões variam segundo a espécie e a cultivar), de aparência exótica e suculentos, com sabor leve e adocicado. Consoante a espécie, apresentam características diversificadas: polpa branca, rosa ou vermelha e casca vermelha ou amarela (Ortiz-Hernandez & Carrillo-Salazar, 2012), para além da presença de espinhos.

Figura 6 - Fruto em condições ótimas de colheita



3.5 - Semente

As sementes medem 2 a 3 mm, são muito numerosas, de coloração escura e encontram-se distribuídas por toda a polpa (Figura 7) (Canto *et al.*, 1993).

Quanto aos benefícios para a saúde, as sementes são muito ricas em fibra, o que torna a pitiaia uma ótima opção para dietas de emagrecimento.

Figura 7 - Polpa e sementes do fruto de *Selenicereus undatus*

4 - Fisiologia da planta

Por ser uma Cactácea, apresenta um tipo específico de metabolismo, denominado metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), o que influencia o comportamento dos estomas que abrem à noite e fecham durante o dia, traduzindo-se num eficaz uso da água absorvida e acumulada nos cladódios. Este mecanismo confere à pitaia a capacidade de sobreviver sob condições de seca severa, não suportadas por outras espécies fruteiras (Nerd & Neumann, 2004). Apresenta ainda outros mecanismos de adaptação, tais como, modificações no caule que permite a acumulação de água, a ausência de folhas e, em algumas cultivares, a presença de uma camada cerosa no caule. Estas características fisiológicas e morfológicas permitem explicar a distribuição geográfica mundial das pitaia. Então, apesar de preferir climas quentes e húmidos, esta planta é capaz de se adaptar perfeitamente a ambientes mais secos. Com isto, é importante ressaltar que, num cenário crescente de alterações climáticas, culturas com metabolismo CAM poderão ser uma aposta com elevado potencial.

5 - Indução floral e floração

A floração é induzida pelos dias longos. No entanto, o efeito do fotoperíodo depende da temperatura e o intervalo de tempo desde a indução floral até à floração aumenta quando a temperatura atinge valores acima do ponto ótimo de crescimento da parte vegetativa (Feng-Ru & Chung-Ruey, 1997; Ha *et al.*, 2018; Yan & Wallace, 1995). À medida que a incidência de luz vai aumentando, aumenta também a capacidade da planta para emitir novos rebentos vegetativos. Sabe-se também que a formação dos botões florais depende das temperaturas noturnas: quanto mais altas, mais potenciam o seu aparecimento, sendo que o contrário atrasa o seu desenvolvimento.

Desde que a planta seja cultivada em condições adequadas, e dependendo do seu estado de maturação e do desenvolvimento do sistema radicular, a floração ocorre após o primeiro ano de plantação e surge, no hemisfério Norte, no final da primavera até princípios do outono (Nerd & Mizrahi, 1997), sendo mais intensa em pleno verão (Trindade, 2022). O desenvolvimento do botão floral é considerado muito rápido (25 a 35 dias) e vão surgindo novos botões, por camadas, ao longo do referido período. Os picos de floração tendem a aumentar com a idade da planta, sendo que plantas com três anos poderão emitir mais do que cinco camadas de floração durante o verão. Em plantas mais velhas, se cultivadas em condições favoráveis, a floração é ainda mais intensa e registam-se mais camadas de floração. Ao quinto ano, a intensidade da floração atinge o seu máximo e estabiliza.

Cada flor abre apenas uma vez, à noite e por um período compreendido entre oito e doze horas. Começam a abrir a partir das 19h e às 23h estão completamente abertas. O processo de abertura da flor é visível a partir do meio-dia, com um aumento de volume ao nível do perianto, assim como o início da libertação de pólen pelas anteras. A pré-antese é determinada pelo início da abertura das sépalas e tem início durante a tarde. Nessa altura, em alguns casos mais cedo que noutros, é possível observar as pétalas brancas e, portanto, é fácil distinguir os botões florais que abrem nessa noite dos que só abrirão na noite seguinte. No início da noite dá-se a abertura floral, com separação das pétalas e das sépalas, estando já as anteras a libertar pólen.

A flor permanece aberta até à manhã seguinte, altura em que, tendo ou não a polinização ocorrido (manualmente ou por insetos polinizadores), começa a murchar gradualmente. As condições meteorológicas, nomeadamente a temperatura e a luminosidade são aspetos que influenciam a abertura e o fecho mais precoce ou tardio da flor: em dias quentes a flor poderá abrir mais cedo, a partir das 18h; se no dia seguinte a temperatura continuar elevada, a flor murcha mais cedo nas

primeiras horas da manhã. Por outro lado, se estiver mais fresco e nublado, a flor pode permanecer aberta até às 11h - 12h, permitindo que o período de visita dos agentes polinizadores diurnos seja prolongado. Ainda assim, é a partir das 10h que, geralmente, se nota nitidamente a murchidão da flor.

No hemisfério Norte, não é possível obter floração durante o inverno, devido às baixas temperaturas e aos dias curtos característicos desta época. Com o objetivo de obter fruta de qualidade e de alto valor económico, a suplementação de luz durante a noite pode ser uma alternativa viável para induzir a floração, ainda que a emergência dos botões florais só ocorra quando as temperaturas sejam similares às ocorridas na altura normal de produção. Outra das técnicas utilizadas com o mesmo objetivo, é o sombreamento na ordem dos 40%. Isto poderá estar relacionado com as condições do *habitat* natural em que esta espécie frutifica: sujeita a algum sombreamento pelas árvores em que se apoia.

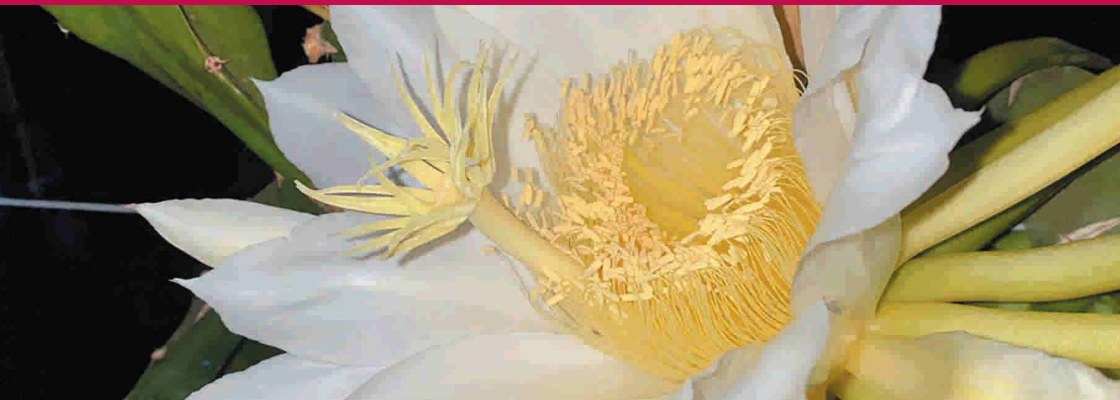
6 - Polinização

A polinização é essencial para a obtenção de frutos e ocorre quando os grãos de pólen caem no estigma e germinam, emitindo o tubo polínico que se alonga dentro do estilete até chegar ao ovário da flor. Aí, cada óvulo deve ser fecundado por um núcleo reprodutivo proveniente de um grão de pólen. Cada óvulo fecundado dará origem a uma semente e o ovário dará origem ao fruto. Quanto mais óvulos fecundados, maior será o fruto.

Segundo Muniz et al. (2019), o longo período de recetividade do estigma pode ser um mecanismo de adaptação das pitaia para que o maior número de grãos de pólen possível possa germinar e assim seja assegurada a fecundação da grande quantidade de óvulos presentes no ovário.

A morfologia floral, como já vimos, pode revelar-se um problema em relação à autopolinização, pois os órgãos masculinos estão posicionados numa posição inferior, relativamente aos órgãos femininos, impossibilitando o toque entre os mesmos, o que é principalmente comprometedor no que toca à autopolinização (Figura 8). Mesmo que as abelhas intervenham nas primeiras horas da manhã, período que já por si é relativamente curto, por serem seres tão pequenos comparativamente à flor, nem sempre a polinização é efetivamente assegurada.

Figura 8 - Pormenor da distância entre os órgãos femininos e masculinos da flor



Outro dos inconvenientes associados à produção de frutos está relacionado com o mecanismo de autoincompatibilidade de algumas espécies do género *Selenicereus*: o pólen de uma determinada flor é incapaz de fecundar os óvulos dessa mesma flor. Neste caso, será necessária a polinização cruzada com cultivares escolhidas para o efeito.

Por estes motivos, e com o objetivo de garantir a maior taxa de vingamento dos frutos, a polinização manual é uma prática comum no cultivo comercial da pitaia em muitas regiões. Esta técnica garante que uma boa quantidade de pólen específico seja inserida no estigma, potenciando a formação de numerosas sementes e um bom calibre do fruto. No entanto, a polinização manual acarreta maior necessidade de mão de obra e, como tal, os custos de produção são mais elevados.

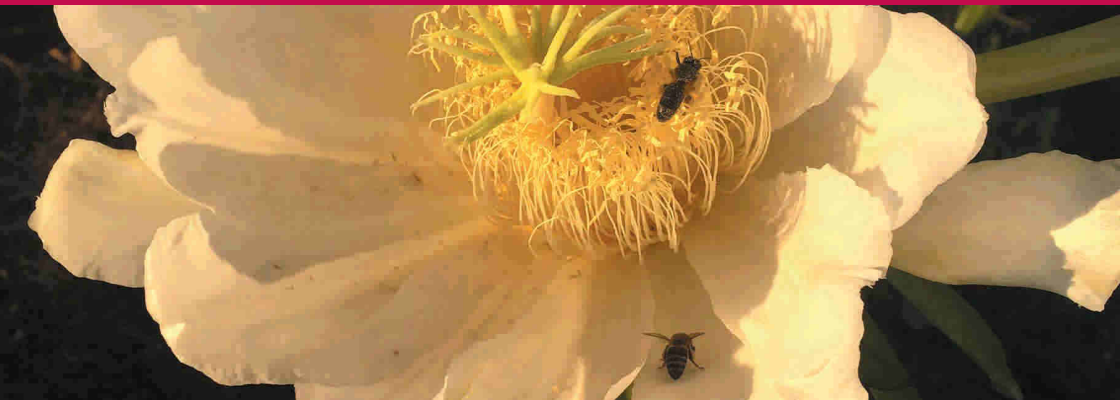
6.1 - Polinizadores naturais

Sendo que as flores são de antese noturna, os agentes polinizadores das regiões das quais a pitaia é nativa, são principalmente morcegos que se alimentam não de néctar, visto que as flores de pitaia não o produzem, mas sim de pólen (Fabrice Le Bellec *et al.*, 2006; Nerd and Mizrahi, 1997) e ainda, algumas espécies de mariposas tais como as da família Sphingidae e do género *Manduca* (Daubresse Balayer, 1999). Nos países de origem a polinização natural parece não ser necessária, ao contrário de muitos dos países onde a pitaia foi introduzida. Estes relatam que a polinização natural é pobre, devido à falta desses polinizadores e, por isso, a polinização manual é uma técnica considerada essencial para contornar este problema.

O observado no campo de ensaios do GO Fruta Dragão, em Cacula Velha, nas temporadas de 2020 e 2021, indica que as abelhas foram os agentes polinizadores que mais visitaram as flores de pitaia (Trindade, 2022). Atraídas pelo forte aroma das flores ainda abertas, as abelhas abandonam as colmeias assim que amanhece e até que todo o pólen seja recolhido, ou até que a flor feche, circulam pelas flores. Para além disso, verificou-se que quanto mais abelhas visitam a flor ao mesmo tempo, mais frequentemente tocam com o corpo coberto de pólen no estigma e, por isso, maior é a probabilidade de assegurarem a polinização.

Então, apesar de serem seres muito pequenos em comparação com a flor (Figura 9), as abelhas, quando presentes em quantidade, são não só capazes de polinizar as flores de pitaia, como também consideradas o polinizador diurno mais importante desta cultura. Relativamente aos polinizadores noturnos, não foi registada a presença de morcegos no campo. Para além da sua presença ser cada vez menor na região, é provável que estes morcegos sejam insectívoros e, portanto, não sejam atraídos pelo pólen das flores de pitaia.

Figura 9 - Visita das abelhas à flor nas primeiras horas da manhã



A eficácia da polinização livre por parte das abelhas está dependente das condições meteorológicas e da quantidade de colmeias presentes na zona envolvente do pomar. Por isso, há que ter em atenção que depender única e exclusivamente da ação das abelhas em noites em que abrem centenas de flores, poderá ser arriscado.

6.2 - Polinização manual

As características morfológicas da flor, como a sua dimensão e a nítida distinção dos órgãos femininos e masculinos, facilitam a realização da polinização manual (recolha do pólen dos estames e a inserção do mesmo no estigma).

A forma mais tradicional de recolher o pólen consiste em sacudir a flor para dentro de um copo ou recipiente grande, com a ajuda de um pincel (Figura 10). De seguida, a polinização manual é concluída ao passar o pincel no estigma, deixando-o coberto de pólen (Figura 11). Também existem pequenos aspiradores a bateria, que tornam a recolha de pólen numa tarefa mais fácil e rápida.

Figura 10 - Utensílios para polinização manual (recipiente e pincel);
pólen depositado nas pétalas e pólen já recolhido no recipiente



Figura 11 - Pólen depositado no estigma, após polinização manual



Tendo em conta que a flor está completamente aberta por volta das 23h e, portanto, a atingir a viabilidade do pólen e a receptividade do estigma máximos, a altura ideal para a polinização manual deverá ser nesse ou a partir desse período. Apesar disso, ainda não foram relatadas diferenças significativas entre a polinização feita durante a noite e a polinização nas primeiras horas da manhã, pois durante todo o período da antese, o pólen está viável e capaz de fertilizar os óvulos.

Ainda sobre o momento ideal de se proceder à polinização manual, deve ter-se em conta o tipo de plantação em questão, bem como as condições meteorológicas de cada dia/noite. Caso a plantação esteja ao ar livre e a noite seja ventosa, o vento forte consegue remover a maior parte do pólen das flores, sendo por isso necessário um cuidado acrescido no que toca à polinização. A recolha manual do pólen nestas condições é uma tarefa difícil e muitas vezes impossível, principalmente em plantações comerciais em plena produção onde é preciso muito pólen para todas as flores. Também a ação das abelhas nas primeiras horas do dia acaba por ser em vão, pois nessa altura a quantidade de pólen presente nos estames, ou no fundo da flor, onde se acumula naturalmente, é muito escassa. Então, é importante que ao longo de várias noites se proceda à recolha da máxima quantidade de pólen possível e se guarde o que sobrar após a polinização de cada dia. Se devidamente acondicionado, esse pólen poderá ser utilizado nos dias seguintes. Nos ensaios efetuados pelo GO para esse efeito, foi possível provar a viabilidade do pólen conservado no frigorífico, a 4 °C, até 3 dias.

6.3 - Efeito sobre o vingamento

No campo de ensaios do GO, testaram-se a polinização manual e livre, pela ação dos principais agentes polinizadores da região, as abelhas. A percentagem de vingamento foi 98% para as flores polinizadas manualmente e 84% para as flores polinizadas pelas abelhas. O facto de a percentagem de vingamento para estas flores ser inferior, pode estar associada a diversos fatores:

- condições meteorológicas da noite em que as flores abriram, nomeadamente a intensidade do vento;
- condições meteorológicas do início da manhã, que influenciam a atividade das abelhas;
- flores abertas muito dispersas na plantação;
- insuficiente quantidade de abelhas.

A polinização manual resultou numa percentagem de frutos vingados superior, pois todos os parâmetros acima mencionados perderam o seu efeito.

7 - Frutificação

Após a polinização da flor, inicia-se o desenvolvimento do fruto. No início do seu crescimento parte das sépalas da flor acabam por se tornar extensões do pericarpo, originando as brácteas do fruto. Cerca de 8 a 10 dias após a polinização, já é possível observar o pequeno fruto verde formado, mantendo-se dessa cor até o processo de maturação estar completo (Figura 12). Este processo demora 30 a 35 dias, e tende a prolongar-se com a diminuição da temperatura. Ao longo desse período podem distinguir-se três fases (Méndez and Coello, 2016):

- A primeira fase é iniciada com a fecundação dos óvulos pelo pólen, e dura 19 a 30 dias, dependendo das condições climáticas. Nesta fase o fruto é verde e vai crescendo com o desenvolvimento das sementes e da polpa.
- A fase intermédia pode durar 10 dias, durante os quais se inicia a acumulação de substâncias de reserva e ocorre a continuação do desenvolvimento das sementes.

- A última fase é a maturação do fruto. Nesta fase, o teor de sólidos solúveis totais aumenta e a acidez decresce. A maturação é completa quando a cor do fruto passa de verde para a cor característica da cultivar. Esta etapa pode decorrer durante 4 a 10 dias, consoante a cultivar e as condições meteorológicas.

Figura 12 - Processo de maturação, com a fase inicial de fruto verde, fruto a mudar de cor, e fruto na fase final de maturação



8 - Exigências edafoclimáticas

8.1 - Clima

8.1.1 - Temperatura

A pitiaia prefere climas quentes, com invernos suaves, apresentando bom desenvolvimento em locais com temperatura média entre 18 °C e 26 °C, mas pode ser cultivada em regiões com temperatura média entre 14 °C e 32 °C. Visto ser uma cultura oriunda de climas tropicais e subtropicais, os piores inconvenientes ao desenvolvimento da planta são as amplitudes térmicas drásticas e a ocorrência de geadas. A temperatura mínima para o cultivo é -2 °C, sendo que a - 4 °C a planta morre (Thomson, 2002). Os primeiros danos por frio são manchas redondas necróticas que se espalham pelo cladódio, e são observados quando as temperaturas são inferiores a 4 °C. Assim que as temperaturas começam a subir, a planta recupera bem, e caso os danos no inverno não tenham sido muito graves, a produção não é comprometida (Mizrahi & Nerd, 1999).

Suporta temperaturas máximas de até 40 °C (Barbeau, 1990), desde que o sistema radicular tenha acesso a água. Para a espécie mais comum, *Selenicereus undatus*, temperaturas abaixo de -2,5 °C e superiores a 45 °C são gravemente limitantes, causando a morte da planta (Nobel *et al.*, 2002). A floração que ocorre no hemisfério norte de maio a outubro é, portanto, estimulada por temperaturas mais altas, sendo que temperaturas superiores a 38 °C a inibem (Nerd *et al.*, 2002). Para que ocorra a frutificação a temperatura diurna deve estar acima dos 20 °C e a noturna não deve estar abaixo dos 15 °C (Pio *et al.*, 2020).

8.1.2 - Pluviosidade

Ao contrário de outros catos com origem em desertos, a pitiaia é originária de regiões onde a precipitação ronda os 1730-2540 mm/ano (Gunasena *et al.*, 2007). Ainda assim, por pertencer à família das Cactáceas, parece adequado o seu cultivo em climas semiáridos. A precipitação adequada ronda valores de 500 mm a 700 mm. Precipitação em exagero pode causar a abscisão floral e o apodrecimento dos frutos e, se a estrutura do solo assim o favorecer, o encharcamento poderá conduzir ao apodrecimento do cladódio em contacto com o solo.

Em regiões com verões quentes e secos, e principalmente quando o objetivo é obter frutos de qualidade para comercialização, a rega é indispensável. Ainda assim, o consumo de água será sempre muito inferior ao da maioria das culturas frutícolas de regadio, tropicais ou não.

8.1.3 - Luminosidade

Quanto ao fotoperíodo e luminosidade, a pitaia é uma planta de dias longos, necessitando de mais de 12 horas de luz para frutificar. Nas nossas condições, isto só se verifica a partir do equinócio de primavera, em março.

As pitaias nativas encontram-se em florestas tropicais, sob árvores onde a radiação solar é baixa ($500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (Pio *et al.*, 2020). Quando cultivada sob luminosidade excessiva os cladódios tomam cor amarelada e o crescimento é prejudicado. O contrário também é prejudicial: em excesso de sombra, as plantas ficam estioladas e a produção de flores é muito reduzida. Estudos realizados em Israel mostram que para um bom desenvolvimento e produção, deve providenciar-se sombreamento de 30 a 60%, dependendo das espécies e da localização dos pomares (Yosef Mizrahi & Nerd, 1999). O sombreamento também pode ser obtido utilizando-se como tutores, algumas espécies arbóreas, que fornecerão o sombreamento necessário no período de maior intensidade luminosa. Porém é necessário podar estes tutores com regularidade, para que o sombreamento não seja excessivo.

8.2 - Solo

A pitaia pode desenvolver-se em vários tipos de solos, mas prefere solos ricos em matéria orgânica, bem drenados, que conservem bem a humidade e de textura franco-arenosa. O sistema radicular pouco profundo faz dela uma alternativa interessante de cultura frutífera para solos arenosos e pouco profundos e, como pertence à família das Cactáceas, parece adequado o seu cultivo em climas semiáridos, dada a sua capacidade de suportar períodos de seca (Nerd & Neumann, 2004; YuQing *et al.*, 2015). O pH ideal situa-se entre 5,5 e 6,5 (Lima, 2013) embora haja plantas com razoável desenvolvimento, instaladas em solos alcalinos. É ainda sensível à salinidade, principalmente quando associada a elevados níveis de sódio. Este pode ser um fator limitante ao cultivo da planta em algumas zonas do Algarve.

Ainda que muito valorizada pela sua rusticidade e possibilidade de implantação em terrenos pouco adequados para outras fruteiras (Junqueira *et al.*, 2010), o sucesso do seu cultivo depende muito das condições climáticas e práticas culturais adotadas pelo produtor. Embora a planta possa sobreviver em diferentes tipos de solo, a sua produtividade poderá, em alguns casos, ser muito baixa.

9 - Propagação

9.1 - Propagação seminal

Na reprodução seminal há que considerar que a maioria das sementes provém de polinização cruzada entre duas cultivares ou até entre duas espécies. Esta combinação genética resulta em plantas geneticamente diferentes, e por isso com características diferentes das plantas que a originaram. Como tal, a propagação por semente é utilizada maioritariamente em programas de melhoramento genético e desencorajada para plantações comerciais por ser impossível determinar previamente as características produtivas e organoléticas dos frutos obtidos. Para além disso, o período improdutivo, ou seja, entre a sementeira e o aparecimento da primeira flor da planta, é muito mais longo, quando comparado com a propagação vegetativa (Hernández, 2000).

9.2 - Propagação vegetativa

O método de propagação mais utilizado nesta cultura é através de estacas (cladódios) normalmente de 25 a 40 cm de comprimento (Yosef Mizrahi & Nerd, 1999). A estacaria é um método de propagação cujo principal objetivo é a obtenção de novas plantas geneticamente iguais à planta que lhes deu origem. Consiste na remoção de segmentos da planta mãe que, sob condições adequadas, são capazes de emitir raízes. A viabilidade deste método está dependente da capacidade da estaca em formar um sistema radicular de qualidade e do desenvolvimento posterior da planta propagada.

9.3 - Escolha e preparação dos cladódios

O comprimento do cladódio a selecionar para originar uma nova planta é uma característica importante, pois influenciará o enraizamento e a quantidade e tamanho das rebentações que surgirão no primeiro ano da nova planta. Segundo Marques *et al.* (2011), estacas formadas por cladódios de 15 a 25 cm são as mais indicadas para propagação. Neste estudo, cladódios com tamanho superior a 15 cm apresentaram uma taxa de enraizamento de 100%, proporcionando a formação de um sistema radicular mais denso e maior capacidade da planta para emitir novos rebentos. A influência do comprimento das estacas no sucesso e rapidez do enraizamento e na futura rebentação da planta deve-se às reservas de hidratos de carbono da estaca e ao volume de auxinas produzidas (FAO, 2001).

A idade da planta mãe é um fator importante no sucesso do enraizamento das novas plantas, uma vez que as estacas removidas da planta mãe perpetuam a idade ontogenética na nova planta (Hartmann *et al.*, 2002): o enraizamento dos cladódios provenientes de uma planta mais velha, com maior acumulação de reservas, será mais rápido. Já o enraizamento de um cladódio mais novo, com menos de um ano, tende a ser mais difícil (Méndez & Coello, 2016) e portanto, mais demorado.

Relacionada com a idade da planta mãe, também a posição de onde foram removidos os cladódios e a idade dos mesmos deve ser considerada. Cladódios removidos da parte inferior da planta, por norma, foram dos primeiros rebentos a surgir quando a planta mãe era mais jovem. Isto significa que são mais maduros e rijos, apresentando como reflexo disso, uma coloração verde-escura, diferente da tonalidade verde-clara característica dos cladódios mais novos.

Na remoção dos cladódios selecionados para propagação deve assegurar-se a escolha de uma planta mãe saudável, livre de qualquer sintoma causado por algum agente patogénico. O corte deve ser feito preferencialmente na inserção dos cladódios (zona mais lenhosa que os une à planta mãe). Caso isso não seja possível, a incisão pode ser feita na parte sucudenta do cladódio. Neste caso é aconselhável deixar que o corte cicatrize antes que a estaca seja colocada a enraizar.

As estacas devem ser colocadas em vasos, sacos de polipropileno pretos (15 cm de diâmetro x 20 cm de altura) ou ainda em alvéolos e enterradas pela base do cladódio (parte lenhosa) (Figura 13). Dependendo do tamanho da estaca, a profundidade de plantação pode ir até 5-10 cm. Durante

o enraizamento, a planta prefere um substrato com boa drenagem, como a areia, que potencie a formação de raízes em quantidade; quando colocada no solo beneficia da matéria orgânica lá presente. É aconselhável providenciar 50% de sombra e regar de forma que o substrato esteja sempre húmido, tendo o cuidado de evitar o encharcamento que, por consequência, pode conduzir ao apodrecimento da base do cladódio. A profundidade de plantação e humidade do substrato são os principais fatores que condicionam o bom desenvolvimento radicular e a emissão de rebentos. Para além destes fatores, o enraizamento e desenvolvimento da nova planta pode variar com a época do ano em que se dá início a este processo e a espécie ou cultivar em causa (Marques *et al.*, 2011).

Figura 13 - Propagação vegetativa da pitaia — Viveiro Mil Plantas, Faro



Em relação à rebentação nova que surge pouco tempo depois da plantação da estaca, recomenda-se a remoção dos rebentos laterais, deixando apenas um rebento que esteja na posição mais vertical possível e localizado no ápice do cladódio. Esta prática favorece um desenvolvimento mais rápido e permitirá que a planta já se encontre maior, quando for transferida para o local definitivo.

10 - Material Vegetal

As cultivares de pitaia vermelha com maior potencial comercial são as de casca vermelha e polpa branca, *Selenicereus undatus* (Haw.) D.R.Hunt, e as de casca e polpa vermelhas, *Selenicereus costaricensis* (F.A.C. Weber.) S.Arias & N.Korotkova ex Hammel (Figura 14).

Figura 14 - Cultivares de pitaia vermelha: de polpa branca, *Selenicereus undatus*; e de polpa vermelha, *Selenicereus costaricensis*



A espécie *S. undatus*, caracteriza-se pelos cladódios longos e verdes (mais claros do que os de *S. costaricensis*) e pelas flores muito compridas (até 30 cm). As sépalas da flor são verde-claras ou amarelo-esverdeadas, e as pétalas brancas. O fruto é vermelho rosado com comprimento de 15 cm a 22 cm e peso de 300 g a 800 g, podendo atingir 1 kg. É oblongo e coberto por brácteas vermelhas e verdes nas pontas. Possui polpa branca de textura e sabor agradáveis. O processo de maturação demora mais ou menos 34 dias e possui aproximadamente 66% de polpa (Pio *et al.*, 2020).

Relativamente à espécie *S. costaricensis*, nativa da Costa Rica e da Nicarágua, é caracterizada pelas plantas vigorosas e flores maiores que as de *S. undatus*. Algumas plantas desta espécie apresentam cladódios cerosos. Os frutos apresentam um diâmetro de 10 cm a 15 cm e peso entre 250 g e 600 g, são ovoides, escarlates (ou cor de vinho), cobertos com brácteas da mesma cor, mas mais

esbatida. A polpa é vermelha arroxeada e com bom sabor. Demora cerca de 30 dias para amadurecer e tem aproximadamente 55% de polpa.

Existem numerosas cultivares pertencentes a estas e a outras espécies e ainda híbridos entre as referidas espécies.

11 - Implementação da cultura

11.1 - Escolha da espécie e da cultivar

A plantação deve incluir espécies e cultivares que estejam adaptadas ao clima da região, e na sua escolha também se deve ter em conta a sua produtividade e os requisitos do mercado alvo. Num pomar comercial é essencial a presença de duas ou mais cultivares, cujo período de floração seja comum. Deste modo poderá proceder-se à polinização cruzada, seja por via manual ou pela ação de agentes polinizadores.

Uma plantação com distintas cultivares permitirá também atender às preferências dos consumidores por frutos de polpa branca ou polpa vermelha.

11.2 - Qualidade do material vegetal

A aquisição de plantas sãs é particularmente importante nesta cultura, visto ser uma planta facilmente propagável pela via vegetativa. O ideal é recorrer a viveiristas que apresentem garantias quanto à cultivar, sanidade e origem do material vegetal. Os produtores têm vindo a recorrer frequentemente à importação de material vegetal de outros países e comercializam-no entre si. Esta é uma alternativa perigosa e desaconselhada, visto que esse material poderá estar infetado com agentes patogénicos que, ao serem trazidos para Portugal poderão vir a causar danos, não só nas plantas da mesma espécie como também noutras culturas.

É natural que os produtores procedam, nas suas explorações, à multiplicação de plantas, reduzindo-lhes assim os custos de produção quando pretendem aumentar a área de cultivo.

11.3 - Preparação do terreno

A pitaia é uma fruteira perene e possui uma expectativa de produção até aproximadamente 20 a 25 anos (Gunasena et al., 2007; Lone *et al.*, 2020). Por isso, no planejamento devem considerar-se diversos fatores para garantir o sucesso da implantação e condução do pomar. Em primeiro lugar recomenda-se uma análise do solo. A avaliação dos parâmetros físicos e químicos do mesmo, ajuda a determinar a sua fertilidade e, portanto, a orientar um plano de fertilização para a cultura.

A pitaia prefere solos franco-arenosos e bem drenados. Na escolha do terreno ao ar livre, é aconselhável evitar solos pesados ou zonas de vales para onde a água da chuva tende a escorrer e encharcar o solo. Devem evitar-se também regiões onde a probabilidade de ocorrer geadas é elevada, visto ser este o fator climático mais condicionante do cultivo da pitaia.

Sendo a pitaia uma espécie que facilmente se adapta a vários tipos de solo, é considerada uma alternativa para os terrenos que são dificilmente aproveitáveis para outro tipo de culturas mais exigentes em fertilidade e textura do solo. Assim sendo, haverá casos em que poderá ser necessário proceder-se a uma despedrega e gradagem para que o solo fique o mais uniforme possível. Apesar de se dar preferência a zonas e solos onde o encharcamento é pouco provável, e principalmente se a textura do solo for mais densa, é conveniente fazer camalhões para facilitar a infiltração da água e melhorar a estrutura do solo na linha. Ao fazer esta mobilização é benéfico incorporar estrume ou composto de forma a aumentar o teor de matéria orgânica.

O ordenamento e preparação do terreno deve ser pensado consoante o sistema de condução escolhido, de acordo com a área disponível e o compasso adotado.

11.4 - Tutoragem

Em relação ao tipo de tutor para as plantações comerciais, os principais fatores que influenciam a sua escolha são: a vida útil da planta, o custo e manutenção exigida pelos tutores e o peso elevado de massa verde produzida pela cultura.

A estrutura de suporte mais comum é um poste de madeira ou cimento, com uma estrutura no topo (geralmente um pneu ou um quadrado ou cruzeta de madeira), até onde crescem os cladódios principais e de onde pendem os cladódios produtivos (ou secundários) (Figura 15). Embora seja

este o tipo de estrutura de suporte mais empregue na América Central e do Sul, a utilização de tutores vivos também é uma opção bastante utilizada. Os tutores vivos são árvores que têm características que facilitam o suporte e desenvolvimento da pitiaia: rápida capacidade de enraizamento e crescimento, casca macia e esponjosa para facilitar a adesão das raízes adventícias das pitaias, e não atrair ou ser hospedeiro de pragas e doenças inimigas da cultura principal. No México, este sistema é o mais apreciado pois possibilita o aproveitamento de vegetação já existente em terrenos de pequenas dimensões e até de grandes sistemas agroflorestais. Para além disso, tem sobretudo a vantagem de garantir sombreamento natural, não sendo por isso necessário providenciar redes de sombreamento (Queiroga *et al.*, 2021). Um dos principais cuidados que os tutores vivos requerem é a manutenção, através das podas de condução e de abertura da copa, que asseguram a radiação e luminosidade necessárias às pitaias.

Figura 15 - Sistema de condução tradicional



Nos países da Bacia do Mediterrâneo onde o cultivo da pitiaia começa a ganhar expressão, existe a necessidade de desenvolver sistemas de condução mais inovadores. A maioria destas estruturas são feitas à base de tutores de ferro galvanizado ligados por cabos de aço ou arames protegidos com tubos de polietileno, para que o arame não cause feridas nas plantas (Figura 16).

Figura 16 - Sistema de condução inovador – Cacela Velha



Existem também outras estruturas, mais alternativas, que consistem apenas no aproveitamento do sistema de tutoragem de outras culturas como a framboesa. Está a ser testado também em algumas zonas, um sistema de tutoragem à base de rede electrossoldada (malhasol), que, apesar de barato, apresenta alguns inconvenientes relacionados com as altas temperaturas no verão, e com o facto de, quando as plantas são adultas, ser difícil distingui-las umas das outras. O objetivo de testar e adotar estruturas de suporte mais inovadoras tem que ver principalmente com o aproveitamento do espaço disponível, ou seja, o adensamento, sem que as plantas fiquem colocadas demasiado perto umas das outras e causem competição ao nível da copa e do sistema radicular. Para além disso, estes novos sistemas de tutoragem procuram ser mais baratos; facilitar o manuseamento no que diz respeito às atividades culturais como a poda e a colheita; com vida útil igual ou superior à das plantas; de fácil reforço; e facilitar a fixação das raízes adventícias.

Precisamente para facilitar estas tarefas, é aconselhável que a altura do sistema de suporte, do cimo do qual pendem os cladódios produtivos, não ultrapasse 1,6 m.

11.5 - Compasso

A distância entre as plantas na linha e na entrelinha dependerá do sistema de condução adotado. No Brasil, recomendam-se duas a quatro plantas por palanque (poste individual de cimento com

armação no topo), com espaçamento de 2,5 m a 3,5 m entre linha e de 2,0 m a 3,0 m entre palanques na linha. Nas Ilhas Canárias, em Espanha, e em Israel, um dos sistemas de suporte mais utilizados nos últimos anos é uma armação à base de rede metálica electrossoldada (malhasol) em V invertido, por ser dos mais baratos. Neste caso as plantas são colocadas a 0,8 m na linha, com uma entrelinha de 2,5 m a 3,0 m.

No ensaio ao ar livre do GO foram comparados dois espaçamentos (0,5 m e 1 m) entre plantas na mesma linha. A entrelinha foi em todos os casos 3,5 m. Das 286 plantas com espaçamento de 0,5 m só 60,5% produziram pelo menos um fruto nesta campanha. Das 144 plantas com espaçamento de 1 m, essa percentagem foi de 68,8%. Assim, no segundo ano após a plantação, a percentagem de plantas que entraram em produção foi superior nas que tiveram um espaçamento mais aberto (1 m entre plantas). Apesar disto, o espaçamento entre plantas que se revela mais produtivo por unidade de área é o de 0,5 m, produzindo, em média, 0,590 Kg.m⁻² enquanto as distanciadas por 1 m produziram 0,370 Kg.m⁻². O tamanho do sistema radicular destas plantas com dois anos e meio revela que já são capazes de explorar o solo num raio de 30 cm. Será previsível que, atingida a idade adulta (4 a 5 anos), a área explorada pelas raízes aumente. Desta forma, plantas espaçadas entre si por 50 cm não deverão ter o espaço suficiente para evitar competição ao nível radicular, a longo prazo.

11.6 - Plantação e condução

A necessidade de mecanização na plantação depende do formato em que as plantas ou cladódios vêm do viveiro. Se as plantas estiverem em vasos ou sacos de 4 L, será mais vantajoso recorrer à abertura mecânica dos buracos. Caso as plantas estejam apenas enraizadas em alvéolos, a abertura manual com auxílio de um “abre-buracos” será suficiente. Ao plantar, deve ter-se o cuidado de “mexer” nas raízes, danificando-as um pouco para estimular a produção de novas raízes e facilitar o enraizamento no solo. É aconselhável apertar o solo à volta da planta, para evitar grandes espaços vazios e aumentar a superfície de contacto entre as raízes e o solo.

À plantação é recomendada uma adubação de fundo com a incorporação de estrume ou de composto para aumentar o teor de matéria orgânica do solo, do qual as pitaias beneficiam ao longo do tempo.

11.7 - Poda

11.7.1 - Poda de formação

A poda de formação tem como objetivos orientar as plantas de acordo com o sistema de tutoragem implementado, criando condições favoráveis a uma exposição solar correta e estimulando o crescimento dos cladódios produtivos, de forma a facilitar outras práticas culturais.

As plantas são conduzidas em haste única, na vertical, até que os cladódios primários atinjam a altura do tutor (recomendação: 1,5 m - 1,6 m), onde são suportados os cladódios produtivos. Desde o solo e ao longo dessa haste todos os rebentos laterais que vão surgindo devem ser eliminados. Esta é uma prática comum a todas as fases de desenvolvimento da cultura, independentemente do sistema de tutoragem utilizado. A remoção de rebentos laterais é uma prática que deve ser feita regularmente e ao longo de todo o ano. Eliminar o excesso de crescimento vegetativo na planta permite que esta direcione a acumulação de reservas para os cladódios produtivos.

Ao chegar à altura do tutor, é recomendado cortar o ápice do cladódio 10 a 15 cm acima do suporte. Esta técnica permite a quebra da dominância apical característica desta espécie, e induz a rebentação vegetativa maioritariamente nessa zona. Deste modo, assim que surgirem esses novos rebentos, deixam-se três a cinco cladódios (dependendo da resistência do sistema de tutoragem e espaçamento entre plantas utilizados) para que continuem o seu crescimento e formem a copa da planta.

11.7.2 - Poda sanitária

O propósito da poda sanitária é eliminar os cladódios afetados por pragas, doenças, queimaduras de calor ou frio, ou malformações. Depois do inverno, dependendo da severidade do ataque pelo agente patogénico deve proceder-se a este tipo de poda para remover cladódios que foram muito afetados, por exemplo, por *Botryosphaeria dothidea*, muito comum nas plantações do sul de Portugal. Apesar disso, é uma prática que deve ser feita sempre que algum fator biótico ou abiótico ponha em causa a sanidade da planta. As ferramentas de corte devem ser desinfetadas com lixívia após os cortes de cada planta, para não correr o risco de contribuir para a disseminação de alguma doença.

11.7.3 - Poda de frutificação

A poda de frutificação deve realizar-se dois meses antes da primeira camada de floração, e consiste principalmente no corte dos ápices dos cladódios produtivos (os que pendem do tutor), de maneira a potenciar aí a acumulação de reservas.

Também se procede à eliminação de ramos improdutivos ou mal localizados, para concentrar a produção de botões florais nos cladódios que já têm maior potencial produtivo. Nesta fase, é também importante remover os pequenos rebentos laterais que vão sempre surgindo e, caso existam alguns no ápice da planta, à altura do tutor, devem deixar-se não mais de um ou dois rebentos (dependendo das condições gerais da planta). Esses rebentos vão aproveitar as temperaturas favoráveis do verão para crescer e acumular reservas durante o inverno, para que na temporada seguinte, estejam em boas condições de florir (Figura 17).

Figura 17 - Planta com necessidade de remoção de rebentos laterais e de seleção dos novos rebentos à altura do tutor



Depois da colheita, removem-se os cladódios mais velhos, os que receberam menos luz solar e os que foram muito produtivos nessa temporada. Isto permite aumentar a circulação de ar na copa e, portanto, ajudar na prevenção do aparecimento de fungos. Permite também retirar peso excessivo e desnecessário, estimular a acumulação de reservas noutros ramos que serão mais produtivos no ano seguinte, e estimular a formação de novos cladódios.

12 - Rega

A pitaia consegue sobreviver em condições opostas às do seu ambiente de origem, tais como regiões áridas e semiáridas onde existem longos períodos de seca (Ortiz-Hernández *et al.*, 2012). Ainda assim, sendo originária de regiões equatoriais, ou seja, de zonas quentes e húmidas, mesmo sendo uma cactácea, exige quantidades satisfatórias de água para uma boa produtividade.

Então, relativamente à produção comercial de frutos de qualidade, é necessário um cultivo de regadio. A rega deve ser realizada durante todo o ano, com exceção dos períodos de chuva (e dependendo da sua quantidade e frequência). Segundo estudos em Tenerife, a rega ao longo dos primeiros anos de cultivo pode estabelecer-se em 8 L/planta/semana nos meses de maior necessidade, e 5 L/planta/semana nos meses de menor necessidade. Ainda assim, estão a decorrer estudos com o objetivo de definir o Kc da cultura (coeficiente da cultura) para conhecer a evapotranspiração e assim poder definir exatamente a quantidade de água necessária.

A rega regular favorece o crescimento mais rápido da planta (em comparação com o cultivo de sequeiro) e permite acumulação de substâncias de reserva para a época de produção. A frequência da rega deve ser consoante as condições climáticas e textura de solo, e são desaconselhados tanto a rega excessiva, por promover doenças bacterianas e fúngicas, como também períodos muito longos sem regar, que comprometem a produção de frutos e o seu calibre. O recomendado por vários autores passa por um período de seca pré-floração (primavera a início do verão) para estimular uma floração abundante, e regas periódicas desde a floração até à colheita (Queiroga *et al.*, 2021). Nesta altura, o solo deve permanecer húmido na quantidade adequada ao aparecimento de botões florais e ao desenvolvimento dos frutos.

Recomenda-se a rega localizada (rega gota-a-gota) com gotejadores autocompensantes. Através deste sistema, a eficiência hídrica é maximizada, pois cada gotejador debita a mesma quantidade de água por planta, independentemente da inclinação do terreno. A cobertura de solo com *mulching* permite aumentar o teor de humidade na superfície do solo, reduzindo a evaporação e regulando a sua temperatura, para além de proteger o mesmo de agentes erosivos e de contribuir para melhorar a estrutura do solo. Para além disto, contribui para o aumento do conteúdo de nutrientes disponíveis, para a melhoria das atividades enzimáticas do solo e do ambiente microbiológico.

Esta modalidade de cobertura de solo foi testada na plantação do GO, tendo sido a que apresentou melhores resultados de produtividade: ao segundo ano após a plantação, 98,6% das plantas da linha com *mulching* produziram pelo menos um fruto, em contraste com os 90,7% obtido na linha com tela.

13 - Fertilização

A pitáia, no seu ambiente natural onde se desenvolve sob árvores e rochas em florestas, é considerada pouco exigente em relação à fertilidade do solo e com baixa necessidade em macronutrientes. Nesta situação, estas plantas com um vigor vegetativo acentuado, sobrevivem e crescem bastante bem, sem que a frutificação seja muito comum. Por outro lado, quando o objetivo é a produção comercial de frutos de qualidade, a fertilização é uma prática cultural essencial. Deste modo, é possível fornecer as quantidades adequadas de nutrientes, consoante a fase do ciclo de vida da planta e as condições edafoclimáticas onde foram implementadas.

Os nutrientes mais importantes na fertilização mineral para a cultura da pitáia são o azoto (N), o fósforo (P), o potássio (K) e o cálcio (Ca), essenciais para o crescimento e floração. O micronutriente principal é o boro (B) que detém um papel importante durante o crescimento dos frutos.

O azoto é fundamental na primeira fase de desenvolvimento das plantas, pois induz o rápido crescimento vegetativo e contribui para um bom desenvolvimento do sistema radicular, para a emissão de novos rebentos e para a absorção de outros nutrientes. O fósforo também tem funções importantes quer na fase inicial do desenvolvimento das plantas (crescimento vegetativo e formação do sistema radicular), quer na floração e frutificação, visto ser um elemento essencial na divisão celular. No que diz respeito à frutificação, o potássio exerce um papel fundamental na qualidade

dos frutos, através do aumento do teor de sólidos solúveis. Para além disto, o potássio favorece a expansão do sistema radicular e a resistência à seca e a temperaturas baixas. Também desempenha uma função de elevada importância no aumento do diâmetro do caule da pitaia, sendo um dos elementos mais exigidos nesta fase, por exercer funções de translocação de hidratos de carbono e regulação na abertura e fecho dos estomas. O cálcio é importante para fortalecer a parede celular e está relacionado com o aumento da vida de prateleira dos frutos.

Os produtores de pitaia recorrem frequentemente à aplicação de matéria orgânica como fertilização principal. Esta prática é utilizada para melhorar a estrutura do solo, a atividade microbiológica do mesmo, facilitar a drenagem, a retenção de água e o enraizamento. Os trabalhos realizados neste âmbito resultaram em respostas muito positivas na produção de fruta de qualidade. Os compostos orgânicos de origem animal, tais como estrume bovino ou de aves, são os mais utilizados. Num estudo realizado na Califórnia, a utilização de adubos minerais para complementar a fertilização à base de matéria orgânica revelou-se desnecessária (Thomson, 2002). Já em Taiwan, a recomendação baseia-se na combinação de estrume bovino com fertilizantes minerais, a cada quatro meses (Zee, 2004).

Como a adubação à base de compostos orgânicos, sem recurso a adubos minerais, apresenta bons resultados em várias situações de cultivo, e visto que o estudo aprofundado quanto às necessidades nutricionais desta cultura é relativamente recente, não existem ainda muitos trabalhos completos e disponíveis sobre a fertilização mineral. Para além disso, a mineralização da matéria orgânica é lenta e os nutrientes acabam por ser fornecidos ao longo do tempo, acabando por satisfazer as necessidades da cultura. Já quando é necessária a disponibilização imediata dos nutrientes, a adubação mineral é a forma mais adequada de o providenciar. O período de floração é considerado o de maior exigência da planta, relativamente à rega e fertilização. Nessa altura as plantas deverão ser capazes de suportar várias fases de desenvolvimento de botões florais e de frutos. Nos ensaios do GO, as plantas responderam positivamente ao emitir botões florais quando se aplicou uma adubação mineral à base de fósforo e potássio, com a inclusão de cálcio e boro no período de formação dos frutos.

A correta aplicação de um plano de fertilização com adubos de origem orgânica ou mineral não dispensa a análise prévia ao solo. Para garantir máxima eficácia da fertilização e garantir a maior produtividade possível, também as análises foliares (aos cladódios) deverão ser feitas sobretudo no período de pré-floração.

14 - Técnicas de indução floral

No campo de ensaios ao ar livre testou-se a suplementação com luz artificial (Figura 18) através da interrupção do período noturno, durante 4 horas, desde abril a junho de 2021. As plantas sujeitas a este tratamento produziram mais botões florais do que as plantas sem luz artificial. Consequentemente, a produção de flores e de frutos foi superior nesta modalidade. O fator que mais influenciou o número de botões florais e o número de flores e frutos por planta, foi o número de aréolas das plantas (que traduzem a capacidade de a planta florir). Isto permite concluir que, quanto mais cladódios em condições de florir existirem por planta, maior será a sua produtividade em botões florais, quando existe um suplemento de luz artificial.

Figura 18 - Campo de ensaios com iluminação artificial – Cacela Velha



Para além do fotoperíodo, sabe-se que a floração da pitia também está dependente da temperatura, principalmente das noturnas, que se verificaram nas condições deste ensaio, mais baixas do que as temperaturas ideais para a floração. Então, a antecipação do período produtivo com recurso a iluminação artificial não se verificou eficaz porque a falta de temperatura ideal, nomeadamente temperaturas noturnas mais altas, foi o fator limitante.

15 - Pragas e doenças

15.1 - Pragas

A incidência de pragas na cultura da pitaia nas condições edafoclimáticas do Algarve não se verificou, até agora, muito relevante. Nos ensaios de campo do GO foram detetadas quatro pragas de maior importância: afídeos, cochonilhas, formigas e caracóis.

Os afídeos talvez sejam a praga que mais problemas causa. Atacam botões florais e frutos (Figura 19), podendo causar a sua depreciação, se não forem controlados. Esta praga produz um volume significativo de secreções açucaradas que deixa as plantas pegajosas e atrai formigas. Nas plantas dos ensaios de campo, como a incidência desta praga foi pontual e pouco importante, o tratamento consistiu em borrifar as plantas ou órgãos atacados com água e sabão, evitando assim o uso de pesticidas.

Figura 19 - Ataque por afídeos em fruto verde



À semelhança dos afídeos, as cochonilhas atacam maioritariamente botões florais, flores e frutos, que, caso o ataque seja muito intenso, começam a murchar. Estes insetos sugam a seiva, comprometendo os processos fisiológicos nos órgãos afetados, e emitem uma secreção que potencia o ataque de fungos, reduz a capacidade fotossintética da planta e atrai formigas.

As formigas (Figura 20) e caracóis (Figura 21) atacam principalmente as rebentações novas, alimentando-se das mesmas. Durante a fase em que o fruto muda de cor, também se registaram danos causados pelos caracóis ao nível da casca do fruto.

Figura 20 - Ataque por formigas a cladódio novo



Figura 21 - Ataque por caracóis a cladódio novo



A extensão dos prejuízos causados por estas pragas depende maioritariamente da densidade populacional e da fase de desenvolvimento e vigor das plantas, sendo que o seu efeito é mais drástico quando as condições ambientais e/ou nutricionais não são adequadas. Entre os fatores que propiciam esses ataques, destaca-se a existência de solo ou substrato inadequados, quantidade insuficiente de luz, falta de água, carência de nutrientes ou adubação excessiva. Outro fator favorável à disseminação dos afídeos e das cochonilhas é a escassa presença de inimigos naturais como por exemplo, as joaninhas e os parasitoides de afídeos.

15.2 - Doenças

Nas condições do clima mediterrânico, à pitaia vermelha estão associadas várias doenças provocadas por fungos e bactérias, cujos danos se podem refletir em perdas de produtividade muito graves. Para prevenir o aparecimento destes agentes patogénicos devem ser adotadas práticas culturais que promovam a sanidade das plantas. A rega e a fertilização adequada, assim como podas fitossanitárias com desinfeção do material de corte (tesouras de poda e de colheita) são aspetos essenciais. Também as podas de manutenção são importantes para providenciar o arejamento e a entrada de luz solar na copa, principalmente em plantações cujo espaçamento entre as plantas seja bastante reduzido.

As doenças mais comuns na cultura da pitaia estão associadas às baixas temperaturas do inverno ou à conjugação de humidade e temperatura elevadas durante o verão. Para além de práticas culturais corretas, o tratamento para estas doenças é geralmente um tratamento preventivo, através de pulverizações com produtos fitofarmacêuticos à base de cobre.

15.2.1 - Doenças causadas por fungos

Antracnose (*Colletotrichum spp.*)

A antracnose é a doença que mais vulgarmente afeta a cultura da pitaia. É causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* (Suárez *et al.*, 2019) que pode reduzir significativamente a área fotossintetizante da planta e, se não for controlado, pode levar à redução da produtividade da cultura (Crane & Balerdi, 2005). Este fungo ataca frutos e cladódios, sendo mais incidente nos cladódios. Nestes, os sintomas consistem em lesões circulares (podridões) de coloração vermelha-acastanhada, rodeadas por halos cloróticos. Quanto mais intensa a presença do fungo, maior é a intensidade da cor, surgindo também nessa altura pontos pretos. No estágio mais avançado da

doença essas zonas secam completamente, ficando visível o feixe vascular da planta. Também o fungo do mesmo género, *Colletotrichum truncatum*, é bastante comum. Os sintomas que causa são pequenos pontos cor-de-laranja ou vermelho escuros nos cladódios, com halos cloróticos.

Olho de peixe (*Botryosphaeria dothidea*)

O agente causal da doença olho de peixe é o fungo *Botryosphaeria dothidea* Ces. & De Not, anamorfo *Fusicoccum* sp. (Valencia-Botín *et al.*, 2004) caracterizada pelo aparecimento de pequenas manchas arredondadas cor-de-laranja-avermelhada, mais elevadas em relação à área não afetada. Surgem na superfície dos cladódios e são muito comuns no inverno, afetando a grande maioria das cultivares de pitaia. Esta doença pode apresentar-se primeiro com uma cor amarela numa área arredondada que depois evolui para manchas mais escuras mencionadas acima. Essas manchas podem surgir individualmente, fazendo lembrar um olho de peixe ou como pontos irregulares que coalescem entre eles, originando manchas vermelhas de maiores dimensões.

Assim que as temperaturas começam a subir, as manchas secam, cessando a sua evolução. Apesar de a sua presença ser muito comum, este fungo não constitui um fator comprometedor na produção de fruta, a não ser que a sua incidência seja tão grave que afete uma grande parte da área fotossintetizante das plantas.

Podridão do fruto e do caule (*Bipolaris cactivora*)

O fungo *Bipolaris cactivora* provoca a podridão de frutos (Durbin *et al.*, 1955) e de cladódios (Taba *et al.*, 2007). Inicialmente formam-se lesões pequenas e circulares deprimidas, de cor castanho-escura. Estas áreas afetadas podem expandir-se e coalescer, formando grandes zonas de podridão. Este agente patogénico foi identificado em vários países da Europa, Ásia e América (Valencia-Botín *et al.*, 2013).

Alternaria (*Alternaria alternata*)

O agente patogénico *Alternaria alternata* é responsável por causar danos na pitaia, mais frequentemente nos frutos, na fase de pré e pós-colheita (Armitage *et al.*, 2015; Cabral *et al.*, 2016). Com o avanço da infeção o fruto apresenta manchas irregulares com um centro cinza, indicando podridão durante o armazenamento. No Brasil, Castro *et al.* (2017) notaram sintomas típicos (podridão na epiderme) de *Alternaria* spp. ao incubarem frutos de *Selenicereus undatus* por

25-30 dias a 8 °C, enquanto Patel e Zhang (2017), no sul da Flórida (EUA), identificaram o fungo *Alternaria* sp. como o agente causal de lesões nos cladódios de *H. undatus*. Essas lesões apresentam uma coloração que varia de avermelhada a alaranjada, com uma zona central vermelho-escura, podendo levar a perdas de produção de 10 a 20%.

15.2.2 - Doenças causadas por bactérias

Podridão aquosa

A podridão aquosa é causada pela bactéria *Pseudomonas* spp., e noutras latitudes o agente causal é a espécie *Erwinia carotovora*. Estas bactérias afetam os cladódios, principalmente quando neles existe uma ferida, e o desenvolvimento da doença é observado no início da estação chuvosa. Os sintomas serão talvez dos mais fáceis de reconhecer: inicialmente, as manchas são amarelas, seguindo-se uma desintegração aquosa (podridão aquosa) com forte odor a podre (Méndez & Coello, 2016), e posteriormente o cladódio afetado torna-se totalmente castanho. É uma doença que se dissemina através das ferramentas de corte, podendo afetar uma área significativa da planta e, em casos severos, causar o apodrecimento total da planta. Os sintomas podem aparecer 15 dias após a contaminação e a suscetibilidade da planta aumenta com a carência de azoto e de cálcio (Méndez & Coello, 2016).

Podridão negra (*Xanthomonas campestris*)

Apesar das doenças acima descritas serem muito comuns na cultura da pitaia, a bacteriose causada pela bactéria *Xanthomonas campestris* é a doença que mais afeta esta cultura. A podridão negra afeta maioritariamente os cladódios, com podridões que os tornam impróprios para produção. Inicialmente surgem manchas localizadas que se propagam a todo o cladódio que fica amarelado e posteriormente evoluem para uma necrose dos tecidos. Esta bacteriose tende a aparecer em regiões de climas húmidos e quentes, como já foi relatado na América Central, ou em situações de rega excessiva (Gunaseena *et al.*, 2007).

Para evitar a propagação destas doenças deve proceder-se da seguinte forma:

1. Realizar podas fitossanitárias e desinfetar as tesouras de poda (e as de colheita) com hipoclorito de sódio (lixívia) diluído a 10%;

2. Se se observarem sintomas de podridão no caule principal, recomenda-se a remoção da área afetada através da raspagem e posterior proteção com pasta bordalesa.
3. O material vegetal infetado proveniente da poda fitossanitária não deve ser deixado no pomar, mas sim queimado ou direcionado para o processo de compostagem.
4. Recomenda-se uma rega e fertilização adequadas, visto que o stress hídrico, o excesso de água e a deficiência nutricional aumentam a suscetibilidade das plantas.

15.2.3 - Doenças causadas por vírus

O *Cactus virus X* (CVX) já foi detetado em variadas espécies de catos, incluindo as do género *Selenicereus*. Os sintomas causados pela infeção do CVX podem variar e algumas plantas podem mesmo ser assintomáticas. Outras plantas podem apresentar sintomas severos, além de manchas cloróticas irregulares, com algum relevo. Essas manchas são geralmente acompanhadas por alterações físicas durante o crescimento e o desenvolvimento das plantas.

Como não existem vetores conhecidos (insetos ou outros animais), são os meios mecânicos como os usados na poda, na colheita ou na enxertia, que contribuem para a disseminação do CVX. Daí a importância de desinfetar as ferramentas de corte, com lixívia, de planta para planta. Este vírus pode eventualmente ser também transmitido por via seminal e através da polinização com pólen proveniente de plantas infetadas.

A deteção deste vírus em plantas sintomáticas e assintomáticas é feita através de análises que usam a técnica de PCR.

16 - Colheita e pós colheita

A colheita é realizada quando os frutos atingem a maturação fisiológica com alteração da cor da casca, consoante a espécie, e enquanto a polpa ainda está firme. Para prolongar a vida pós-colheita dos frutos e para não danificar os mesmos, devem colher-se os frutos com o auxílio de uma tesoura de poda ou colheita e parte do cladódio deve acompanhar o fruto colhido (Figura 22). Na parte

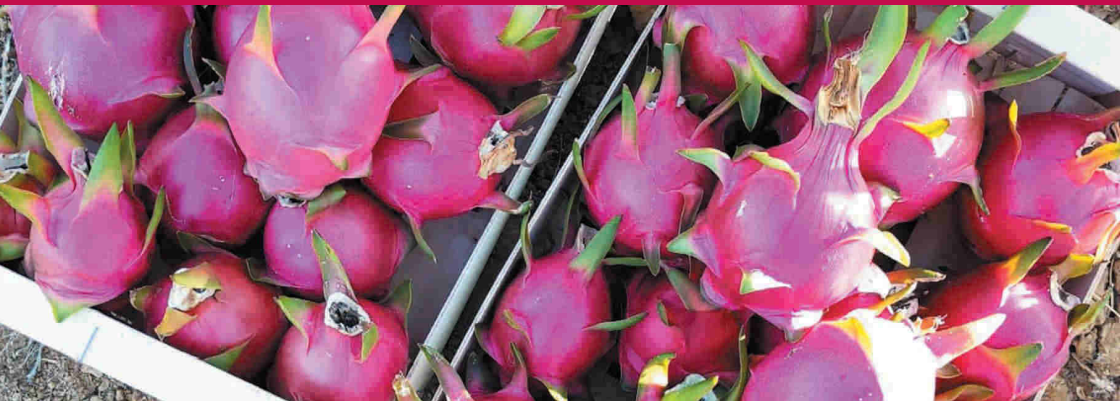
do cladódio removida, inseria-se a gema que deu origem ao fruto. Nessa zona, forma-se uma ferida que cicatriza, mas que perde a sua capacidade diferenciadora, não podendo dar origem a nenhum outro órgão, seja vegetativo ou reprodutivo.

Figura 22 - Colheita de fruto em condições ótimas de maturação, com auxílio da tesoura de poda



No campo, os frutos devem ser acondicionados em caixas limpas e deve evitar-se a sobreposição dos mesmos, pois causa danos físicos, principalmente nas brácteas.

Figura 23 - Acondicionamento dos frutos durante a colheita



O ponto de colheita da pitia deve ter em conta o destino do fruto e o objetivo do produtor. Se o destino da produção implicar grandes distâncias, recomenda-se não colher o fruto num estado de maturação muito avançado, o que se refletirá num teor de sólidos solúveis mais baixo. Caso o destino seja para o mercado local onde a distância entre o campo e o consumidor é menor, a colheita do fruto poderá ser mais próxima do estado de maturação ideal (quando os frutos apresentam um teor de sólidos solúveis totais mais alto e com a polpa ainda firme). Os frutos mais pequenos, danificados durante a colheita, excessivamente maduros ou com aparência depreciativa poderão ser encaminhados para indústria.

A pitia é considerada um fruto não climatérico, ou seja, a produção de etileno após a colheita é baixa e, portanto, os frutos devem ser colhidos nas condições mais próximas do ideal possíveis. O ponto ideal de colheita pode ser determinado segundo alguns parâmetros:

- Cor da casca: para as cultivares de pitia vermelha, a casca toma uma cor rosa forte ou vermelha, uniforme em todo o fruto e brilhante;
- Aparência das brácteas: devem apresentar as pontas verdes, sendo que o resto é de cor vermelha, como a casca;
- Firmeza do fruto: quando sujeito a uma certa tensão através do toque, o fruto deve apresentar alguma cedência, mas a polpa deve continuar firme. O uso de algum medidor de firmeza pode auxiliar na determinação da resistência ideal, consoante a cultivar, sendo que por este método, a análise é destrutiva;
- Controlo dos DAA (dias após a antese): dependendo das condições climáticas, o período de maturação dos frutos é de 30 a 35 dias. Registar o dia de abertura da flor permite associar o aspeto físico do fruto com os DAA;
- Mobilidade do fruto no cladódio: quando forçado, e desde que apresente os sinais físicos de maturação mencionados acima, o fruto apresenta algum desprendimento do cladódio, sendo possível movê-lo para cima e para baixo.
- Teor de sólidos solúveis: através de um refratómetro é possível determinar o teor de sólidos solúveis totais (°Brix), indicativo do teor de açúcar dos frutos. Este valor pode variar de 8 °Brix a 22 °Brix, consoante a cultivar.

Quanto ao armazenamento do fruto, a refrigeração é um aspeto importante para preservar as características organolépticas desejáveis, seja no período de transporte ou no local de comercialização. É preciso ter cuidado com a temperatura de conservação pois temperaturas muito baixas podem causar um fenómeno denominado de “chilling”. Este é um distúrbio fisiológico que afeta principalmente as pitaias de polpa branca. Assim, é aconselhável armazenar os frutos a 6 ± 2 °C. Nestas condições, as características de qualidade dos frutos podem ser mantidas até 25 dias. Sem ambientes de conservação controlados, a comercialização dos frutos deve ser feita até 10 dias após a colheita.

Bibliografia

Armitage, A.D., Barbara, D.J., Harrison, R.J., Lane, C.R., Sreenivasaprasa, D.S., Woodhall, J.W., Clarkson, J.P., 2015. *Discrete lineages within Alternaria alternata species group: identification using new highly variable loci and support from morphological characters*. Fungal Biol. 119, 994–1006.

Barbeau, G., 1990. *La pitahaya rouge, un nouveau fruit exotique*. Fruits, Paris. 45, 141–147.

Britton, N.L., Rose, J.N., 1920. *The cactaceae, descriptions and illustrations of plants of the cactus family*. Carnegie Inst. Washingt. II.

Cabral, L.C., Terminiello, L., Pinto, V.F., Nielson, K.F., Patriarca, A., 2016. *Natural occurrence of mycotoxins and toxigenic capacity of Alternaria strains from mouldy peppers*. Int. J. Food Microbiol 236.

Canto, A.R., Albarado, J.C.G., Santarosa, M.G.G., Ramos, C.J., García, M.C.M., Hernández, L.J.P., Lazo, V.R., Medina, L.R., Rodríguez, R.R., Torres, E.T., García, S.V., Eloísa, E.Z., 1993. *El cultivo de pitahaya en Yucatan*. Universidad Autónoma Chapingo.

Castro, J.C., Endo, E.H., De Sousa, M.R., Zangueta, E.B., Polonio, J.C., Pamphile, J.A., Ueda-Nakamura, T., Nakamura, C.V., Dias Filho, B.P., Abreu Filho, B.A.D., 2017. *Bioactivity of essential oils in the control of Alternaria alternata in dragon fruit (Hylocereus undatus Haw.)*. Ind. Crops Prod. 97, 101–109.

Cisneros, A., Garcia, R.B., Tel-Zur, N., 2011. *Ovule morphology, embryogenesis and seed development in three Hylocereus species (Cactaceae)*. Flora - Morphol. Distrib. Funct. Ecol. Plants 206, 1076–1084. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2011.07.013>

Crane, J.H., Balerdi, C.F., 2005. *Pitaya growing in the Florida home landscape*. Orlando IFAS Ext. Univ. Florida 9.

Daubresse Balayer, M., 1999. *Le pitahaya*. Fruits Oubliés 1, 15–17.

Durbin, R., Davis, L., Baker, K., 1955. *A Helminthosporium stem rot of cacti*. Phytopathology 45, 509–512.

FAO, 2001. Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira. Estudo da FAO em proteção e produção vegetal.

Feng-Ru, C., Chung-Ruey, Y., 1997. *No TitleForcing pitaya (Hylocereus undatus Britt. & Rose) by chemicals and controlled day length and temperature.*, in: *Proceedings of the Symposium on Enhancing Competitiveness of Fruit Industry*, Taipei, Taiwan. pp. 63-190.

Gunasena, H.P.M., Pushpakumara, D.K.N.G., Kariyawasam, M., 2007. *Dragon fruit Hylocereus undatus (Haw.) Britton and Rose*, in: *Underutilized Fruit Trees in Sri Lanka*. pp. 110–141.

Ha, T.D., Oanh, L.T.K., Yen, C.-R., 2018. *Flowering Phenology and Mating System of a Red Skin Pitaya (Hylocereus spp.) Germplasm Collection in Taiwan*. Asian J. Adv. Agric. Res. 7, 1–8. <https://doi.org/10.9734/ajaar/2018/43616>

Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies Junior, F.T., Geneve, R.L., 2002. *Plant propagation: principles and practises*. New Jersey Prentice Hall 808.

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

Junqueira, K.P., Faleiro, F.G., Bellon, G., Junqueira, N.T. V, Fonseca, K.G., Lima, C.A., Santos, E.C., 2010. Variabilidade genética de acessos de pitaya com diferentes níveis de produção por meio de marcadores RAPD. Rev. Bras. Frutic 32, 840–846.

Le Bellec, Fabrice, Vaillant, F., Imbert, E., 2006. *Chia (Salvia hispanica L.) oil extraction using different organic solvents: Oil yield, fatty acids profile and technological analysis of defatted meal*. Fruits 61.4, 237–250.

Le Bellec, F, Vallant, F., Imbert, E., 2006. *Pitahaya (Hylocereus spp.): a new fruit crop, a market with a future*. Fruits 61, 3–7. <https://doi.org/10.1051/fruits>

Lewis, S., 2014. *Cultivation of Pitahaya (Hylocereus undatus) in three soil types of Guyana*.

Lima, C.A., 2013. Caracterização, propagação e melhoramento genético de pitaya comercial e nativa do cerrado. Universidade de Brasília.

Lone, A., Beltrame, A., Silva, D., Guimarães, G., Haro, M., Martins, R., 2020. Cultivo de Pitaia. Boletim Técnico no 196.

Marques, V.B., Moreira, R.A., Ramos, J.D., de Araújo, N.A., da Cruz, M. do C.M., 2011. Tamanho de cladódios na produção de mudas de pitaia vermelha. Rev. Caatinga 24, 50–54.

Méndez, C., Coello, Á., 2016. *El cultivo de la Pitaya*. Cabildo de Tenerife.

Mizrahi, Y., 2014. *Vine-cacti pitayas: the new crops of the world*, in: *Revista Brasileira de Fruticultura*. pp. 124–138. <https://doi.org/10.1590/0100-2945-452/13>

Mizrahi, Y., Nerd, A., 1999. *Climbing and columnar cacti: New arid lands fruit crops.*, in: Janick, J. (Ed. . (Ed.), *Perspective in New Crops and New Crops Uses*. ASHS, Alexandria, pp. 358–366.

Mizrahi, Yosef, Nerd, A., 1999. *Climbing and Columnar Cacti : New Arid Land Fruit Crops*, in: Janick, J. (Ed.), *Perspectives on New Crops and New Uses*. ASHS Press, Alexandria, pp. 358–366.

Mizrahi, Y., Nerd, A., Nobel, P.S., 1997. *Cacti as crops*. Hortic. Rev. (Am. Soc. Hortic. Sci). 18, 291–320.

Mizrahi, Y., Nerd, A., Sitrit, Y., 2002. *New Fruits for Arid Climates*, in: Janick, J., Whipkey, A. (Eds.), *Trends in New Crops and New Uses*. Alexandria, pp. 378–384.

Mizrahi, Y., Raveh, E., Yossov, E., Nerd, A., Ben-Asher, J., 2007. *New Fruit Crops With High Water Use Efficiency*, in: *Creating Markets for Economic Development of New Crops and New Uses*. pp. 216–222.

Montesinos Cruz, J.A., 2015. *Pitahaya (Hylocereus spp.) un recurso fitogenético con historia y futuro para el trópico seco mexicano*. Cultiv. Trop. 36, 67–76.

- Muniz, J.P. de O., Bomfim, I.G.A., Corrêa, M.C. de M., Freitas, B.M., 2019. *Floral biology, pollination requirements and behavior of floral visitors in two species of pitaya*. Rev. Ciência Agronômica 50, 640–649. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20190076>
- Nerd, A., Mizrahi, Y., 1997. *Reproductive biology of cactus fruit crops*. Hortic. Rev. (Am. Soc. Hortic. Sci). 18, 321–346.
- Nerd, A., Neumann, P.M., 2004. *Phloem Water Transport Maintains Stem Growth in a Drought-stressed Crop Cactus (Hylocereus undatus)*. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 129, 486–490. <https://doi.org/10.21273/JASHS.129.4.0486>
- Nerd, A., Sitrit, Y., Kaushik, R.A., Mizrahi, Y., 2002. *High summer temperatures inhibit flowering in vine pitaya crops (Hylocereus spp.)*. Sci. Hortic. (Amsterdam). 96, 343–350. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(02\)00093-6](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(02)00093-6)
- Nobel, P.S., De la Barrera, E., Beilman, D.W., Doherty, J.H., Zutta, B.R., 2002. *Temperature limitations for cultivation of edible cacti in California*. Madroño, Albuquerque 49, 228–236.
- Nunes, E.N., Sousa, A.S.B. de, Lucena, C.M. de, Silva, S. de M., Lucena, R.F.P. de, Alves, C.A.B., Alves, R.E., 2014. *Pitaia (Hylocereus sp.): Uma revisão para o Brasil*. Gaia Sci. 8, 90–98.
- Ortiz-Hernandez, Y.D., Carrillo-Salazar, J.A., 2012. *Pitahaya (Hylocereus spp.): a short review*. Comun. Sci. 3, 220–237.
- Ortiz-Hernández, Y.D., Livera-muñoz, M., Carrillo-salazar, J.A., Valencia-botin, A.J., Castillo-martínez, R., 2012. *Agronomical , physiological , and cultural contributions of pitahaya (Hylocereus spp.) in Mexico*. Isr. J. Plant Sci. 60, 359–370. <https://doi.org/10.1560/IJPS.60.3.359>
- Patel, J.S., Zhang, S., 2017. *First report of alternaria blight of pitahaya (Hylocereus undatus) caused by Alternaria sp. in South Florida of the United States*. PLANT Dis. 101, 1046.
- Pio, L.A.S., Rodrigues, M.A., Silva, F.O.R., 2020. *O Agronegócio da Pitaia*, 1a. ed. Lavras-MG.

Queiroga, V., Girão, Ê., Gomes, J., Queiroz, A., Figueirêdo, R., Albuquerque, E., 2021. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Sistema Produtivo de Cactos Trepadeiras.

Suárez, C., Pico, J., Caicedo, C., Delgado, A., 2019. *Poster: Prospección de enfermedades fúngicas sobre pencas de pitahaya amarilla (Selenicereus sp.) en el cantón Palora*. 1.

Taba, S., Miyahira, N., Nasu, K., Takushi, T., Moromizato, Z., 2007. *Fruit rot of Strawberry pear (pitaya) caused by Bipolaris cactivora*. J. Gen. Plant Pathol. 73, 374–376. <https://doi.org/10.1007/s10327-007-0032-x>

Tel-Zur, N., Abbo, S., Mizrahi, Y., 2005. *Cytogenetics of Semi-Fertile Triploid and Aneuploid Intergeneric Vine Cacti Hybrids*. J. Hered. 96, 124–131. <https://doi.org/10.1093/jhered/esi012>

Thomson, P., 2002. *Pitahaya (Hylocereus species). A promosing new crop for Southern California*. Bonsall Publ.

Trindade, A.R., 2022. *Floração e Frutificação da Pitaia (Hylocereus undatus)*. Dissertação de Mestrado em Hortofruticultura. Universidade do Algarve.

Valencia-Botín, A.J., Kokubu, H., Ortiz-Hernández, Y.D., 2013. *A brief overview on pitahaya (Hylocereus spp.) diseases*. Australas. Plant Pathol. 42, 437–440. <https://doi.org/10.1007/s13313-012-0193-8>

Valencia-Botín, A.J., Livera-Munoz, M., Sandoval-Islas, J.S., 2004. *Caracterización de una cepa de Fusicoccum sp. anamorfo de Botryosphaeria dothidea Moug.: Fr (Ces. and De Not.) aislada de pitahaya [Hylocereus undatus (Haw.) Britton y Rose] Cactaceae*. Rev Mex Fitopatol 23, 157–161.

Yan, W., Wallace, D., 1995. *Physiological genetic model of photoperiod-temperature interactions in photoperiodism, vernalization, and male sterility in plants*. Hortic. Rev. (Am. Soc. Hortic. Sci). 17, 73–123.

YuQing, H., Weiyuan, Y., Ling, M., Guangping, X., Zhongfeng, Z., Danjuan, Z., Chengxin, H., Daxing, G., 2015. *Physiological Effect on Hylocereus undulatus and Hylocereus undatus Under Simulated Karst Soil Water Deficiency*. J. Resour. Ecol. 6, 269–275. <https://doi.org/10.5814/j.issn.1674-764x.2015.04.011>

Zee, F., 2004. *Pitaya*. Fruits nuts 3, 1–3.

Cofinanciado por:



UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu Agrícola
de Desenvolvimento Rural
A Europa investe nas zonas rurais



www.frutadragao.com

