



Hinc patriam sustinet

**Instituto Superior de Agronomia  
Universidade Técnica de Lisboa**



**Perspectivas de utilização da figueira-da-índia no Alentejo:  
caracterização de *Opuntia* sp. no Litoral Alentejano e na  
Tapada da Ajuda e estudo da instalação de um pomar**

**José Carlos Ramalinho Alves**

Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em  
**Engenharia Agronómica**

Orientador: Professora Doutora Cristina Maria Moniz Simões de Oliveira

Co-orientador: Doutora Mariana da Silva Gomes Mota

**Júri:**

Presidente: - Doutor António José Saraiva de Almeida Monteiro, Professor Catedrático do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Vogais: - Doutora Cristina Maria Moniz Simões Oliveira, Professora Associada do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;

- Doutor Luís Manuel Bignolas Mira da Silva, Professor Associado do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;

- Doutora Mariana da Silva Gomes Mota, Investigadora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;

- Licenciada Maria Teresa de Carvalho e Vasconcelos, Técnica Superior do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa, na qualidade de especialista.

Lisboa, 2011

## **Agradecimentos**

É com muita satisfação que expresso aqui o mais profundo agradecimento a todos aqueles que tornaram a realização deste trabalho possível.

À Professora Dr.<sup>a</sup> Cristina Oliveira, orientadora desta dissertação, pela competência científica e acompanhamento do trabalho, pelo apoio, incentivo e disponibilidade demonstrada em todas as fases que levaram à concretização deste trabalho.

À Investigadora Dr.<sup>a</sup> Mariana Mota, co-orientadora desta dissertação, pela total disponibilidade e apoio, pelos comentários e sugestões, que permitiram encontrar informações e soluções que em muito contribuíram para a execução deste trabalho.

À Investigadora Eng.<sup>a</sup> Teresa Vasconcelos, pela sua disponibilidade em mostrar as colecções de Opuntias existentes no Instituto Superior de Agronomia e ajuda prestada, essencial para a elaboração desta dissertação.

Ao Professor Luís Mira, pela revisão e avaliação do trabalho efectuado na unidade curricular de Inovação e Empreendedorismo no ano lectivo de 2010/2011.

Aos meus colegas, Bruno Neves, Tiago Cordeiro e Luís Leal, pela colaboração do desenvolvimento do trabalho efectuado na unidade curricular de Inovação e Empreendedorismo no ano lectivo de 2010/2011.

A todos os meus colegas que se interessaram por este trabalho e me apoiaram na elaboração deste.

Aos meus pais e ao meu irmão, impulsionadores desta aprendizagem, pelo apoio e incentivo incondicional e pela disponibilidade total na realização de tarefas relacionadas com a dissertação.

## Resumo

Procedeu-se à caracterização das diferentes espécies selvagens de *Opuntia* no Litoral de Alentejano e na Tapada da Ajuda (Lisboa), com base na caracterização morfológica, fenológica e físico-química das plantas e dos frutos.

As espécies identificadas foram *Opuntia leucotricha* DC., *Opuntia stricta* (Haw.) Haw., *Opuntia monacanta* (Willd.) Haw., *Austrocylindropuntia subulata* (Muehlenpf.) Backeb. e *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. (2 variedades desconhecidas), sendo a *Opuntia ficus-indica* a espécie com especial interesse agronómico.

Os frutos de *O. ficus-indica* são pouco ácidos, com valores elevados de vitamina C, fenóis totais e TSS e um número razoável de sementes (> 150). Das 2 variedades de *O. ficus-indica* (frutos com polpa verde-clara e polpa laranja) a que produz frutos de polpa verde-clara é a que apresenta as melhores características físico-químicas. Este estudo mostra o elevado potencial dos frutos de *O. ficus-indica* como uma boa fonte de antioxidantes naturais e que o consumo dos frutos ou subprodutos pode contribuir com quantidades substanciais na dieta humana.

Realizou-se uma avaliação técnica e económica da instalação de um pomar de *Opuntia* no Alentejo. Como as condições edafo-climáticas são favoráveis e como existem espécies/variedades de *Opuntia* com boas características físico-químicas, é viável a realização de um projecto para a produção de frutos para o mercado nacional e internacional.

**Palavras-chave:** *Opuntia ficus-indica*, características morfológicas e físico-químicas, aspectos agronómicos e económicos.

## **Abstract**

A description of the different species of wild *Opuntia* in the Alentejo's coastal area and in the Tapada da Ajuda (Lisbon) based on the morphological, phenological and physical-chemical description of the plants and fruits is made.

The identified species were the *Opuntia leucotricha* DC., *Opuntia stricta* (Haw.) Haw., *Opuntia monacanta* (Willd.) Haw., *Austrocylindropuntia subulata* (Muehlenpf.) Backeb. and *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. (2 unknown varieties), which *Opuntia ficus-indica* is most interesting variety from the agronomic point of view.

The fruits of *O. ficus-indica* have little acidity, high content of vitamin C, total phenols and TSS and a considerable amount of seeds (> 150). From the 2 varieties of *O. ficus-indica* (fruits with light-green pulp and orange pulp), the former shows better physical-chemical features comparing with the orange pulp fruit cultivar. This study demonstrates the high potential of the *O. ficus-indica*'s fruits as source of natural antioxidants and that the consumption of fruits and subproducts can provide substantial amounts for the human diet.

Technical and economical assessment of an *Opuntia* orchard establishment was undertaken. As the edaphoclimatic conditions and the species/varieties of *Opuntia* with good physical-chemical features are advantageous there might be the possibility to develop a project considering the production of fruits to the national and international markets.

**Keywords:** *Opuntia ficus-indica*, morphological and physical-chemical characteristics, economical and agronomic aspects.

## Extended abstract

The *Opuntia* sp. are nowadays part of the natural environment and of the rural systems in many regions of the Globe. In many countries the *Opuntia* sp. are used for several purposes and it is difficult to find a plant as spread and exploited, mainly in arid and semi-arid regions. The *Opuntia* sp. are an inexhaustible source of products and functions, initially as a wild plant and later as a farmed plant; this happens either in subsistence farming or in a market oriented scope (Barbera e Inglese, 1993). In Portugal, the use of these plants is very scarce. In some regions of this country they are mainly used as bordering landmarks of private and farming fields, as fodder for farm animals and a small part is used for human consumption (fruits).

In chapter 1, a comprehensive description of the different wild species of *Opuntia* was undertaken in the Alentejo coastal area (Grândola, Santiago do Cacém and Sines) and in the Superior Institute of Agronomy (Tapada da Ajuda, Lisbon). This description was based on the morphological, phenological and physical-chemical features of these plants and their fruits. This description was sustained by the references suggested by the UPOV and FAO-IRCADA CACTUSNET and the photographs taken throughout the several phenological stages. The cropped vegetal material (for morphological analysis of the cladodes, flower and fruit, as well as for qualitative analysis of the fruits), corresponds to 10 zones ( $Z_x$ ) with 27 accessions ( $S_y$ ) (known as spots) in the Alentejo coastal area and 4 accessions in the Superior Institute of Agronomy in Lisbon, building up to 31 accessions in a whole. These plants are found in a natural/wild environment and are free from any human effect.

Throughout this study six species were analyzed, one of which with two varieties; however, it was impossible to identify one specie, as well as, the two varieties. According to “Plant Database (USDA, 2009) and “Virtual Botanical Garden” (VIRBOGA, 2010), the identified species were: *Opuntia leucotricha* DC., *Opuntia stricta* (Haw.) Haw., *Opuntia monacanta* (Willd.) Haw., *Austrocylindropuntia subulata* (Muehlenpf.) Backeb. and *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. The two varieties that could not be identified correspond to the *Opuntia ficus-indica* specie, which produces edible fruits; the rest of the species produce non-edible fruits. In the Alentejo coastal area, the *Opuntia ficus-indica* specie is commoner; this specie produces yellowish-rose fruits with light-green pulp (unknown variety) and in the Tapada da Ajuda, the *Opuntia ficus-indica* specie is predominant and it produces yellow-orange fruits with orange pulp (unknown variety). In the Alentejo coastal area, the latter also exists; however, with less specimens regarding the predominant one. The *Opuntia ficus-indica* fruits are not too acid, have high content of vitamin C, total phenols and TSS and a considerable number of seeds (> 150). However, there are differences between the two varieties. The light-

green-pulped fruits show higher values of vitamin C, total phenols and TSS, though an inferior value of acidity, while compared to the orange-pulped ones, that is, the light-green-pulped fruits have better physical-chemical features.

All the studied specimens grow in a wild environment which makes it difficult setting the harvest date. However, the results were compatible or even superior by comparing with the cultivars that exist in the global market, which demonstrates a great commercial potential of these two varieties. Based on the available data and on the fitochemical contents present in the *Opuntia* fruits, one can affirm that there is a very high probability that these fruits provide many nutrients for the benefit of human health, associated to the consumption of fruits and vegetables in general.

In chapter 2, a technical and economical assessment was made regarding the establishment of an *Opuntia* orchard in Alentejo. This assessment makes up a very important tool of know-how for the future practicability of a fruit farming project in Portugal. In order to do so, it is necessary to know the climate and soil, the preparation of the land, the setting of the culture (plant density, fertilization and watering needs), pests and diseases, crop practices (types of pruning, fruit thinning and *scozzolatura*), harvest and post-harvest practices. Furthermore the undertaking of this objective is subject to actions that allow competitiveness in the sector, such as the selection of more productive varieties, the advantageous establishment conditions, the setting of harvest date and post-harvest technologies suited for each variety. Sensorial analysis to identify the varieties that are more appealing to the consumers are *sine qua non* conditions to guarantee products with compatible quality patterns to the demands of the national and international markets. Besides the excellent organoleptic and physical-chemicals proprieties of the fruits, the cladodes consumed as vegetables, its use as fodder and the subproducts formed from de cladodes, flowers, fruits and seeds are alternatives that can give dynamism and diversify the production of *Opuntia* sp., considering their nutritional and medicinal features bringing benefits to both animal and human health.

As the edaphoclimate conditions in Portugal are advantageous to the production of prickly pears and the existence of *Opuntia* species with good physical-chemical features is a reality, there may be a viable possibility of developing a project aiming the production of prickly pear to the national and international markets and to abandon importing these fruits.

**Keywords:** *Opuntia ficus-indica*, morphological and physical-chemical proprieties, economical and technical aspects.

## Índice

Introdução .....	1
<i>Capítulo 1 - Caracterização das diferentes espécies e variedades de Opuntia no Litoral Alentejano e na Tapada da Ajuda (ISA)</i> .....	2
1.1. Objectivo .....	2
1.2. Revisão Bibliográfica .....	3
1.3. Material e métodos .....	12
1.3.1. Local em estudo .....	12
1.3.2. Clima/Solo .....	13
1.3.3. Análise morfológica.....	14
1.3.4. Análise qualitativa dos frutos.....	18
1.4. Resultados e discussão.....	21
1.5. Conclusão .....	45
1.6. Referências bibliográficas .....	47
<i>Capítulo 2 - Instalação de um pomar de Opuntia</i> .....	54
2.1. Introdução .....	54
2.2. Clima e solo .....	55
2.3. Preparação do terreno .....	56
2.4. Instalação da cultura .....	57
2.5. Densidade e compassos .....	59
2.6. Fertilização .....	61
2.7. Necessidades de água e rega.....	62
2.8. Pragas e doenças .....	63
2.9. Práticas Culturais .....	65
2.10. Colheita.....	70
2.11. Pós-colheita .....	72
2.12. Considerações finais .....	75
2.13. Referências bibliográficas .....	76
<i>Anexos</i> .....	80

## Lista de Quadros

<i>Quadro 1.</i> Composição dos cladódios (hortaliça), alface e espinafre .....	6
<i>Quadro 2.</i> Composição química da polpa e das sementes dos frutos de <i>O. ficus-indica</i> .....	7
<i>Quadro 3.</i> Composição química de frutas frescas e armazenadas de <i>O. amyclaea</i> , colhidas em vários estágios de desenvolvimento .....	8
<i>Quadro 4.</i> Propriedades medicinais e benefícios da utilização dos cladódios, flor, frutos/sumos e óleo das sementes da figueira-da-índia .....	9
<i>Quadro 5:</i> Nome(s) alternativo(s) de <i>Opuntia</i> sp. ....	10
<i>Quadro 6.</i> Resultados da morfologia referentes aos descritores da planta e da flor no Litoral Alentejano e na Tapada da Ajuda.....	22
<i>Quadro 7.</i> Resultados da morfologia referentes aos descritores do cladódio no Litoral Alentejano e na Tapada da Ajuda.....	23
<i>Quadro 8.</i> Resultados da morfologia referentes aos descritores do fruto no Litoral Alentejano e na Tapada da Ajuda .....	24
<i>Quadro 9.</i> Diferentes espécies estudadas correspondentes às amostras deste estudo.....	32
<i>Quadro 10.</i> Áreas representativas cultivadas com <i>Opuntia</i> sp. para a produção de frutos.....	54
<i>Quadro 11.</i> Pragas existentes no cultivo de <i>O. ficus-indica</i> .....	63
<i>Quadro 12.</i> Doenças bióticas e organismos causadores, no cultivo da figueira-da-índia.....	64

## Lista de figuras

<i>Figura 1.</i> Antigo período colonial Mesoamericano que representa a <i>Opuntia fícus-indica</i> como um possível item comercial .....	3
<i>Figura 2.</i> Representação da utilização do corante da cochonilha, um produto secundário da <i>Opuntia</i> sp., em homenagem aos aztecas.....	4
<i>Figura 3.</i> Modelo biogeográfico da dispersão de <i>Opuntia fícus-indica</i> para o resto do Mundo.....	4
<i>Figura 4.</i> Flores de duas espécies de <i>Opuntia</i> sp. no Litoral Alentejano .....	7
<i>Figura 5.</i> Localizações das 10 zonas estudadas no Litoral Alentejano .....	12
<i>Figura 6.</i> Localização das amostras estudadas na Tapada da Ajuda .....	12
<i>Figura 7.</i> Clima de Portugal Continental, segundo a classificação de Köppen.....	13
<i>Figura 8.</i> Morfologia da planta relativo ao porte: 1- erecto; 2- estendido; 3- inclinado; 4- pendente.....	14
<i>Figura 9.</i> Morfologia do cladódio relativo ao comprimento (A) e à largura (B).....	15
<i>Figura 10.</i> Morfologia do cladódio relativo à forma: 1- elíptica estreita; 2- elíptica média; 3- elíptica larga; 4- elíptica circular; 5- romboidal; 6- obovóide estreita; 7-obovóide larga ...	15
<i>Figura 11.</i> Morfologia da flor: 1- cor do estigma; 2- cor do estilete; 3- comprimento da flor; 4- cor das pétalas .....	16
<i>Figura 12.</i> Morfologia do fruto referente à forma: 1- oblonga; 2- elíptica estreita; 3- elíptica média; 4- globosa; 5- globoso-achatada; 6- obovóide elipsóide.....	16
<i>Figura 13.</i> Morfologia do fruto referente ao eixo floral: 1- curto; 2- médio; 3-longo.....	17
<i>Figura 14.</i> Morfologia do fruto referente à depressão do ápice: 1- ausente ou ligeiramente deprimida; 2- moderadamente deprimida; 3- fortemente deprimida .....	17
<i>Figura 15.</i> Fotografias referentes à amostra Z1S1 (1 e 2) .....	25
<i>Figura 16.</i> Fotografias referentes à amostra TS1 (1 a 6) .....	26
<i>Figura 17.</i> Fotografias referentes à amostra TS2 (1 a 6) .....	27
<i>Figura 18.</i> Fotografias referentes à amostra TS4 (1 a 11) .....	28
<i>Figura 19.</i> Fotografias referentes à amostra Z3S4 (1, 2 e 3) .....	29
<i>Figura 20.</i> Fotografias referentes à amostra Z1S2 (1, 2, 3, 4, 5 e 6) .....	30
<i>Figura 21.</i> Fotografias referentes à amostra Z1S3 (1 a 8) .....	31
<i>Figura 22.</i> Peso médio dos frutos (Litoral Alentejano) .....	32
<i>Figura 23.</i> Comprimento médio dos frutos (Litoral Alentejano).....	33
<i>Figura 24.</i> Largura média dos frutos (Litoral Alentejano) .....	33
<i>Figura 25.</i> Firmeza média da polpa dos frutos (Litoral Alentejano) .....	34

<i>Figura 26.</i> Teor médio de TSS (Litoral Alentejano-frutos).....	34
<i>Figura 27.</i> Concentração média de ácido cítrico (Litoral Alentejano) .....	35
<i>Figura 28.</i> Teor médio de vitamina C (Litoral Alentejano).....	36
<i>Figura 29.</i> Teor médio de fenóis totais (Litoral Alentejano) .....	36
<i>Figura 30.</i> Teor médio de TSS (Litoral Alentejano-sumos) .....	37
<i>Figura 31.</i> Peso médio dos frutos (Tapada da Ajuda) .....	37
<i>Figura 32.</i> Comprimento médio dos frutos (Tapada da Ajuda).....	38
<i>Figura 33.</i> Largura média dos frutos (Tapada da Ajuda) .....	38
<i>Figura 34.</i> Firmeza média da polpa dos frutos (Tapada da Ajuda) .....	39
<i>Figura 35.</i> Teor médio de TSS (Tapada da Ajuda-frutos).....	39
<i>Figura 36.</i> Teor de ácido cítrico (g/L) dos diferentes sumos da amostra TS3, relativos à coloração da casca (Tapada da Ajuda) .....	40
<i>Figura 37.</i> Teor de ácido ascórbico (mg/100g) dos diferentes sumos da amostra TS3, relativos à coloração da casca (Tapada da Ajuda) .....	40
<i>Figura 38.</i> Teor de fenóis totais (mg/100g) dos diferentes sumos da amostra TS3, relativos à coloração da casca (Tapada da Ajuda) .....	41
<i>Figura 39.</i> Teor de TSS (°Brix) dos diferentes sumos da amostra TS3, relativos à coloração da casca (Tapada da Ajuda) .....	41
<i>Figura 40.</i> Sulcos preparados para a colocação dos cladódios .....	56
<i>Figura 41.</i> Instalação da cultura com os cladódios enterrados na vertical até pouco mais de metade do seu comprimento .....	58
<i>Figura 42.</i> Pomar de <i>Opuntia</i> sp. em sebe, com 8 anos de idade, instalado em Itália.....	60
<i>Figura 43.</i> Pomar de <i>Opuntia</i> sp. em sebe, instalado em Marrocos .....	60
<i>Figura 44.</i> Pomar de <i>Opuntia</i> sp. em quadrícula, com 8 anos de idade, instalado em Itália...	60
<i>Figura 45.</i> <i>Cactoblastis cactorum</i> em fase adulta.....	64
<i>Figura 46.</i> <i>Cactoblastis cactorum</i> em fase larvar a alimentar-se dos frutos.....	64
<i>Figura 47.</i> <i>Opuntia</i> sp. infectada por <i>Dactylopius coccus</i> .....	64
<i>Figura 48.</i> Sistema de condução em vaso .....	69
<i>Figura 49.</i> Sistema de condução em globo .....	69
<i>Figura 50.</i> Remoção floral ( <i>scozzolatura</i> ) .....	69
<i>Figura 51.</i> Ferramenta tradicional para realizar a colheita .....	71
<i>Figura 52.</i> Ferramenta tradicional para realizar a colheita .....	71
<i>Figura 53.</i> Venda de frutos descascados nas ruas do México .....	71
<i>Figura 54.</i> Frutos escovados com palhas secas para remover os gloquídeos .....	74

<i>Figura 55.</i> Máquina de remoção dos gloquídeos .....	74
<i>Figura 56.</i> Figos-da-índia acondicionados individualmente.....	74
<i>Figura 57.</i> Figos-da-índia acondicionados em caixas de madeira .....	74
<i>Figura 58.</i> Figos-da-índia acondicionados em caixas de papelão .....	74
<i>Figura A1.</i> Cultivar <i>Opuntia ficus-indica</i> Gymno Carpo proveniente de África do Sul à venda no Pingo Doce.....	80
<i>Figura A2.</i> Exemplo da caracterização morfológica relativa ao crescimento da planta, cladódios e frutos da espécie <i>Opuntia ficus-indica</i> cv. ANV1 descrita pela FAO-ICARDA CACTUSNET .....	80
<i>Figura A3.</i> Localização das acessões referentes à Zona 1 no Litoral Alentejano.....	81
<i>Figura A4.</i> Localização das acessões referentes à Zona 2 no Litoral Alentejano.....	81
<i>Figura A5.</i> Localização das acessões referentes à Zona 3 no Litoral Alentejano.....	81
<i>Figura A6.</i> Localização das acessões referentes à Zona 4 no Litoral Alentejano.....	82
<i>Figura A7.</i> Localização das acessões referentes à Zona 5 no Litoral Alentejano.....	82
<i>Figura A8.</i> Localização das acessões referentes à Zona 6 no Litoral Alentejano.....	82
<i>Figura A9.</i> Localização das acessões referentes à Zona 7 no Litoral Alentejano.....	83
<i>Figura A10.</i> Localização da acessão referente à Zona 8 no Litoral Alentejano .....	83
<i>Figura A11.</i> Localização das acessões referentes à Zona 9 no Litoral Alentejano.....	83
<i>Figura A12.</i> Localização das acessões referentes à Zona 10 no Litoral Alentejano.....	84
<i>Figura A13.</i> Localização das acessões referentes à Zona T na Tapada da Ajuda – ISA .....	84
<i>Figura A14.</i> Fotografias referentes à amostra Z2S1 (1 a 5).....	85
<i>Figura A15.</i> Fotografias referentes à amostra Z2S2 (1 a 6).....	85
<i>Figura A16.</i> Fotografias referentes à amostra Z3S1 (1 a 9).....	86
<i>Figura A17.</i> Fotografias referentes à amostra Z3S2 (1 a 6).....	86
<i>Figura A18.</i> Fotografias referentes à amostra Z3S3 (1 a 9).....	87
<i>Figura A19.</i> Fotografias referentes à amostra Z3S5 (1, 2 e 3).....	87
<i>Figura A20.</i> Fotografias referentes à amostra Z4S1 (1, 2 e 3).....	88
<i>Figura A21.</i> Fotografias referentes à amostra Z4S2 (1, 2 e 3).....	88
<i>Figura A22.</i> Fotografias referentes à amostra Z4S3 (1, 2 e 3).....	88
<i>Figura A23.</i> Fotografias referentes à amostra Z5S1 (1, 2 e 3).....	88
<i>Figura A24.</i> Fotografias referentes à amostra Z5S2 (1, 2 e 3).....	89
<i>Figura A25.</i> Fotografias referentes à amostra Z5S3 (1, 2 e 3).....	89
<i>Figura A26.</i> Fotografias referentes à amostra Z6S1 (1,2 e 3).....	89
<i>Figura A27.</i> Fotografias referentes à amostra Z6S2 (1, 2 e 3).....	89

<i>Figura A28.</i> Fotografias referentes à amostra Z7S1 (1, 2 e 3).....	90
<i>Figura A29.</i> Fotografias referentes à amostra Z7S2 (1 a 6).....	90
<i>Figura A30.</i> Fotografias referentes à amostra Z7S3 (1 a 6).....	90
<i>Figura A31.</i> Fotografias referentes à amostra Z7S4 (1, 2 e 3).....	91
<i>Figura A32.</i> Fotografias referentes à amostra Z8S1 (1, 2 e 3).....	91
<i>Figura A33.</i> Fotografias referentes à amostra Z9S1 (1, 2 e 3).....	91
<i>Figura A34.</i> Fotografias referentes à amostra Z9S2 (1, 2 e 3).....	91
<i>Figura A35.</i> Fotografias referentes à amostra Z9S3 (1 a 6).....	92
<i>Figura A36.</i> Fotografias referentes à amostra Z10S1 (1, 2 e 3).....	92
<i>Figura A37.</i> Fotografias referentes à amostra TS3 (1 a 15).....	93
<i>Figura A38.</i> Curva de calibração do ácido gálico .....	94
<i>Figura A39.</i> Trabalho realizado na unidade curricular de Inovação e Empreendedorismo (ISA), 2010 .....	94

## **Lista de Abreviaturas**

A	Absorvância
ác.	Ácido
AT	Acidez titulável
CAM	Metabolismo Ácido das Crassuláceas
Csa	Clima temperado com inverno chuvoso e verão seco e quente
Csb	Clima temperado com inverno chuvoso e verão pouco quente
DCNA	2,6 Dicloro-4-nitroanilina
DCPIP	2,6 Diclorofenolindofenol
FAO	Food and Agriculture Organization
HR	Humidade relativa
IBET	Instituto de Biologia Experimental e Tecnológica
ISA	Instituto Superior de Agronomia
P	Probabilidade
PDF	Período de diferenciação do fruto
PRODEQ	Associação para o desenvolvimento da Engenharia Química
TSS	Teor em sólidos solúveis
UPOV	International Union for the Protection of New Varieties of Plants

## Introdução

As espécies de *Opuntia* são hoje parte do ambiente natural e dos sistemas agrícolas de muitas regiões do Mundo. Em muitos países *Opuntia* spp. servem para várias finalidades, sendo difícil encontrar uma planta tão distribuída e explorada, sobretudo em zonas áridas e semi-áridas com uma economia de subsistência, que pela falta de recursos naturais e produtivos, forçam os agricultores a dar atenção a estas espécies. As opuntias são uma fonte inesgotável de produtos e funções, inicialmente como uma planta selvagem e posteriormente como uma planta cultivada, quer para uma agricultura de subsistência, quer para uma agricultura orientada para o mercado (Barbera e Inglese, 1993). Em 1993 estabeleceu-se em Guadalajara, México, uma rede internacional da FAO com a finalidade de fomentar a cooperação entre cientistas de diferentes países e de facilitar a troca de informações, conhecimentos e cooperação técnica.

Em Portugal, a utilização de *Opuntia* spp. ainda é muito reduzida, verificando-se em algumas zonas do país, o uso destas plantas para a delimitação de terrenos privados ou agrícolas, como forragem para os animais e uma pequena parte, para o consumo humano (frutos). Embora, em Portugal, o seu mercado ainda seja reduzido, já se pode observar em algumas superfícies comerciais (Jumbo, Continente, Pingo Doce, Intermarché) a venda deste fruto importado de outros países a preços não muito convidativos para o consumidor. A título de exemplo, nos Anexos (Fig. A1), pode-se verificar a cultivar Gymno Carpo, proveniente da África do Sul à venda no Pingo Doce. De referir também, que em 2008, foi financiado um projecto em Portugal, realizado pelo IBET (Instituto de Biologia Experimental e Tecnológica) em parceria com a PRODEQ (Associação para o Desenvolvimento da Engenharia Química) sobre a valorização das plantas do Alentejo “Ingredientes bioactivos extraídos de *Opuntia* sp..

Assim, sente-se a necessidade de avaliar as diferentes espécies e variedades existentes em Portugal, procedendo-se neste trabalho à caracterização das diferentes espécies selvagens de *Opuntia* no Litoral Alentejano (concelhos de Grândola, Santiago do Cacém e Sines) e no Instituto Superior de Agronomia (Tapada da Ajuda, Lisboa) com base na caracterização morfológica, fenológica e físico-química das plantas e dos frutos (Capítulo 1), bem como a avaliação técnica e económica da implementação de um pomar de *Opuntia* no Alentejo (Capítulo 2), sendo este último capítulo, uma importante ferramenta de “know how” para uma possível viabilização de um projecto de fruticultura em Portugal.

## ***Capítulo 1 - Caracterização das diferentes espécies e variedades de Opuntias no Litoral Alentejano e na Tapada da Ajuda (ISA)***

### **1.1. Objectivo**

Este trabalho tem como objectivo caracterizar as diferentes espécies selvagens de *Opuntia* no Litoral Alentejano (concelhos de Grândola, Santiago do Cacém e Sines) e no Instituto Superior de Agronomia (Tapada da Ajuda, Lisboa) com base na caracterização morfológica, fenológica e físico-química das plantas e dos frutos.

## 1.2. Revisão Bibliográfica

A grande e diversa família *Cactaceae* representa, aproximadamente, 1 600 espécies em 122 géneros, sendo “cacto”, o nome comum mais utilizado para designar esta família de dicotiledóneas (Gibson & Nobel, 1986). Das 1 600 espécies, perto de 300 pertencem ao género *Opuntia* (platyopuntias) (Scheinvar, 1995; Mohamed-Yasheen *et al.*, 1996), sendo o mais importante grupo comercial (Gibson & Nobel, 1986).

*Opuntia ficus-indica*, um membro do género *Opuntia*, cultivada em mais de 30 países nos dois hemisférios e em todos os continentes, excepto na Antárctida (Inglese *et al.*, 2002), é considerada como uma cultura agronómica multi-facetada (Russel & Felker, 1987; Nobel, 1988). *O. streptacantha* Lemaire, *O. lindhemeiri* Engel, *O. amyclaea* Tenore, *O. megacantha* Salm-Dick e *O. robusta* Wendland são algumas das espécies, pertencentes ao género *Opuntia*, que também têm interesse agronómico para a produção de frutos, vegetais (cladódios) e forragem (Pimienta-Barrios e Munoz-Urias, 1995).

Pensa-se que as espécies de *Opuntia* são originárias das áreas tropicais da América (Pimienta- Barrios, 1990). No entanto, devido à dispersão de várias espécies pelos primeiros usuários e a resultante hibridação entre espécies, torna difícil saber com exactidão a origem da maior parte das espécies e variedades de *Opuntia* (Griffiths, 1907; Nobel, 1994). Existe um artefacto que indica o valor do figo-da-índia como um elemento de troca comercial na Mesoamérica. Esse artefacto é o Codex Mendonza (1535-1550 aC), que retrata o papel fundamental dos Aztecas no comércio da *Opuntia* sp. (Berdan e Anwalt, 1992), sendo a única representação do período pré-colonial que demonstra a *Opuntia* sp. como um item comercial (Fig. 1), bem como a utilização do corante proveniente da cochonilha, para o qual o cultivo da *Opuntia* era necessário (Berdan e Anwalt, 1992) (Fig. 2).



Figura 1. Antigo período colonial Mesoamericano que representa a *Opuntia ficus-indica* como um possível item comercial (Codex Mendoza, folio 47r, Bodleian Library, Oxford University, Oxford, UK).

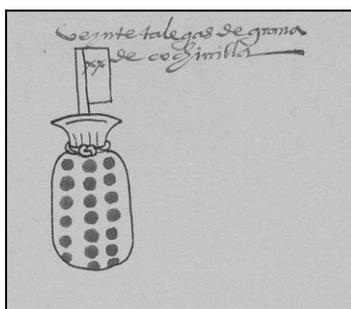


Figura 2. Representação da utilização do corante da cochonilha, um produto secundário da *Opuntia* sp., em homenagem aos aztecas (Codex Mendoza, folio 44r, Bodleian Library, Oxford University, Oxford, UK).

As plantas cultivadas difundiram-se através do comércio por toda a Mesoamérica e Caraíbas e possivelmente para a América do Sul, sendo depois disseminada por viajantes europeus até à Europa Mediterrânea e Norte de África e conseqüentemente até às regiões áridas e semi-áridas do resto do Mundo (Fig. 3) (Griffith, 2004).

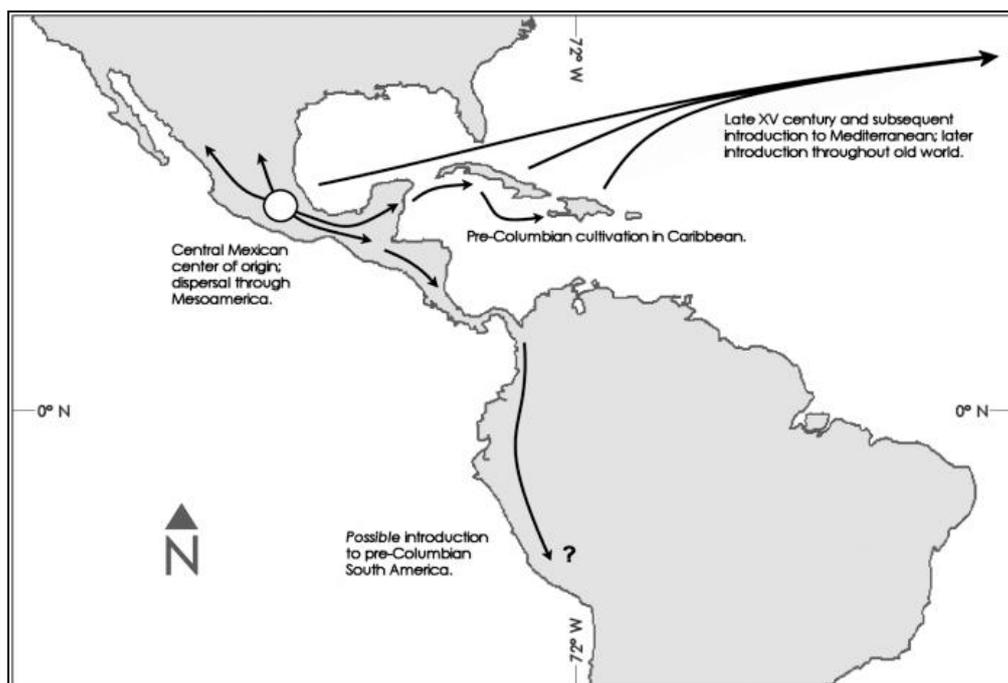


Figura 3. Modelo biogeográfico da dispersão de *Opuntia ficus-indica* para o resto do Mundo (Griffith, 2004).

Mais de 70% de todas as espécies de *Opuntia* surgem nas regiões áridas e semi-áridas do México, Argentina, Peru e Chile (Gibson e Nobel, 1986), tendo sido dispersadas do México para outros países como Portugal, Espanha, Itália, Grécia, Israel, Austrália, África do Sul, Brazil, Argentina, Colômbia e EUA (Pimentia-Barrios, 1990; Brutsch e Zimmermann, 1995; Casas e Barbera, 2002). A figueira-da-índia, como uma cultura frutícola, tem crescido a nível comercial. Mais de 100 000 ha estão distribuídos principalmente pelo México, Chile,

Itália, África do Sul, África do Norte e EUA (Mondragon-Jacobo e Perez- Gonzalez, 2000). A figueira-da-índia, como sendo uma cultura resistente à seca e devido ao uso como produto frutícola e hortícola, gera um grande potencial de exploração nas zonas áridas e semi-áridas pois tem um elevado potencial de produtividade de cladódios e frutos, uma alta eficiência do uso da água devido ao metabolismo CAM (metabolismo ácido das crassuláceas), múltiplos usos (cultura multi-facetada) e adapta-se a diversos ambientes (Barbera, 1995).

Em Portugal existem diversas espécies de *Opuntia* sub-espontâneas, consentidas pelo homem, dispersadas principalmente, pelo Alentejo e Algarve. De acordo com Carvalho e Mansinho (1988/1989) os frutos, apreciados até no litoral, e destinados em parte ao consumo urbano, podem proporcionar rendimentos apreciáveis, sobretudo se se cuidar da sua qualidade. No Algarve, as espécies mais difundidas são a *O. dillenii* na sua forma espinhosa e a *O. tuna*, que produzem frutos de agradável sabor ácido. Mais raramente encontra-se a *O. ficus-indica*, espécie essa, sem dúvida, a mais interessante para a produção de forragem ou frutos (Carvalho e Mansinho, 1988/1989). Utilizada em Portugal como barreira “corta-fogo”, a figueira-da-índia pode funcionar como sebe de protecção e como defesa contra a erosão, no paramento de socacos, valas e cômoros. Por último, é de salientar, que as espécies de *Opuntia* têm uma estratégia hídrica complementar das culturas lenhosas com as quais não são concorrentes na estação seca, altura em que subsistem à custa das suas próprias reservas hídricas (Carvalho e Mansinho, 1988/1989). No Quadro 1 apresenta-se a composição nutricional dos cladódios em comparação com a alface e o espinafre, verificando-se que, a composição dos cladódios é aproximadamente intermédia entre estas duas hortícolas.

Os cladódios tenros e jovens das cactáceas do género *Opuntia* são tradicionalmente consumidos no México, sendo uma “especialidade” nos Estados Unidos da América e em outros países. Nas fases iniciais de crescimento há vestígios de folhas verdadeiras associadas a espinhos, mas as folhas geralmente começam a cair na época em que os cladódios chegam à maturação comercial. Os cladódios de boa qualidade são finos, de aparência fresca, túrgidos e têm uma cor verde brilhante. Depois de cortados da planta e picados, eles podem ser consumidos como hortaliça fresca ou cozida, cujo sabor lembra o de feijão-verde (Rodríguez-Félix e Cantwell, 1988). Os consumidores dão preferência aos cladódios de determinadas cultivares (Pimienta, 1993).

Os cladódios podem ser produzidos rápida e abundantemente em plantas expostas a elevadas temperaturas e com pouca água, condições pouco favoráveis para a produção de muitas hortaliças de folhas verdes (Luo e Nobel, 1993; Robles-Contreras, 1986).

*Quadro 1.* Composição dos cladódios (hortaliça), alface e espinafre.

Componente	Cladódio	Alface	Espinafre
Água (%)	91	98,5	90,7
Proteínas (%)	1,5	1,0	3,2
Lípidos (%)	0,2	0,1	0,3
Fibras cruas (%)	1,1	0,5	0,9
Hidratos de carbono (%)	4,5	2,1	4,3
Cinzas (%)	1,3	0,5	1,8
Cálcio( mg/100g)	90	19	99
Vitamina C (mg/100g)	11	4	28
Carotenóides (µg/100g)	30	19	55

*Fonte:* Dados do cladódio (hortaliça) de Rodríguez-Félix e Cantwell, 1988; dados para alface e espinafre de USDA Agric. Handbk 8-11, 1984.

Várias características tornam a flor da piteira única. Nesta flor existem segmentos de perianto pouco diferenciados como as pétalas e as sépalas, numerosos estames dispostos em espiral, um pistilo com quatro ou mais carpelos fundidos e ovário ínfero e unilocular (Broke, 1980). Além disso, a piteira está entre as poucas espécies cuja parte externa do ovário inferior converte-se, posteriormente, na casca da fruta.

À medida que o gomo emerge, é possível verificar, através do seu volume espacial, se é vegetativo ou reprodutivo. O gomo floral é mais esférico, enquanto o vegetativo é mais plano, a proporção entre gomos florais e vegetativos é de 3:1 e 10 % dos cladódios podem ter ambos os tipos de gomos na mesma proporção (Sudzuki, 1995).

As flores são hermafroditas e actinomorfas, desenvolvendo-se na parte superior dos cladódios de um ou dois anos e, ocasionalmente, em cladódios de três anos. A diferenciação floral ocorre num período muito curto, geralmente 50 a 60 dias após a activação do meristema até à ântese, em contraste com outras fruteiras (macieira, pereira, etc.), em que a diferenciação floral começa no ano anterior (Pimienta e Engelman, 1981). A parte estéril da flor é representada pelo perianto e há poucas diferenças entre as sépalas e as pétalas. As sépalas são mais pequenas, mas ambas são oblongas e fundidas na sua base, com uma cor amarela, laranja ou amarela rosada. As flores mudam a cor para laranja rosado após a fecundação (Fig 4).



Figura 4. Flores de duas espécies de *Opuntia* sp. no Litoral Alentejano.

Fotografia do autor.

O fruto é uma pseudo-baga, com diferentes tamanhos, formas e cores. Possui uma casca grossa que envolve uma polpa succulenta e contém muitas sementes com tegumento duro (Barbera *et al.*, 1992). O teor de açúcar bastante elevado e a baixa acidez são características que tornam um fruto muito doce e agradável (Joubert, 1993; Munoz de Chavez *et al.*, 1995). Além destas características, o fruto também contém teores de vitamina C e fenóis totais elevados. O figo-da-índia destaca-se pelas suas características nutricionais (Quadro 2) e pela coloração variada da casca e da polpa. Este facto deve-se à presença de betaínas (compostos antioxidantes semelhantes às antocianinas), que são pigmentos hidrossolúveis que estão divididos em duas classes: betacianinas, responsáveis pela coloração avermelhada e betaxantinas, responsáveis pela coloração amarelada (Piatelli, 1976).

Quadro 2. Composição química da polpa e das sementes dos frutos de *O. ficus-indica*.

Componente	Polpa da fruta (com base no peso fresco)	Sementes (com base no peso seco)
Água (%)	85,60	5,3
Proteínas (N x 6,25) (%)	0,21	16,6
Lipídios (%)	0,12	17,2
Fibras (%)	0,02	49,6
Pectina (%)	0,19	-
Vitamina C (mg/100 g)	22,00	-
$\beta$ -caroteno (UI)	traços	-
Cinzas (%)	0,44	3,0
Ca (mg/100 g)	28,00	16,0
Mg (mg/100 g)	28,00	75,0
K (mg/100 g)	161,00	163,0
Na (mg/100 g)	0,80	68,0
P (mg/100 g)	15,40	152,0

Fonte: Adaptado de Sawaya *et al.*, 1983.

Os estágios de desenvolvimento e maturação para os frutos podem ser descritos da seguinte maneira:

- 1) *Frutos verdes*: quase completamente desenvolvidos, com uma casca verde-clara.
- 2) *Frutos em processo de maturação*: a casca começa a apresentar mudança de cor; o desenvolvimento da cor pode variar desde incipiente até 75% da superfície do fruto; os gloquídeos (pequenos picos de celulose cristalina aglomerados nas aréolas dos frutos) começam a cair; os frutos nesse estágio são considerados ótimos para colheita comercial.
- 3) *Frutos maduros*: a casca tem 75 a 100% da cor final de maturação; os frutos são menos firmes que os do estágio 2, danificando-se com facilidade durante a colheita.
- 4) *Frutos sobremaduros*: podem apresentar maior intensidade da cor final de maturação da casca, desenvolvendo-se pequenas áreas de cor castanhas.

Durante os últimos estágios de desenvolvimento, a polpa dos frutos acumula rapidamente açúcares e o nível de acidez baixa (Quadro 3) (Barbera *et al.*, 1992; Kuti, 1992; Lakshminarayana *et al.*, 1979). Como tal, a colheita muito antecipada em relação ao processo de maturação deve ser evitada. Nos estudos realizados sobre o figo-da-índia foram consideradas poucas avaliações sensoriais e Kuti (1992) enfatiza a necessidade de se realizar estudos correspondentes para determinar a preferência do consumidor em relação a diferentes cultivares e estágios de maturação.

*Quadro 3.* Composição química de frutas frescas e armazenadas de *O. amyclaea*, colhidas em vários estágios de desenvolvimento.

Componente	Dias de formação do fruto					
	91	98	105	110	115	120
COLHIDO FRESCO						
Polpa (% peso fresco)	21	40	48	52	59	62
Sólidos solúveis (%)	9,70	13,40	14,60	14,80	15,80	15,50
Açúcares totais (%)	10,8	15,0	15,2	15,8	17,5	16,0
Acidez titulável (%)	0,15	0,11	0,12	0,08	0,05	0,03
pH	5,79	6,00	6,20	6,25	6,10	6,60
Vitamina C	16,3	13,9	21,4	14,1	11,6	22,0
ARMAZENADO 15 DIAS A 20°C, 60-70% Humidade relativa						
Sólidos solúveis (%)	9,4	12,0	14,0	14,6	13,8	14,8
Açúcares totais (%)	0,06	0,03	0,05	0,04	0,05	0,04
pH	6,00	6,00	6,50	6,60	6,00	6,20
Vitamina C	17,6	15,6	21,8	21,8	21,9	32,3

Fonte: Adaptado de Lakshminarayana *et al.*, 1979.

No Quadro 4 e no esquema em baixo estão representadas algumas das propriedades medicinais e os diversos subprodutos da utilização da figueira-da-índia.

*Quadro 4.* Propriedades medicinais e benefícios da utilização dos cladódios, flor, frutos/sumos e óleo das sementes da figueira-da-índia.

<b>Cladódios</b>	<b>Flor</b>	<b>Frutos/Sumos</b>	<b>Óleo das sementes</b>
- Propriedades cicatrizantes	- Expulsão de pedras nos rins	- Efeito diurético	- Rico em ómega-3
- Tratamento de úlcera gástrica	- Tratamento de cólicas renais	- Agente hipoglicémico	- Reduz o colesterol e triglicéridos
- Acção hipoglicémica	- Efeito depurativo e diurético	- Tratamento da Hipocolesterolemia	- Anti-envelhecimento
- Alívio gástrico	- Previne o cancro da próstata	- Actividade anti-alérgica	- Previne doenças cardiovasculares
- Combate o reumatismo e artroses		- Tratamento da indigestão	- Fortalece o sistema imunológico
- Desintoxicante		- Efeito anti-ulcerogénico	- Bom desenvolvimento e formação do cérebro e retina nos bebés em gestação
- Acção anti-viral		- Anti cancerígeno	- Combate a depressão
		- Acção neuroprotectora	
		- Antioxidativo	
		- Alívio nas ressacas alcoólicas	

Fonte: Adaptado de “VII International Congress on Cactus Pear and Cochineal”, 2010.

### Subprodutos

- Comidas (funcionais e derivados):
  - *Nopal/Cladódio desidratado*
  - *Iogurtes*
  - *Gelados*
  - *Farinha de Nopal*
  - *Doces (gomas)*
  - *Vinagre*
  - *Tortilha de Nopal*
  - *Geleias*
  - *Azeite*
  - *Nopalitos*
  - *Compotas*
  - *Vinho*
  - *Cookies*
  - *Marmeladas*
  - *Licores*
  - *Barras energéticas*
  - *Sumos*
  - *Óleo de linhaça*
  - *Sobremesas*
  - *Néctares*
- Suplementos nutritivos (cápsulas de Nopal)
- Cosméticos (sabão, champôs, cremes)
- Biodiesel
- Anti-corrosivo

Fonte: Adaptado de “VII International Congress on Cactus Pear and Cochineal”, 2010.

A taxonomia do género *Opuntia* por parte dos autores é difícil por diversas razões: os fenótipos destas espécies e variedades variam muito de acordo com as condições ecológicas; poliploidia, com um grande número de populações que se reproduzem sexuada e vegetativamente; e a existência de numerosos híbridos, devido à maioria das espécies e variedades florescerem durante o mesmo período do ano, sem a presença de barreiras biológicas a separá-las (FAO, 2001).

Classificação científica:

Reino: Plantae  
 Divisão: Magnoliophyta  
 Classe: Magnoliopsida  
 Ordem: Caryophyllales  
 Família: Cactaceae  
 Subfamília: Opuntioideae  
 Género: *Opuntia*

De acordo com a UPOV, 2006 existem 2 grupos de espécies e variedades pertencentes ao género *Opuntia*:

Grupo 1: Figueira-da-Índia, Piteira

*Opuntia amyclaea* Tenore, *O. ficus-indica* (L.) Mill., *O. streptacantha* Lemaire, *O. megacantha* Salm-Dyck, *O. duranguensis* Britton et Rose, *O. lasyacantha* Pfeiffer, *O. robusta* Wendland, *O. hyptiacantha* Weber

Grupo 2: Xoconostles

*Opuntia joconostle* Weber, *O. matudae* Sheinvar, *O. oligacantha* Sheinvar, *O. leucotrica* DC, *O. heliabravoana* Sheinvar, *O. spinulifera* Sheinvar.

Quadro 5: Nome(s) alternativo(s) de *Opuntia* sp.:

<i>Nome botânico</i>	<i>Português</i>	<i>Inglês</i>	<i>Francês</i>	<i>Alemão</i>	<i>Espanhol</i>
<b><i>Opuntia</i>, Grupo 1</b>	Figueira-da-índia, Piteira	Cactus pear, Prickly Pear (fruto)	Figuier de Barbarie	Feigenkaktus	Chumbera, Nopal tunero, Tuna
<b><i>Opuntia</i>, Grupo 2</b>	Xoconostles	Xoconostles	Xoconostles	Xoconostles	Xoconostles

Fonte: adaptado de UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VEGETALES, 2006.

Relativamente aos diferentes caracteres individuais, a figueira-da-índia apresenta uma morfologia bastante variada. A UPOV e CACTUSNET apresentam os descritores referentes à planta (porte, vigor, tamanho e forma), os descritores relativos ao cladódio (forma, espinhos e gloquídeos), os descritores referentes à flor (comprimento da flor, cor do estilete, cor e número de lóbulos do estigma) e os descritores alusivos ao fruto (forma, tamanho, gloquídeos, comprimento do eixo floral, depressão do ápice do fruto, cor do fruto e da polpa, firmeza da polpa, número de sementes por fruto, período de maturação e de colheita e teor de sólidos solúveis totais). Existem alguns clones descritos pela FAO-ICARDA CACTUSNET. Como exemplo apresenta-se um dos clones nos Anexos (Fig. A2).

## 1.3. Material e métodos

### 1.3.1. Local em estudo

O local em estudo situa-se no Litoral Alentejano (concelhos de Grândola, Santiago do Cacém e Sines) e no Instituto Superior de Agronomia (Tapada da Ajuda, Lisboa) (Fig. 5 e 6).



Figura 5. Localizações das 10 zonas estudadas no Litoral Alentejano. Fonte: Google Earth.

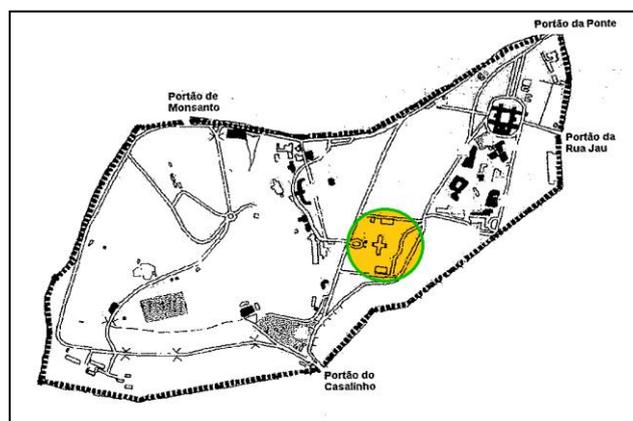


Figura 6. Localização das amostras estudadas na Tapada da Ajuda (Instituto Superior de Agronomia).

O material vegetal colectado, para as análises morfológicas dos cladódios, flor e fruto bem como para as análises qualitativas dos frutos, corresponde a 10 zonas ( $Z_x$ ) com 27 acessões, denominadas por “spots” ( $S_y$ ) no Litoral Alentejano (Anexos – Fig. A3 a A12) e 4 acessões ( $S_y$ ) no Instituto Superior de Agronomia em Lisboa (T) (Anexos – Fig. A13), o que perfaz um total de 31 acessões. Estas plantas encontram-se em ambiente natural/selvagem sem qualquer efeito humano no que diz respeito a práticas culturais.

### 1.3.2. Clima/Solo

A classificação de Köppen define diferentes tipos de clima a partir dos valores médios mensais da precipitação e da temperatura. Para a delimitação dos distintos climas estabelecem-se intervalos de temperatura e precipitação baseados principalmente na sua influência sobre a distribuição da vegetação e da actividade humana (Essenwanger, 2001).

O clima de Portugal Continental (Fig. 7), segundo a classificação de Köppen, divide-se em duas regiões: uma de clima temperado com Inverno chuvoso e Verão seco e quente (Csa) e outra de clima temperado com Inverno chuvoso e Verão seco e pouco quente (Csb).

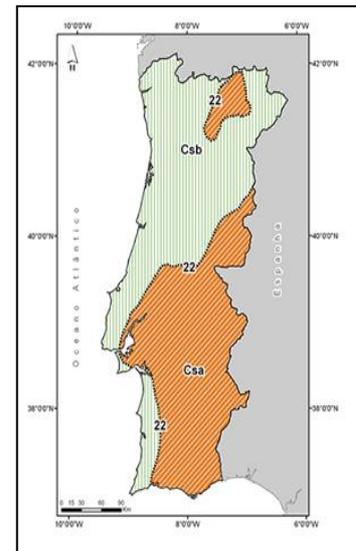


Figura 7. Clima de Portugal Continental, segundo a classificação de Köppen. Fonte: Instituto de Meteorologia de Portugal).

De acordo com o Instituto de Meteorologia de Portugal, a temperatura média anual mínima e máxima registada em 2010 no Litoral Alentejano foi de 11°C e 21°C, respectivamente, com uma diferença de temperatura média anual mínima e máxima de 0,5°C e 1°C em relação ao período de 1971-2000. A precipitação média anual registada em 2010 nesta região foi de 800 mm. Comparando com o período de 1971-2000, a percentagem da quantidade de precipitação acumulada, em relação aos valores médios, foi de 120%.

Em Lisboa, a temperatura média anual mínima e máxima registada em 2010 foi de 13°C e 21°C, respectivamente, com uma diferença de temperatura média anual mínima e máxima de -0,5°C e 0,5°C em relação ao período de 1971-2000. A precipitação média anual registada em 2010 foi de 1400 mm. Comparando com o período de 1971-2000, a percentagem da quantidade de precipitação acumulada, em relação aos valores médios, foi de 180%.

Relativamente aos tipos de solos, em Portugal no Litoral Alentejano, predominam os xistos, em solos delgados, de textura franca a franco arenosa. No litoral, junto ao mar predominam as formações arenosas, que umas vezes dão origem aos podzóis (solos arenosos que sofreram os efeitos de lixiviação provocados pelas chuvas, que alternam com cordões dunares, sem interesse agrícola) ou arenossolos (terras de charneca com revestimento florestal, e onde predominam o pinhal, o eucaliptal e o montado de sobro) (Varela, 2008). Em Lisboa (Tapada da Ajuda), com base na Carta Geológica do Concelho de Lisboa (1986), à escala 1:10000, dos Serviços Geológicos de Portugal, o solo é constituído por alternâncias de solos arenosos e argilosos.

### 1.3.3. Análise morfológica

Na análise morfológica procedeu-se a caracterização das plantas através da análise fotográfica e tendo como base os descritores a seguir enunciados.

Referente ao porte da planta, este pode ser erecto (1), estendido (2), inclinado (3) ou pendente (4) (Fig. 8). A altura da planta e o tipo de caule também foram analisados (não representados).

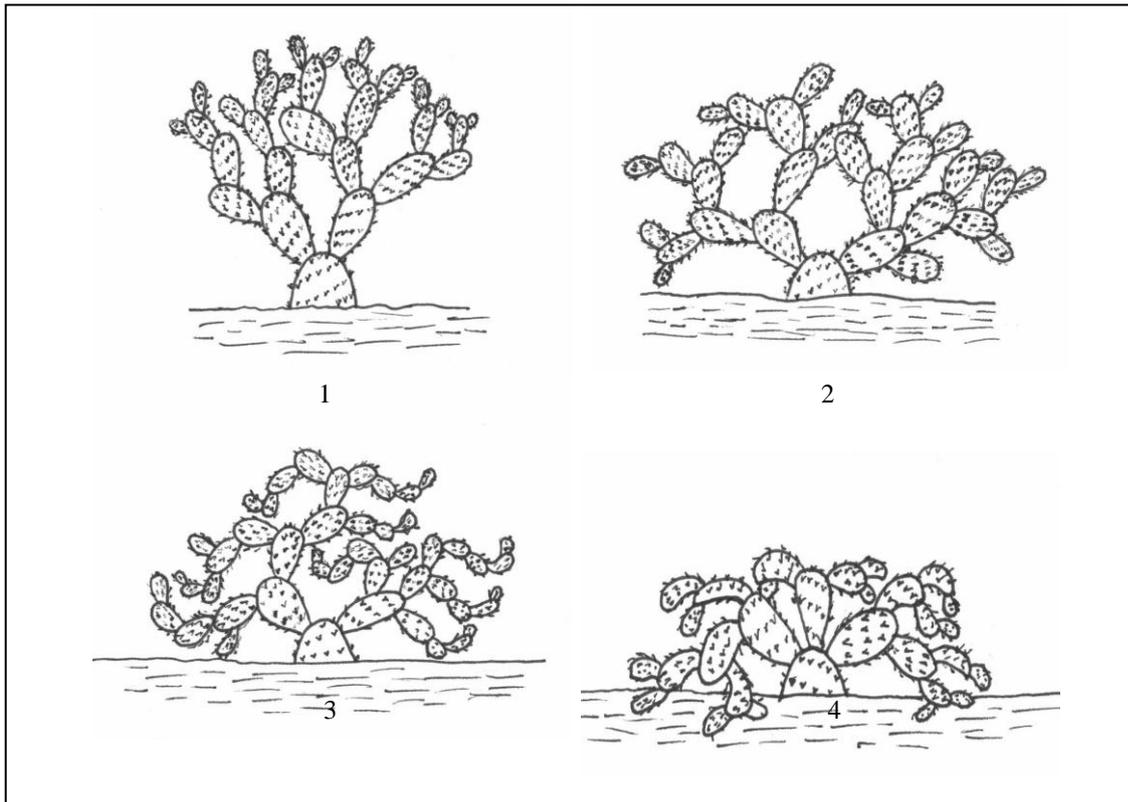


Figura 8. Morfologia da planta relativo ao porte: 1- erecto; 2- estendido; 3- inclinado; 4- pendente. Fonte: adaptado de UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VEGETALES, 2006.

Quanto à caracterização do cladódio, esta deve ser baseada, no seu comprimento (A) e largura (B) (Fig. 9), espessura (não representado) e na sua forma (Fig. 10): elíptica estreita (1), elíptica média (2), elíptica larga (3), elíptica circular (4), romboidal (5), obovóide estreita (6), obovóide larga (7). A existência de espinhos e/ou gloquídeos, o número de aréolas por 25 cm<sup>2</sup> e o diâmetro das aréolas também foram analisados neste estudo (não representados).

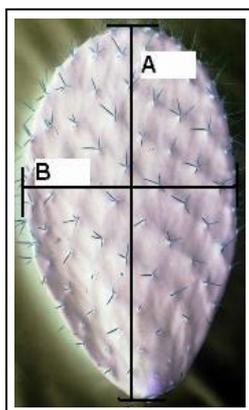


Figura 9. Morfologia do cladódio relativo ao comprimento (A) e à largura (B). Fonte: adaptado de UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VEGETALES, 2006.

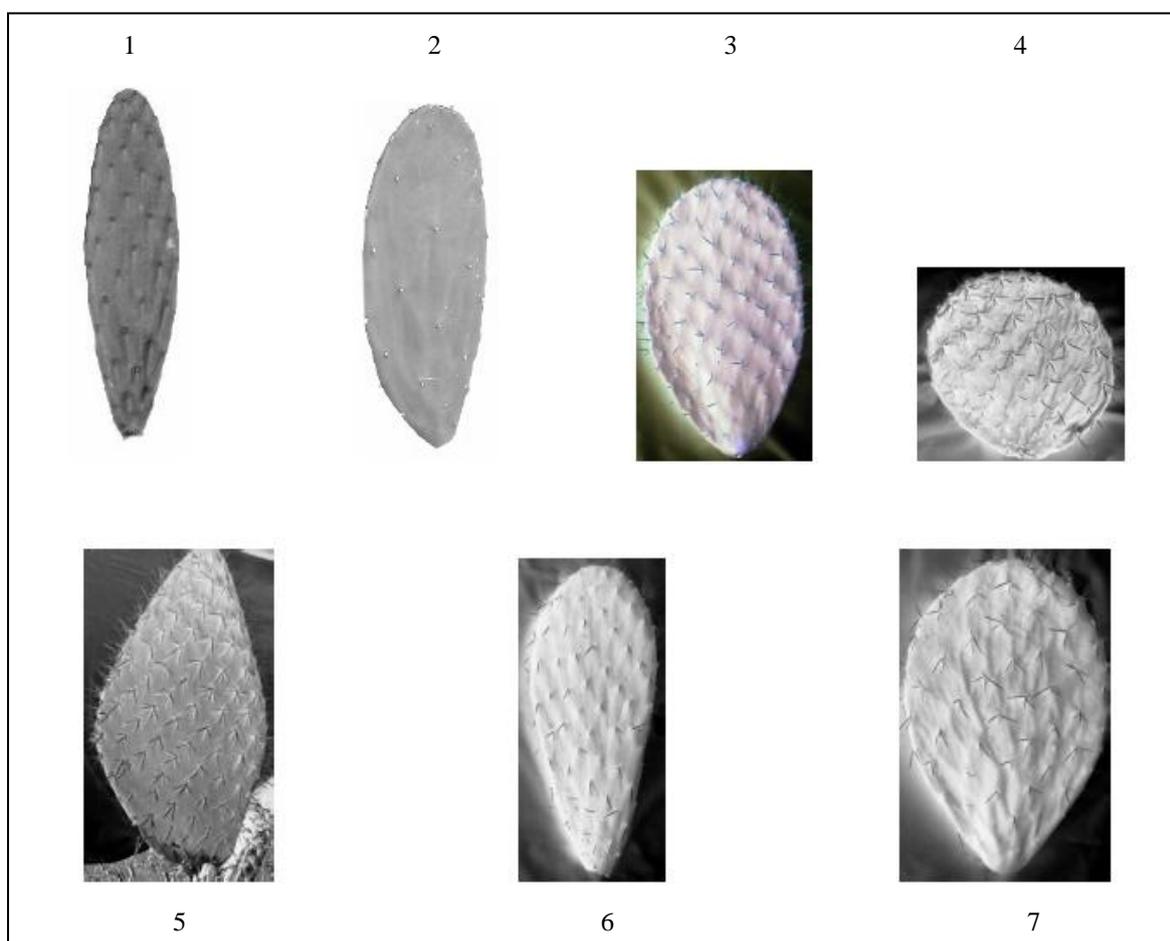


Figura 10. Morfologia do cladódio relativo à forma: 1- elíptica estreita; 2- elíptica média; 3- elíptica larga; 4- elíptica circular; 5- romboidal; 6- obovóide estreita; 7- obovóide larga. Fonte: adaptado de UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VEGETALES, 2006.

Relativamente à caracterização da flor (Fig. 11), esta deve ser baseada: (1) na cor do estigma; (2) cor do estilete; (3) comprimento da flor (não analisada); e na cor das pétalas (4).

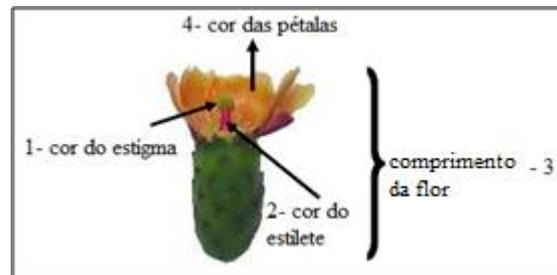


Figura 11. Morfologia da flor: 1- cor do estigma; 2- cor do estilete; 3- comprimento da flor; 4- cor das pétalas. Fonte: adaptado de UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VEGETALES, 2006.

No que respeita à caracterização do fruto, esta deve ser baseada: na sua forma (Fig. 12) – oblonga (1), elíptica estreita (2), elíptica média (3), globosa (4), globoso-achatada (5) e obovóide elipsóide (6); no comprimento do eixo floral (Fig. 13) – curto (1), médio (2) e longo (3); na depressão do ápice do fruto (Fig. 14) – ausente ou ligeiramente deprimida (1), moderadamente deprimida (2) e fortemente deprimida (3); na existência de gloquídeos (não representado); na cor do fruto (não representado); e na cor da polpa (não representado).

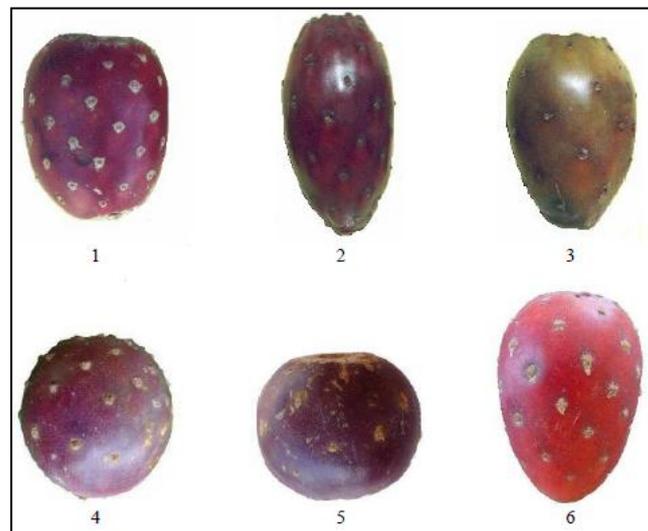


Figura 12. Morfologia do fruto referente à forma: 1- oblonga; 2- elíptica estreita; 3- elíptica média; 4- globosa; 5- globoso-achatada; 6- obovóide elipsóide. Fonte: adaptado de UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VEGETALES, 2006.

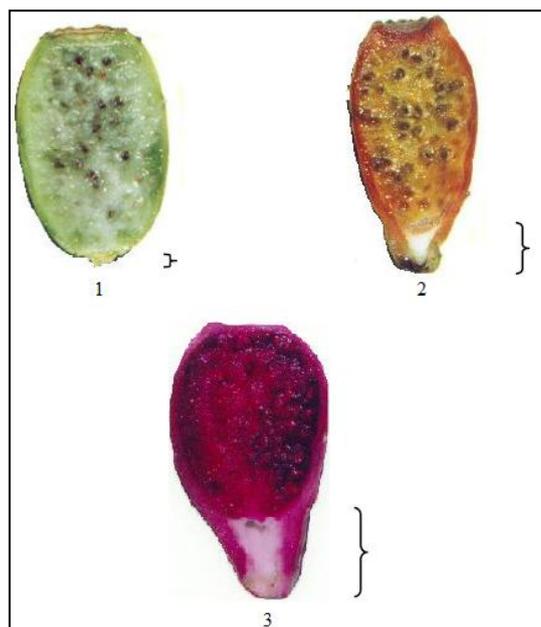


Figura 13. Morfologia do fruto referente ao eixo floral: 1- curto; 2- médio; 3- longo. Fonte: adaptado de UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VEGETALES, 2006.

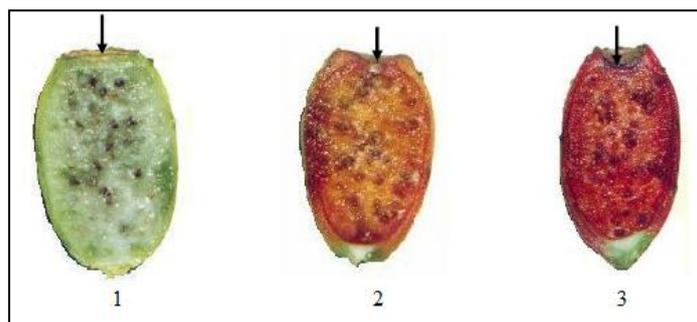


Figura 14. Morfologia do fruto referente à depressão do ápice: 1- ausente ou ligeiramente deprimida; 2- moderadamente deprimida; 3- fortemente deprimida. Fonte: adaptado de UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VEGETALES, 2006.

#### **1.3.4. Análise qualitativa dos frutos**

Para todas as amostras, as análises referentes ao peso (g), comprimento (cm), largura (cm), firmeza ( $\text{kg}/0,5\text{cm}^2$ ), TSS ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) e número de sementes, foram efectuadas de forma igual. O peso foi medido através de uma balança de precisão digital. O comprimento (cm) e largura (cm) foram medidos com o auxílio de uma régua, sendo os frutos cortados ao meio, medindo-se os valores do comprimento e largura da polpa. A firmeza da polpa ( $\text{kg}/0,5\text{cm}^2$ ) foi medida com um penetrómetro (Effegi) montado num braço mecânico e com uma sonda de 8 mm de diâmetro, tendo-se efectuado duas medições em lados opostos e calculada uma média desses valores. Para a medição do teor de TSS ( $^{\circ}\text{Brix}$ ), os frutos (cortados ao meio) foram espremidos na base para extrair uma pequena quantidade de sumo, sendo efectuada uma leitura do valor de TSS num refractómetro digital (Hanna instruments, Modelo HI 96801). O número de sementes (totais) foi calculado através da contagem de sementes existentes num fruto por amostra, comparando-se esse valor com a totalidade de sementes presentes em 5 frutos da mesma amostra.

Foram elaborados dois sumos por cada amostra de dez frutos (5 frutos para 1 sumo) (cortados longitudinalmente), excepto na amostra *TS3* (casca verde – 5 frutos para 1 sumo; casca laranja – 14 frutos para 1 sumo; casca vermelha – 6 frutos para 1 sumo) não descascados, por meio de uma liquidificadora comercial. O material que resultava da trituração foi passado em filtros de celulose antes das medições da acidez titulável, do teor de fenóis totais, do teor de vitamina C e do teor de TSS.

#### ***Acidez Titulável (AT), pH e Teor em Sólidos Solúveis (TSS)***

O teor em sólidos solúveis foi medido em cada amostra de sumo através de um refractómetro digital.

O pH foi medido em cada amostra de sumo (não diluído) através de um potenciómetro.

A acidez titulável foi determinada pela titulação de 10 mL de sumo + 10 mL  $\text{dH}_2\text{O}$  com 0,1 N de NaOH até ao ponto de pH 8,1. A acidez titulável apresenta-se expressa pela concentração equivalente de ácido cítrico, (g/L de sumo).

#### ***Vitamina C***

Pode determinar-se o teor de vitamina C de um fruto, através da mudança de cor do sumo desse fruto, por titulação com 2,6 diclorofenolindofenol (DCPIP). Os resultados são obtidos

por comparação com uma solução de vitamina C com concentração conhecida. O protocolo adaptado de Pisoschi *et al.*, 2008 foi o seguinte:

- Preparou-se uma solução de DCPIP, com 145,04 mg de DCPIP por 100 ml de solução ( $5 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ ) e fez-se uma diluição da solução de 1:10 (90 ml H<sub>2</sub>O e 10 ml de DCPIP).
- Preparou-se uma solução de vitamina C, com 0,14504 g de vitamina C por 100 ml de solução e fez-se uma diluição da solução de 1:10 (90 ml H<sub>2</sub>O e 10 ml de vitamina C).
- Pipetou-se 2 ml da solução de vitamina C para um copo de vidro.
- Adicionou-se volumes conhecidos (100 µl, 200 µl, ..., 1000 µl) da solução de DCPIP à vitamina C, até que esta mude para azul e permaneça azul por mais de 30 segundos e registou-se quantidade de DCPIP utilizada.
- Repetiu-se o procedimento, mais duas vezes para calcular o resultado médio.

*Para o sumo filtrado*

- Titulou-se 2 ml de sumo de fruta, diluído de 1:4 (500 µl de sumo de fruta e 1500 µl H<sub>2</sub>O).
- Juntou-se o DCPIP à diluição do sumo de fruta até que este passe a um tom azul e registou-se a quantidade gasta.
- A quantidade de vitamina C presente no sumo de fruta foi calculada através da comparação com a quantidade de vitamina C na solução conhecida.

0,0145 g de ác. ascórbico ——— 100 ml de solução  
 X ——— 2 ml de solução de ác. ascórbico usada  
 para a titulação

X = 0,29 mg de ác. ascórbico na solução a titular

quantidade DCPIP utilizado na ——— X (0,29 mg de ác. ascórbico  
 titulação do ác. ascórbico (µl) presentes na solução a titular)  
 quantidade DCPIP utilizado ——— Y  
 na titulação do sumo (µl)

Y – mg de ác. ascórbico em 0,5 ml de sumo

Determinou-se o teor de vitamina C em 100 mL de sumo.

### ***Fenóis totais***

O teor de fenóis totais foi determinado através de análise espectral (Waterhouse, 2002). Este método baseia-se na capacidade que os compostos fenólicos possuem de absorver luz UV (280 nm). Para tal utilizam-se cuvettes transparentes a 280 nm de metacrilato e constrói-se uma curva de calibração com diluições de ácido gálico.

#### ***Obtenção da curva de calibração***

- Dissolveu-se 0,25 g de ácido gálico em 5 ml de etanol e depois dilui-se em 45ml de água (solução mãe).
- A partir da solução realizaram-se as seguintes diluições:
  - . 500 µl solução mãe + 49,5 ml H<sub>2</sub>O → 50 mg de ác. gálico L<sup>-1</sup> (solução A)
  - . 10 ml solução A + 10 ml H<sub>2</sub>O → 25 mg ác. gálico L<sup>-1</sup> (solução B)
  - . 10 ml solução B + 10 ml H<sub>2</sub>O → 12,5 mg ác. gálico L<sup>-1</sup> (solução C)
  - . 10 ml solução C + 10 ml H<sub>2</sub>O → 6,25 mg ác. gálico L<sup>-1</sup> (solução D)
  - . 10 ml solução D + 10 ml H<sub>2</sub>O → 3,125 mg ác. gálico L<sup>-1</sup> (solução E)
- Transferiu-se 3000 µl de cada solução para as cuvetes de metacrilato
- Efectuou-se leituras para todas das concentrações com o espectrofotómetro com uma radiação de 280 nm.
- Obteve-se a curva de calibração (Anexos – Fig. A38).

#### ***Fenóis totais no sumo***

- Transferiu-se uma amostra do sumo (com diluição de 1:60, 50 µl de sumo +2950 µl dH<sub>2</sub>O) para a cuvette de metacrilato e mediu-se a absorvância da amostra à radiação de 280 nm.
- Se o valor de absorvância verificado não estivesse dentro do valor aceitável de precisão do espectrofotómetro ( $A < 2$  AU), dilui-se a amostra com água destilada.
- Este resultado foi comparado com o resultado obtido com a curva de calibração efectuada para o ácido gálico de forma a obter-se os valores dos fenóis totais.

### ***Análise Estatística***

Efectuou-se uma análise qualitativa e quantitativa dos descritores acima referidos, sendo os resultados sujeitos a um estudo estatístico recorrendo a uma análise de variância (ANOVA) a 1 factor, em que se localizou as diferenças através de testes de comparação múltipla de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), utilizando o software Statistix versão 9.0.

#### **1.4. Resultados e discussão**

Nos Quadros 6, 7 e 8 apresentam-se os resultados da morfologia referentes aos descritores da planta, cladódio, flor e fruto, analisados no Litoral Alentejano e na Tapada da Ajuda (ISA), perfazendo um total de 31 acessões. O Quadro 6 é relativo aos descritores da planta (altura, porte e tipo de caule) e da flor (cor do estigma, cor do estilete e cor das pétalas), o Quadro 7 é referente aos descritores do cladódio (forma, cor, comprimento, largura, espessura, espinhos, aréolas por 25 cm<sup>2</sup> e diâmetro das aréolas) e o Quadro 8 é relativo aos descritores do fruto (forma, comprimento do eixo floral, depressão do ápice, gloquídeos, cor do fruto e cor da polpa).

*Quadro 6.* Resultados da morfologia referentes aos descritores da planta e da flor no Litoral Alentejano e na Tapada da Ajuda.

ID	Planta			Flor		
	Altura (m)	Porte	Caule	Cor do estigma	Cor do estilete	Cor das pétalas
Z1S1	3,5	Erecto	Lenhificado	-	-	-
Z1S2	3,5	Estendido	Lenhificado	Amarelo claro	Amarelo claro	Amarelas
Z1S3	4	Estendido	Lenhificado	Amarelo alaranjado	Amarelo alaranjado	Laranjas
Z2S1	3,5	Estendido	Lenhificado	Amarelo alaranjado	Amarelo alaranjado	Laranjas
Z2S2	2,5	Estendido	Lenhificado	Amarelo alaranjado	Amarelo alaranjado	Laranjas
Z3S1	2	Estendido	Lenhificado	Amarelo alaranjado	Amarelo alaranjado	Laranjas
Z3S2	2,5	Inclinado	Lenhificado	Verde	Vermelho	Amarelas
Z3S3	3	Estendido	Lenhificado	Amarelo alaranjado	Amarelo alaranjado	Laranjas
Z3S4	5,5	Erecto	Não lenhificado	Amarelo	Amarelo	Vermelho arrosado
Z3S5	2	Estendido	Lenhificado	Amarelo alaranjado	Amarelo alaranjado	Laranjas
Z4S1	2,5	Estendido	Lenhificado	Amarelo alaranjado	Amarelo alaranjado	Laranjas
Z4S2	3,5	Estendido	Lenhificado	Amarelo alaranjado	Amarelo alaranjado	Laranjas
Z4S3	2	Estendido	Lenhificado	Amarelo alaranjado	Amarelo alaranjado	Laranjas
Z5S1	3	Erecto	Não lenhificado	Amarelo	Amarelo	Vermelho arrosado
Z5S2	2,5	Estendido	Lenhificado	Amarelo alaranjado	Amarelo alaranjado	Laranjas
Z5S3	3,5	Estendido	Lenhificado	Amarelo alaranjado	Amarelo alaranjado	Laranjas
Z6S1	2,5	Estendido	Lenhificado	Amarelo alaranjado	Amarelo alaranjado	Laranjas
Z6S2	2,5	Estendido	Lenhificado	Amarelo alaranjado	Amarelo alaranjado	Laranjas
Z7S1	0,5	Estendido	Lenhificado	-	-	-
Z7S2	2,5	Estendido	Lenhificado	Amarelo alaranjado	Amarelo alaranjado	Laranjas
Z7S3	3,5	Erecto	Lenhificado	Amarelo	Amarelo	Amarelas
Z7S4	3,5	Estendido	Lenhificado	Amarelo alaranjado	Amarelo alaranjado	Laranjas
Z8S1	3	Estendido	Lenhificado	Amarelo alaranjado	Amarelo alaranjado	Laranjas
Z9S1	2	Estendido	Lenhificado	Amarelo alaranjado	Amarelo alaranjado	Laranjas
Z9S2	3,5	Estendido	Lenhificado	Amarelo alaranjado	Amarelo alaranjado	Laranjas
Z9S3	3,5	Estendido	Lenhificado	Amarelo alaranjado	Amarelo alaranjado	Laranjas
Z10S1	3,5	Estendido	Lenhificado	Amarelo alaranjado	Amarelo alaranjado	Laranjas
TS1	4,5	Inclinado	Lenhificado	Verde	Vermelho	Amarelas
TS2	0,5	Erecto	Lenhificado	Amarelo	Amarelo claro	Amarelas
TS3	4	Estendido	Lenhificado	Amarelo esverdeado	Amarelo	Amarelas
TS4	2,5	Pendente	Lenhificado	Amarelo claro	Amarelo claro	Amarelas (veio central roxo)

*Legenda:* ID (identificação da zona/acessão), descritores da planta (altura, porte e tipo de caule) e da flor (cor do estigma, cor do estilete e cor das pétalas).

Quadro 7. Resultados da morfologia referentes aos descritores do cladódio no Litoral Alentejano e na Tapada da Ajuda.

ID	Forma	Cor	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Espessura (cm)	Espinhos (cm)	Aréolas (25 cm <sup>2</sup> )	Aréolas (Ø mm)
Z1S1	Obovóide estreita	Verde escuro	25,5	15	1	6/2,5	2	3
Z1S2	Elíptica larga	Verde	32	18,5	2,8	0,7/0,2	4	2
Z1S3	Elíptica média	Verde	36	14	2,8	2/1,5	4	3
Z2S1	Elíptica média	Verde	38	12,5	3	2/0,2	4	3
Z2S2	Elíptica média	Verde	35,5	12,5	3	2/0,2	4	3
Z3S1	Elíptica média	Verde	36	13,5	2,8	1/0,2	4	2
Z3S2	Obovóide larga	Verde azulado	23	16	1,3	(5-9) 1/0,1	12	2
Z3S3	Elíptica média	Verde	39	14,5	2,4	1/0,1	4	3
Z3S4	Tubular	Verde	Ø Principal - 18	Ø Secundário - 12,5	-	5/3/1,5	4	5
Z3S5	Elíptica média	Verde	35	14,5	1,8	1/0,1	4	3
Z4S1	Elíptica média	Verde	32	13	1,3	1/0,2	4	3
Z4S2	Elíptica média	Verde	37,5	15	1,7	1/0,2	4	3
Z4S3	Elíptica média	Verde	34,5	13,5	1,9	1/0,2	4	3
Z5S1	Tubular	Verde	Ø Principal - 20	Ø Secundário - 14	-	5,5/3,5/2	4	5
Z5S2	Elíptica média	Verde	48,5	16	1,9	1/0,2	4	3
Z5S3	Elíptica média	Verde	34	13	1,8	2/0,2	4	3
Z6S1	Elíptica média	Verde	42	13	2,6	1/0,2	4	3
Z6S2	Elíptica média	Verde	40	14,5	1,7	1/0,2	4	3
Z7S1	Obovóide estreita	Verde escuro	20	12,5	1,1	6/3,5	3	4
Z7S2	Elíptica média	Verde	25,5	12,5	2,4	1/0,2	4	3
Z7S3	Elíptica larga	Verde	37,5	22	2,6	1/0,2	4	3
Z7S4	Elíptica média	Verde	33,5	12	2,7	1/0,2	4	3
Z8S1	Elíptica média	Verde	34,5	13,5	1,8	1/0,2	4	3
Z9S1	Elíptica média	Verde	30,5	12	1,7	1/0,2	4	3
Z9S2	Elíptica média	Verde	36	12	2,5	1/0,2	4	3
Z9S3	Elíptica média	Verde	36	13	2,1	1/0,2	4	3
Z10S1	Elíptica média	Verde	47	13	1,5	1/0,2	4	3
TS1	Obovóide larga	Verde azulado	27,5	20	2,1	(5-9) 4/0,2	9	0,2
TS2	Obovóide estreita	Verde forte	24	14	2	0,2/0,3	2	0,4
TS3	Elíptica larga	Verde	31	18	3,7	0,6/0,1	4	0,2
TS4	Elíptica estreita	Verde escuro	20	9,5	1,2	0,4/0,3	4	0,3

Legenda: ID (identificação da zona/acessão), descritores do cladódio (forma, cor, comprimento, largura, espessura, espinhos, aréolas por 25 cm<sup>2</sup> e diâmetro das aréolas).

**Quadro 8.** Resultados da morfologia referentes aos descritores do fruto no Litoral Alentejano e na Tapada da Ajuda.

ID	Fruto					
	Forma	Comprimento do eixo floral	Depressão do ápice	Gloquídeos	Cor do fruto	Cor da polpa
Z1S1 *	Elíptica estreita	Longo	Fortemente deprimida	Presentes	Roxo	Roxa
Z1S2	Oblonga	Curto	Moderadamente deprimida	Presentes	Amarelo alaranjado	Amarela alaranjado
Z1S3	Elíptica média	Médio	Moderadamente deprimida	Presentes	Amarelo rosado	Verde claro
Z2S1	Elíptica média	Médio	Moderadamente deprimida	Presentes	Amarelo rosado	Verde claro
Z2S2	Elíptica média	Médio	Moderadamente deprimida	Presentes	Amarelo rosado	Verde claro
Z3S1	Elíptica média	Médio	Moderadamente deprimida	Presentes	Amarelo rosado	Verde claro
Z3S2 *	Cónica	Curto	Fortemente deprimida	Presentes	Amarelo	-
Z3S3	Elíptica média	Médio	Moderadamente deprimida	Presentes	Amarelo rosado	Verde claro
Z3S4 *	Obovóide elipsóide	Médio	Fortemente deprimida	Presentes	Verde	-
Z3S5	Elíptica média	Médio	Moderadamente deprimida	Presentes	Amarelo rosado	Verde claro
Z4S1	Elíptica média	Médio	Moderadamente deprimida	Presentes	Amarelo rosado	Verde claro
Z4S2	Elíptica média	Médio	Moderadamente deprimida	Presentes	Amarelo rosado	Verde claro
Z4S3	Elíptica média	Médio	Moderadamente deprimida	Presentes	Amarelo rosado	Verde claro
Z5S1 *	Obovóide elipsóide	Médio	Fortemente deprimida	Presentes	Verde	-
Z5S2	Elíptica média	Médio	Moderadamente deprimida	Presentes	Amarelo rosado	Verde claro
Z5S3	Elíptica média	Médio	Moderadamente deprimida	Presentes	Amarelo rosado	Verde claro
Z6S1	Elíptica média	Médio	Moderadamente deprimida	Presentes	Amarelo rosado	Verde claro
Z6S2	Elíptica média	Médio	Moderadamente deprimida	Presentes	Amarelo rosado	Verde claro
Z7S1 *	Elíptica estreita	Longo	Fortemente deprimida	Presentes	Roxo	Roxa
Z7S2	Elíptica média	Médio	Moderadamente deprimida	Presentes	Amarelo rosado	Verde claro
Z7S3	Oblonga	Curto	Moderadamente deprimida	Presentes	Amarelo alaranjado	Amarela alaranjado
Z7S4	Elíptica média	Médio	Moderadamente deprimida	Presentes	Amarelo rosado	Verde claro
Z8S1	Elíptica média	Médio	Moderadamente deprimida	Presentes	Amarelo rosado	Verde claro
Z9S1	Elíptica média	Médio	Moderadamente deprimida	Presentes	Amarelo rosado	Verde claro
Z9S2	Elíptica média	Médio	Moderadamente deprimida	Presentes	Amarelo rosado	Verde claro
Z9S3	Elíptica média	Médio	Moderadamente deprimida	Presentes	Amarelo rosado	Verde claro
Z10S1	Elíptica média	Médio	Moderadamente deprimida	Presentes	Amarelo rosado	Verde claro
TS1 *	Cónica	Curto	Fortemente deprimida	Presentes	Amarelo	-
TS2 *	Elíptica estreita	Longo	Fortemente deprimida	Presentes (tufos)	Roxo	Roxa
TS3	Oblonga	Curto	Moderadamente deprimida	Presentes	Amarelo alaranjado	Amarela alaranjado
TS4 *	Elíptica estreita	Longo	Fortemente deprimida	Presentes	Verde	-

*Legenda:* ID (identificação da zona/acessão), descritores do fruto (forma, comprimento do eixo floral, depressão do ápice, gloquídeos, cor do fruto e cor da polpa). \* - Frutos não comestíveis.

Ao analisar os Quadros 6,7 e 8, as Fig. 15 a 21 e as Fig. A14 a A37 (Anexos) verifica-se a existência de 6 espécies (uma delas com 2 variedades) de *Opuntia* no total das amostras analisadas neste estudo.

Existem espécies que não produzem frutos comestíveis. De acordo com os descritores estudados e pelas fotografias analisadas, começando pelas espécies que produzem frutos não comestíveis, as amostras *Z1S1* e *Z7S1* são caracterizadas por uma planta com uma altura de 3,5 m (de referir que na amostra *Z7S1* as plantas foram cortadas), com um porte erecto e caule lenhificado ao longo da idade. Os cladódios são finos, de forma obovóide estreita, verdes escuros, com espinhos que variam entre 2,5-6 cm e apresentam duas aréolas por 25 cm<sup>2</sup>. A flor não foi observada neste estudo. Os frutos, roxos de casca e de polpa, são não comestíveis e apresentam uma forma elíptica estreita com poucas aréolas e gloquídeos, não tendo sido analisados qualitativamente neste estudo. Esta espécie na literatura não foi ainda referenciada, dentro do que foi possível apurar neste estudo, não sendo possível a sua possível identificação. Contudo, esta espécie, no conhecimento cultural da população local, denomina de “piteira brava” (Fig.15).



Figura 15. Fotografias referentes à amostra *Z1S1* (1 e 2). *Legenda:* 1- Plano geral da amostra *Z1S1*; 2- Cladódio analisado no estudo da morfologia. *Fotografia do autor.*

As amostras *Z3S2* e *TS1* são caracterizadas por uma planta com uma altura 4,5 m, com um porte inclinado e caule lenhificado ao longo da idade. Os cladódios são pouco carnudos, de cor verde azulado, têm forma obovóide larga, com muitos espinhos (0,1-1 cm) e entre 9 a 12 aréolas por 25 cm<sup>2</sup>. Apresentam inflorescências unifloras, sésseis, nas aréolas terminais e laterais superiores. Flores diurnas, bissexuadas, regulares, com cerca de 4,5-6 cm de diâmetro, com eixo floral bem desenvolvido e não tubuloso. Perianto com numerosas peças dispostas helicoidalmente, sépalas amarelas rosadas e pétalas amarelas, numerosos estames de cor amarela, estilete de cor vermelha e estigma verde. O fruto é de cor amarela, forma cônica com

muitas aréolas, gloquídeos e também espinhos, não é comestível, não tendo sido analisado qualitativamente neste estudo. Floração: Maio-Junho. Frutificação: Junho/Julho-Agosto/Setembro. De acordo com os descritores analisados e comparando com “Plant Database” (USDA, 2009), estas amostras são identificáveis pertencendo à espécie *Opuntia leucotricha* DC. (Fig. 16).



Figura 16. Fotografias referentes à amostra TS1 (1 a 6). Legenda: 1- Cladódio analisado no estudo da morfologia; 2- Desenvolvimento dos gomos florais; 3- Floração; 4- Final da floração; 5 e 6- Desenvolvimento dos frutos não comestíveis. Fotografia do autor.

A amostra TS2 na Tapada da Ajuda é caracterizada por uma planta com uma altura de 0,5 m (plantas aparadas), com um porte erecto e caule lenhificado ao longo da idade. Os cladódios de espessura média, de cor verde forte, têm uma forma obovóide estreita, com tufo de gloquídeos e 4 aréolas por 25 cm<sup>2</sup>. Apresentam inflorescências unifloras, sésseis, nas aréolas terminais e laterais superiores. Flores diurnas, bissexuadas, regulares, com cerca de 4,5-5 cm de diâmetro, com eixo floral bem desenvolvido e não tubuloso. Perianto com numerosas peças dispostas helicoidalmente, sépalas amarelas esbranquiçadas e pétalas amarelas, numerosos estames de cor amarela, estilete de cor amarelo claro e estigma amarelo. O fruto é de cor roxa, bem como a sua polpa, de forma elíptica estreita, com poucas aréolas, espinhos e tufo de gloquídeos, não comestível, também não tendo sido analisado qualitativamente neste estudo. Floração: Maio-Junho. Frutificação: Junho/Julho-Agosto. De acordo com os descritores analisados e comparando com “Plant Database” (USDA, 2009), esta amostra é identificável pertencendo à espécie *Opuntia stricta* (Haw.) Haw. (Fig 17).



Figura 17. Fotografias referentes à amostra TS2 (1 a 6). *Legenda:* 1- Cladódio analisado no estudo da morfologia; 2- Desenvolvimento dos gomos florais; 3- Floração; 4- Desenvolvimento dos frutos; 5- Colheita; 6- Fruto não comestível cortado longitudinalmente. *Fotografia do autor.*

A amostra *TS4* na Tapada da Ajuda é caracterizada por uma planta com uma altura de 2,5 m, com um porte pendente e caule lenhificado ao longo da idade. Os cladódios de espessura fina, de cor verde-escuro, têm uma forma elíptica estreita, com espinhos e 4 aréolas por 25 cm<sup>2</sup>. Apresentam inflorescências unifloras, sésseis, nas aréolas terminais e laterais superiores. Flores diurnas, bissexuadas, regulares, com cerca de 4,0-4,5 cm de diâmetro, com eixo floral bem desenvolvido e não tubuloso. Perianto com numerosas peças dispostas helicoidalmente, sépalas amarelas rosadas e pétalas amarelas com veio central roxo perdendo-se a tonalidade para o centro da flor, numerosos estames de cor amarelo claro, estilete de cor amarelo claro e estigma amarelo claro. O fruto é de cor verde, de forma elíptica estreita, com poucas aréolas e gloquídeos, não comestível, também não tendo sido analisado qualitativamente neste estudo. Esta espécie tem a particularidade de se produzirem gomos vegetativos e gomos florais a partir do fruto do ano precedente. Floração: Maio-Junho. Frutificação: Julho-Agosto. De acordo com os descritores analisados e comparando com “Plant Database” (USDA, 2009), esta amostra é identificável pertencendo à espécie *Opuntia monacantha* (Wild.) Haw. (Fig. 18).



*Figura 18.* Fotografias referentes à amostra TS4 (1 a 11). *Legenda:* 1- Plano geral da amostra TS4; 2- Cladódio analisado no estudo da morfologia; 2- Desenvolvimento dos gomos florais; 3, 4, 5 e 6- Desenvolvimento dos gomos florais, com a particularidade de crescimento de novos gomos florais em frutos do ano anterior; 7 e 8- Floração; 9- Final da floração; 10- Desenvolvimento dos frutos não comestíveis; 11- Plano geral da amostra TS4 com os frutos não comestíveis desenvolvidos. *Fotografia do autor.*

As amostras Z3S4 e Z5S1 são caracterizadas por plantas com uma altura de 3 m e 5,5 m, com um porte erecto e caule não lenhificado. O caule principal e secundário variam entre 18-20 cm e 12,5-14 cm de diâmetro, respectivamente. Têm uma forma tubular, com espinhos grandes (1,5-5,5 cm) e 4 aréolas por 25 cm<sup>2</sup>. Apresentam inflorescências unifloras, sésses, nas aréolas terminais e laterais superiores. Flores diurnas, bissexuadas, regulares, com cerca

de 4,5-5,0 cm de diâmetro, com eixo floral bem desenvolvido e não tubuloso. Perianto com numerosas peças dispostas helicoidalmente, sépalas rosa e pétalas vermelhas rosadas, numerosos estames de cor amarelo claro, estilete de cor amarelo claro e estigma amarelo. O fruto é de cor verde, de forma obovóide, com poucas aréolas, espinhos e gloquídeos, não comestível, também não tendo sido analisado qualitativamente neste estudo. De acordo com os descritores analisados e comparando com “Virtual Botanical Garden” (VIRBOGA, 2010), estas amostras são identificáveis pertencendo à espécie *Austrocylindropuntia subulata* (Muehlenpf.) Backeb. (Fig 19).



Figura 19. Fotografias referentes à amostra Z3S4 (1, 2 e 3). Legenda: 1- Plano geral da amostra Z3S4; 2- Cladódio (tubular) analisado no estudo da morfologia; 3- Floração. Fotografia do autor.

Em relação às restantes amostras existentes neste estudo, todas elas produzem frutos comestíveis. As amostras Z1S2, Z7S3 e TS3 são caracterizadas por uma planta com uma altura de 3,5 m a 4 m, com um porte estendido e caule lenhificado ao longo da idade. Os cladódios de espessura grossa, de cor verde, têm uma forma elíptica larga, com espinhos e 4 aréolas por 25 cm<sup>2</sup>. Apresentam inflorescências unifloras, sésseis, nas aréolas terminais e laterais superiores. Flores diurnas, bissexuadas, regulares, com cerca de 4,5-6 cm de diâmetro, com eixo floral bem desenvolvido e não tubuloso. Perianto com numerosas peças dispostas helicoidalmente, sépalas amarelas esverdeadas (rosadas na borda superior) e pétalas amarelas, numerosos estames de cor amarelo claro, estilete de cor amarelo claro e estigma amarelo claro. O fruto é de cor amarelo-alaranjado, de forma oblonga, com aréolas e gloquídeos e polpa amarela-alaranjada. Floração: Maio-Junho. Frutificação: Julho-Agosto. De acordo com os descritores analisados e comparando “Plant Database” (USDA, 2009), estas amostras são identificáveis pertencendo à espécie *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. (Fig. 20).

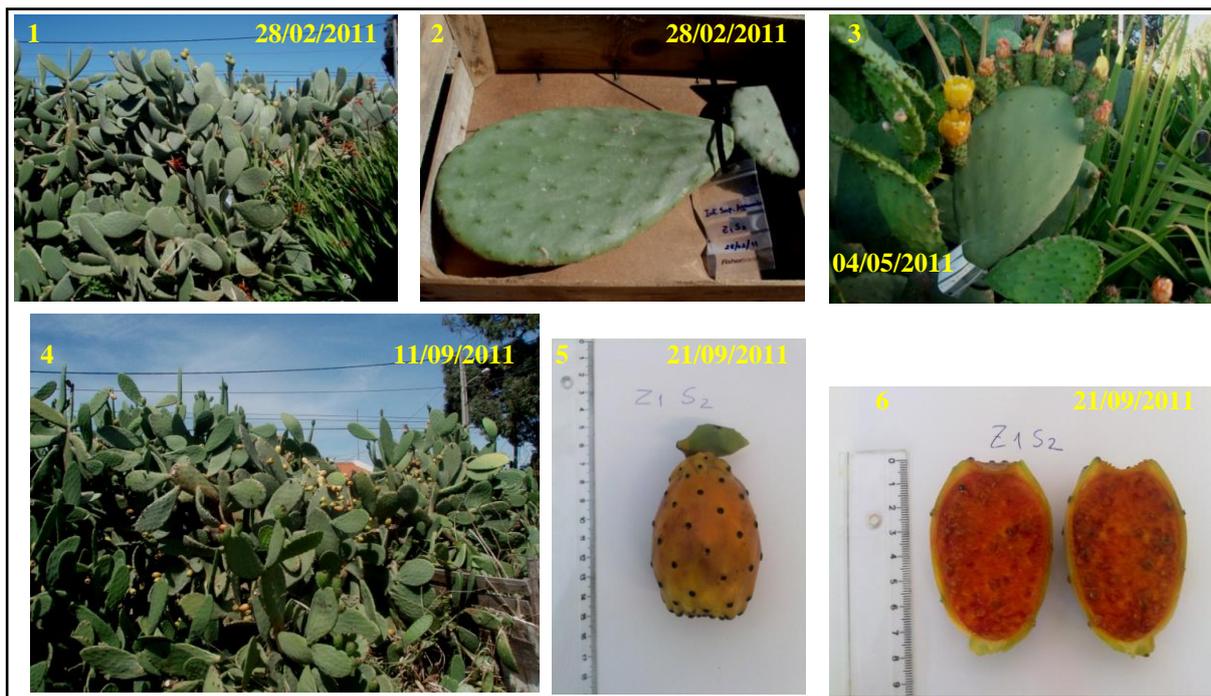


Figura 20. Fotografias referentes à amostra Z1S2 (1 a 6). *Legenda:* 1- Plano geral da amostra Z1S2; 2- Cladódio analisado no estudo da morfologia; 3- Floração; 4- Colheita; 5- Fruto com pequena porção do cladódio; 6- Fruto cortado longitudinalmente. *Fotografia do autor.*

Por último, as amostras Z1S3, Z2S1, Z2S2, Z3S1, Z3S3, Z3S5, Z4S1, Z4S2, Z4S3, Z5S2, Z5S3, Z6S1, Z6S2, Z7S2, Z7S4, Z8S1, Z9S1, Z9S2, Z9S3 e Z10S1, são caracterizadas por uma planta com uma altura de 3,5 m a 4 m, com um porte estendido e caule lenhificado ao longo da idade. Os cladódios de espessura grossa, de cor verde, têm uma forma elíptica média, com espinhos e 4 aréolas por 25 cm<sup>2</sup>. Apresentam inflorescências unifloras, sésseis, nas aréolas terminais e laterais superiores. Flores diurnas, bissexuadas, regulares, com cerca de 4,5-6 cm de diâmetro, com eixo floral bem desenvolvido e não tubuloso. Perianto com numerosas peças dispostas helicoidalmente, sépalas amarelas alaranjadas (rosadas na borda superior) e pétalas laranjas, numerosos estames de cor amarelo-alaranjado, estilete de cor amarelo-alaranjado e estigma amarelo-alaranjado. O fruto é de cor amarelo-rosado, de forma elíptica média, com aréolas e gloquídeos e polpa verde-clara. Floração: Maio-Junho. Frutificação: Julho-Agosto. De acordo com os descritores analisados e comparando “Plant Database” (USDA, 2009), estas amostras são identificáveis pertencendo à espécie *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. (Fig. 21).



Figura 21. Fotografias referentes à amostra Z1S3 (1 a 8). *Legenda:* 1- Plano geral da amostra Z1S3; 2- Cladódio analisado no estudo da morfologia; 3- Floração; 4- Colheita; 5- Frutos colhidos para o estudo; 6- Fruto pouco maduro cortado longitudinalmente; 7- Fruto maduro cortado longitudinalmente; 8- Fruto sobremaduro cortado longitudinalmente *Fotografia do autor.*

De realçar que estas duas últimas amostras identificadas pertencem à mesma espécie mas são variedades diferentes, não sendo possível identificar a variedade na literatura, dentro do que foi possível apurar neste estudo. No Quadro 9 estão representadas as diferentes amostras analisadas neste estudo.

Quadro 9. Diferentes espécies estudadas correspondentes às amostras deste estudo. Cada cor representa uma espécie/variedade.

<i>Opuntia sp.</i> (variedade desconhecida)	•Z1S1 e Z7S1
<i>Opuntia leucotricha</i>	•Z3S2 e TS1
<i>Opuntia stricta</i>	•TS2
<i>Opuntia monacantha</i>	•TS4
<i>Austrocylindropuntia subulata</i>	•Z3S4 e Z5S1
<i>Opuntia ficus-indica</i> (variedade desconhecida)	•Z1S2, Z7S3 e TS3
<i>Opuntia ficus-indica</i> (variedade desconhecida)	•Z1S3, Z2S1, Z2S2, Z3S1, Z3S3, Z3S5, Z4S1, Z4S2, Z4S3, Z5S2, Z5S3, Z6S1, Z6S2, Z7S2, Z7S4, Z8S1, Z9S1, Z9S2, Z9S3 e Z10S1

Relativamente à análise qualitativa dos frutos, no Litoral Alentejano, de acordo com a Fig. 22, o peso (g) dos frutos entre as diferentes zonas/acessões foi estatisticamente diferente ( $P < 0,05$ ). Na amostra Z4S3 os frutos eram mais pesados ( $137,8 \text{ g} \pm 16,4$ ) comparando com os frutos Z7S2 ( $102,1 \text{ g} \pm 15,4$ ), Z6S2 ( $99,7 \text{ g} \pm 17,7$ ), Z2S1 ( $98,6 \text{ g} \pm 18,9$ ), Z1S2 ( $98,6 \text{ g} \pm 16,9$ ), Z3S1 ( $98,4 \text{ g} \pm 10,4$ ), Z1S3 ( $97,7 \text{ g} \pm 12,6$ ), Z2S2 ( $94,9 \text{ g} \pm 31,9$ ), sendo esta última zona/acessão os frutos com menor peso. De referir dois valores máximos registados nas amostras Z10S1 e Z9S3 com 170,8 g e 170,0 g, respectivamente.

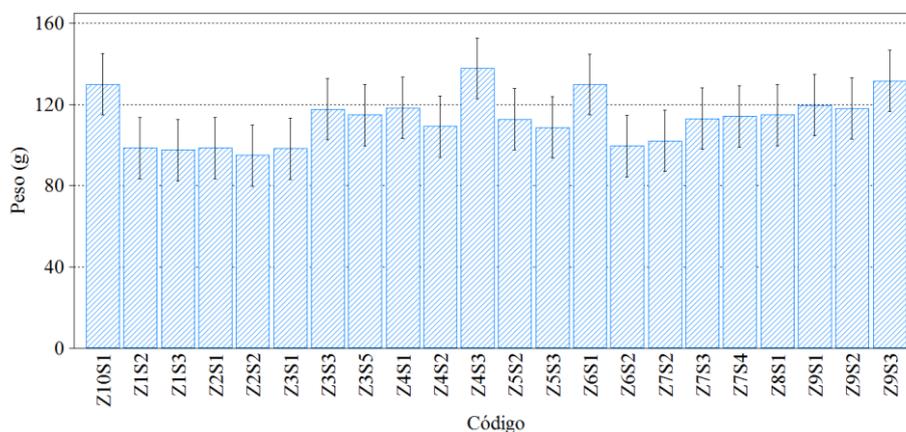


Figura 22. Peso médio dos frutos. N=10. Média geral 112,74 g. Teste de comparação múltipla de médias de Tukey para  $\alpha = 0,05$ . Valor crítico de comparação 33,8 g da média.

De acordo com a Fig. 23, o comprimento (cm) dos frutos nas diferentes zonas/acessões foi estatisticamente diferente ( $P < 0,05$ ). A amostra *Z10S1* apresentou os frutos com maior comprimento ( $6,9 \pm 0,4$ ) comparando com os frutos *Z8S1* ( $6,1 \text{ cm} \pm 0,6$ ), *Z7S2* ( $5,9 \text{ cm} \pm 0,4$ ), *Z3S1* ( $5,7 \text{ cm} \pm 0,2$ ), *Z6S2* ( $5,6 \text{ cm} \pm 0,4$ ), sendo esta última zona/acessão os frutos com menor comprimento. De salientar alguns valores máximos registados no comprimento dos frutos em *Z10S1* (7,7 cm), *Z4S1* (7,5 cm), *Z9S3* (7,4 cm) e *Z4S2* (7,4 cm).

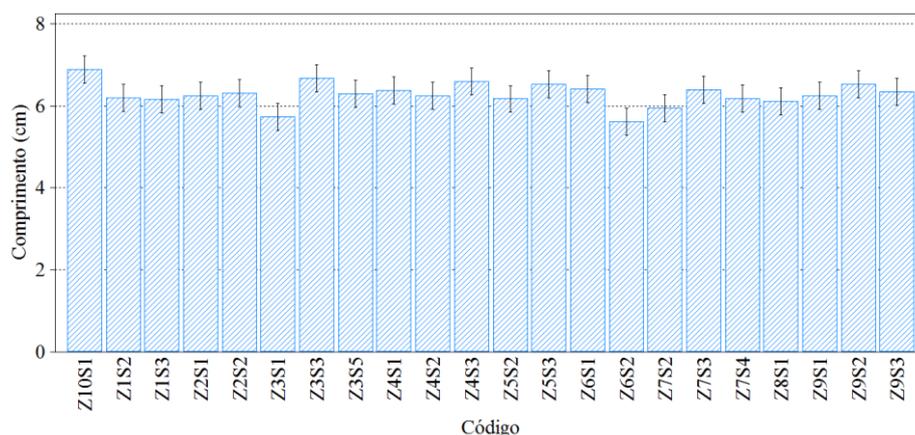


Figura 23. Comprimento médio dos frutos. N=10. Média geral 6,28 cm. Teste de comparação múltipla de médias de Tukey para  $\alpha = 0,05$ . Valor crítico de comparação 0,74 cm da média.

De acordo com a Fig. 24, a largura (cm) dos frutos nas diferentes zonas/acessões foi estatisticamente diferente ( $P < 0,05$ ). Na amostra *Z4S3* os frutos apresentaram uma largura superior ( $4,7 \text{ cm} \pm 0,2$ ) comparando com os frutos *Z1S3* ( $4,2 \text{ cm} \pm 0,3$ ) e *Z5S3* ( $4,1 \text{ cm} \pm 0,3$ ), sendo esta última zona/acessão os frutos com menor largura. De referir os valores máximos registados em *Z9S3*, *Z9S2* e *Z6S1* com 5,3 cm, 5,1 cm e 5,1 cm de largura, respectivamente.

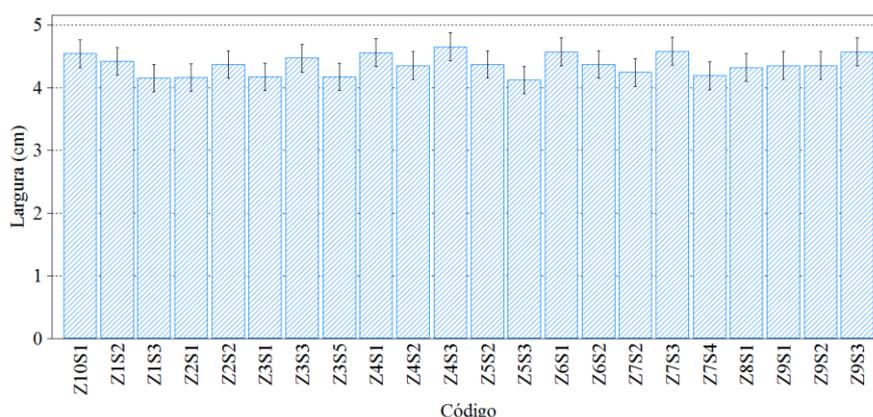


Figura 24. Largura média dos frutos. N=10. Média geral 4,3655 cm. Teste de comparação múltipla de médias de Tukey para  $\alpha = 0,05$ . Valor crítico de comparação 0,5 cm da média.

De acordo com a Fig. 25, a firmeza da polpa ( $\text{kg}/0,5\text{cm}^2$ ) dos frutos nas diferentes zonas/acessões foi estatisticamente diferente ( $P < 0,05$ ). Na amostra Z4S3 os frutos tiveram os valores mais elevados ( $1,5 \text{ kg}/0,5\text{cm}^2 \pm 0,4$ ) comparando com os frutos Z9S2 ( $1,1 \pm 0,3$ ), Z7S4 ( $1,1 \text{ kg}/0,5\text{cm}^2 \pm 0,2$ ), Z3S3 ( $1,1 \text{ kg}/0,5\text{cm}^2 \pm 0,2$ ), Z9S3 ( $1,1 \text{ kg}/0,5\text{cm}^2 \pm 0,2$ ), Z10S1 ( $1,1 \text{ kg}/0,5\text{cm}^2 \pm 0,2$ ), Z9S1 ( $1,0 \text{ kg}/0,5\text{cm}^2 \pm 0,1$ ), Z3S1 ( $0,9 \text{ kg}/0,5\text{cm}^2 \pm 0,3$ ), Z3S5 ( $0,9 \text{ kg}/0,5\text{cm}^2 \pm 0,3$ ), Z4S1 ( $0,9 \text{ kg}/0,5\text{cm}^2 \pm 0,2$ ), Z1S2 ( $0,9 \text{ kg}/0,5\text{cm}^2 \pm 0,2$ ), Z4S2 ( $0,8 \text{ kg}/0,5\text{cm}^2 \pm 0,2$ ), Z5S3 ( $0,8 \text{ kg}/0,5\text{cm}^2 \pm 0,2$ ), sendo esta última zona/acessão os frutos com menor firmeza da polpa. De mencionar um valor máximo registado em Z4S3 de  $2,2 \text{ kg}/0,5\text{cm}^2$  de firmeza da polpa.

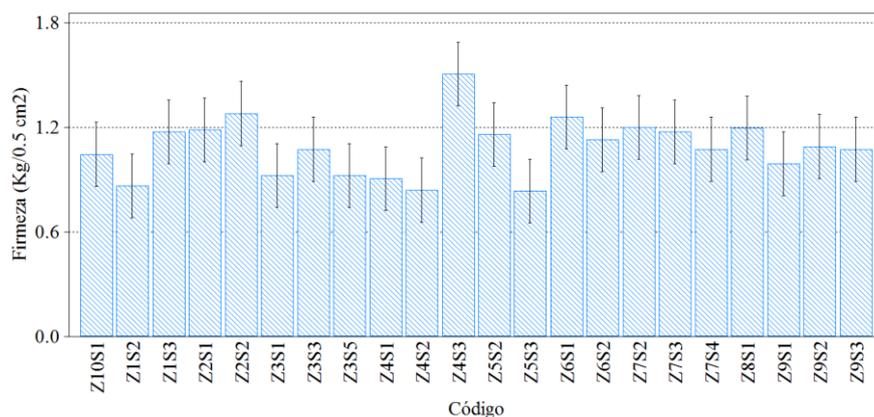


Figura 25. Firmeza média da polpa dos frutos. N=10. Média geral  $1,1 \text{ kg}/0,5\text{cm}^2$ . Teste de comparação múltipla de médias de Tukey para  $\alpha = 0,05$ . Valor crítico de comparação  $0,4 \text{ kg}/0,5\text{cm}^2$  da média.

Em relação ao teor de TSS (%), pode-se constatar, pela análise da Fig. 26, que os frutos das diferentes zonas/acessões não diferem estatisticamente ( $P=0,0799$ ). Contudo, os frutos com maior e menor TSS foram relativos a Z4S3 ( $14,8 \% \pm 1,0$ ) e Z1S2 ( $12,2 \% \pm 1,0$ ). No entanto, deve-se realçar que nas amostras Z2S1, Z7S2 e Z8S1 registou-se valores máximos no teor TSS de  $17,2 \%$ ,  $17,1 \%$  e  $17,6 \%$ , respectivamente.

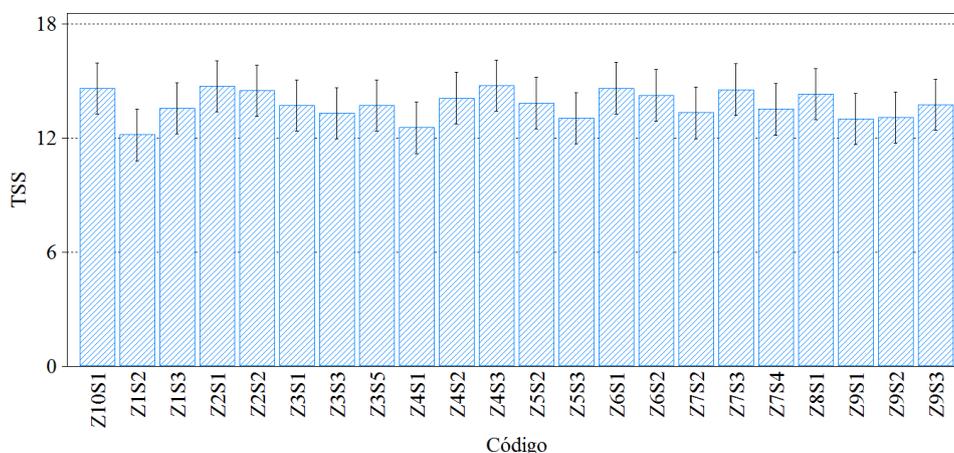


Figura 26. Teor médio de TSS. N=10. Média geral  $13,8 \%$ . Teste de comparação múltipla de médias de Tukey para  $\alpha = 0,05$ . Valor crítico de comparação  $3,0 \%$  da média.

Relativamente ao número de sementes (totais), todas as amostras oscilaram entre 150 a 200 sementes por fruto.

Através das análises dos sumos (N=2) das diferentes zonas/acessões obteve-se os valores relativos ao pH, à acidez, fenóis, vitamina C e teor de TSS. A partir destes resultados foram calculados os teores de ácido cítrico (g/L), fenóis totais (mg/100g), ácido ascórbico (mg/100g) e TSS (°Brix) presente nos sumos.

Na totalidade das amostras registou-se valores de pH entre 6,1 e 6,5.

Relativamente à concentração de ácido cítrico (g/L), de acordo com a Fig. 27, verifica-se que os sumos da Z1S2 tiveram em média o dobro da acidez dos sumos das zonas Z7S4 e Z6S2. Nas outras amostras a acidez foi estatisticamente semelhante. Os sumos da amostra Z1S2 tiveram valores mais elevados ( $0,54 \text{ g/L} \pm 0,05$ ) comparando com os sumos de Z7S4 ( $0,24 \text{ g/L} \pm 0,02$ ) e Z6S2 ( $0,22 \text{ g/L} \pm 0,05$ ), sendo esta última zona/acessão os sumos com menor concentração de ácido cítrico. Na amostra Z4S1 registou-se um valor máximo de concentração de ácido cítrico de  $0,64 \text{ g/L}$ .

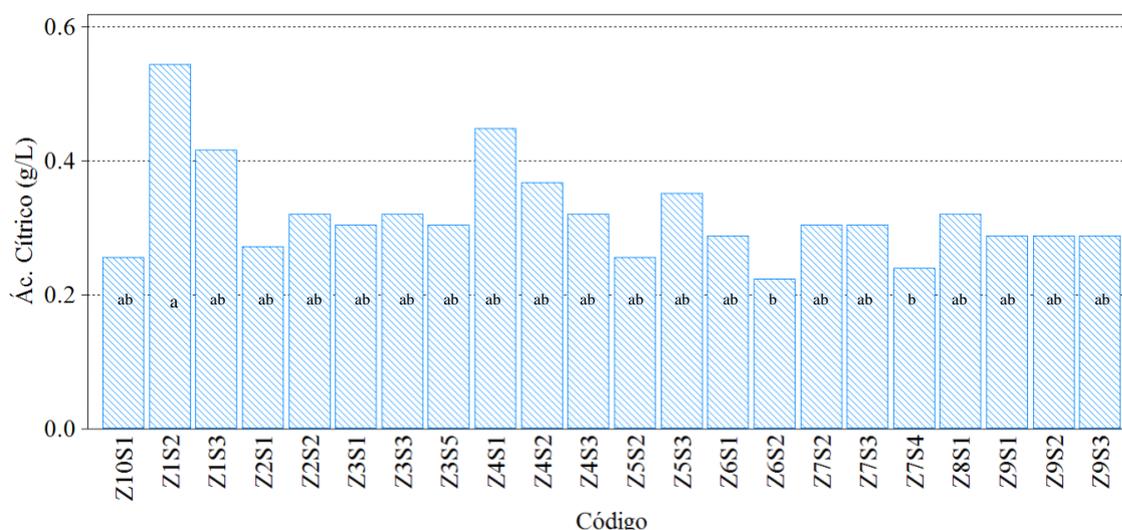


Figura 27. Concentração média de ácido cítrico. N=2. Média geral 0,32 g/L. Teste de comparação múltipla de médias de Tukey para  $\alpha = 0,05$ . Valor crítico de comparação 0,3 g/L da média.

No que diz respeito ao teor de ácido ascórbico (mg/100g), a Fig. 28 mostra que os sumos nas diferentes zonas/acessões foram estatisticamente diferentes ( $P < 0,05$ ). Os sumos da amostra Z9S2 apresentaram um teor de vitamina C mais elevado ( $63,8 \text{ mg/100g} \pm 4,1$ ) comparando com Z4S2 ( $47,9 \text{ mg/100g} \pm 2,1$ ), Z7S3 ( $46,4 \text{ mg/100g} \pm 0,0$ ), Z4S1 ( $45,7 \text{ mg/100g} \pm 3,1$ ), Z1S3 ( $38,4 \text{ mg/100g} \pm 11,3$ ), Z1S2 ( $34,1 \text{ mg/100g} \pm 1,0$ ), sendo esta última zona/acessão os sumos com menor teor de vitamina C. De realçar alguns valores máximos

registados em Z9S2 (66,7 mg/100g), Z2S1 (63,8 mg/100g) Z5S3 (63,8 mg/100g), Z9S1 (63,8 mg/100g) e Z6S1 (62,350 mg/100g).

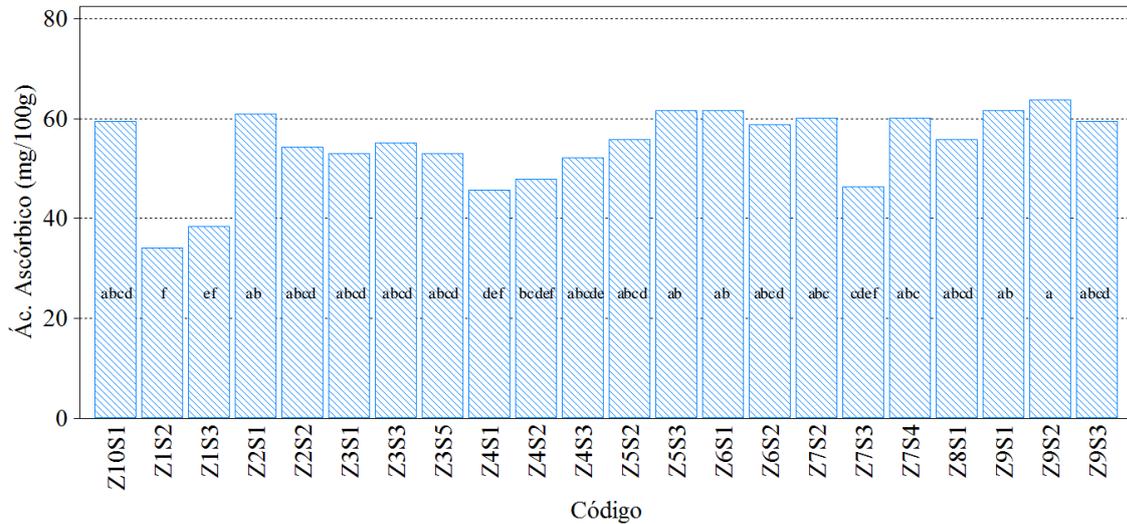


Figura 28. Teor médio de vitamina C. N=2. Média geral 54,51mg/100g. Teste de comparação múltipla de médias de Tukey para  $\alpha = 0,05$ . Valor crítico de comparação 13,79 mg/100g da média.

De acordo com a Fig. 29, o teor de fenóis totais (mg/100g) nos sumos das diferentes zonas/acessões foi estatisticamente diferente ( $P < 0,05$ ). Nas amostras Z5S3 e Z6S1 o teor de fenóis totais foi mais elevado ( $319,7 \text{ mg/100g} \pm 23,4$  e  $314,8 \text{ mg/100g} \pm 23,8$ , respectivamente) comparando com Z1S2 ( $243,2 \text{ mg/100g} \pm 16,6$ ), sendo esta última zona/acessão os sumos com menor teor de fenóis totais. De referir dois valores máximos registados também nas amostras Z5S3 e Z6S1 de  $336,2 \text{ mg/100g}$  e  $331,6 \text{ mg/100g}$ , respectivamente.

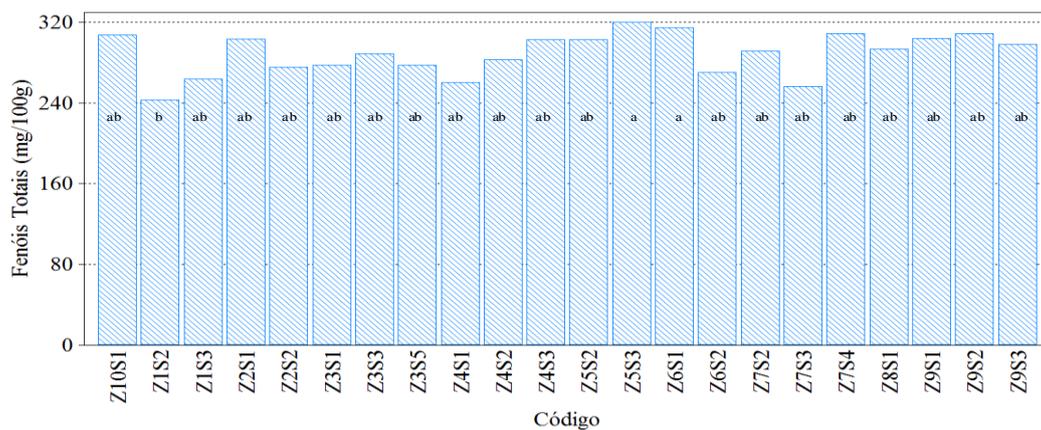


Figura 29. Teor médio de fenóis totais. N=2. Média geral 288,76 mg/100g. Teste de comparação múltipla de médias de Tukey para  $\alpha = 0,05$ . Valor crítico de comparação 70,02 mg/100g da média.

De acordo com a Fig. 30, o teor de TSS (%) presente nos sumos das diferentes zonas/acessões, foi estatisticamente diferente ( $P < 0,05$ ). As amostras *Z4S1*, *Z10S1* e *Z4S3* foram as que obtiveram os valores mais elevados ( $15,7 \% \pm 1,3$ ,  $15,7 \% \pm 0,3$  e  $15,7 \% \pm 0,4$ , respectivamente) comparando com *Z1S2* ( $11,8 \pm 1,0$ ), sendo esta última zona/acessão os sumos com menor teor de TSS. De mencionar um valor máximo registado também na amostra *Z4S1* de 16,6 %.

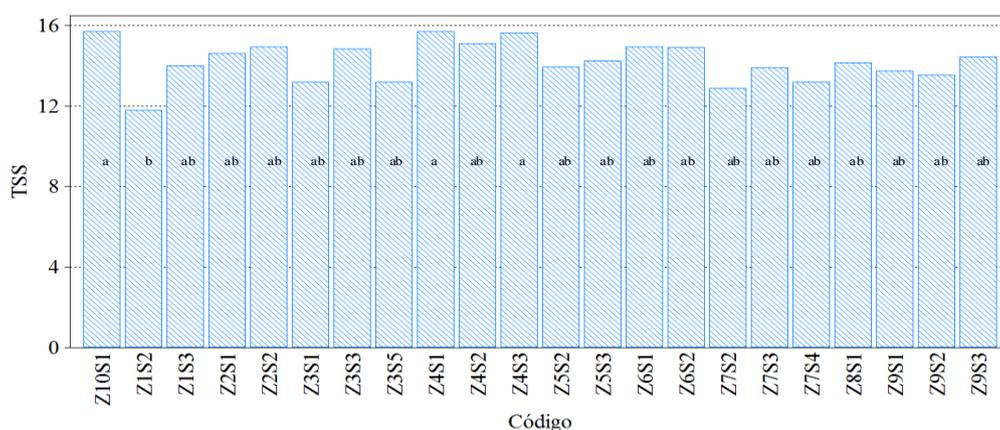


Figura 30. Teor médio de TSS. N=2. Média geral 14,21 %. Teste de comparação múltipla de médias de Tukey para  $\alpha = 0,05$ . Valor crítico de comparação 3,76 % da média.

Na Tapada da Ajuda (Instituto Superior de Agronomia – *TS3*), os frutos analisados com casca verde, laranja e vermelha correspondem a N=5, N=14 e N=6, respectivamente. Cada sumo foi preparado com a totalidade das observações correspondentes (coloração da casca), ou seja, não existem repetições.

De acordo com a Fig. 31, o peso (g) dos frutos com casca verde, laranja e vermelha foi estatisticamente diferente ( $P < 0,05$ ). Os frutos com casca vermelha foram mais pesados ( $137,1 \text{ g} \pm 40,2$ ) comparando com os frutos de casca verde ( $93,8 \text{ g} \pm 41,1$ ) e casca laranja ( $88,0 \text{ g} \pm 15,1$ ). Os valores máximos registados no peso dos frutos de casca verde, laranja e vermelha foram de 164,10 g, 195,5 g e 124,30 g, respectivamente.

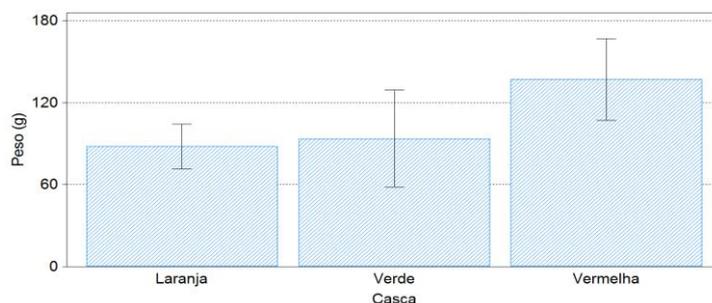
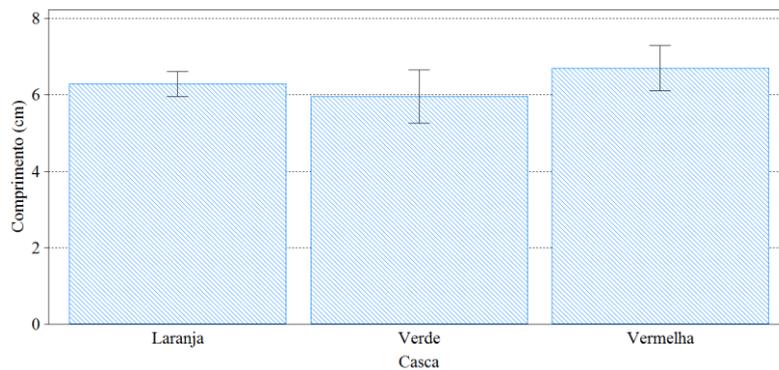


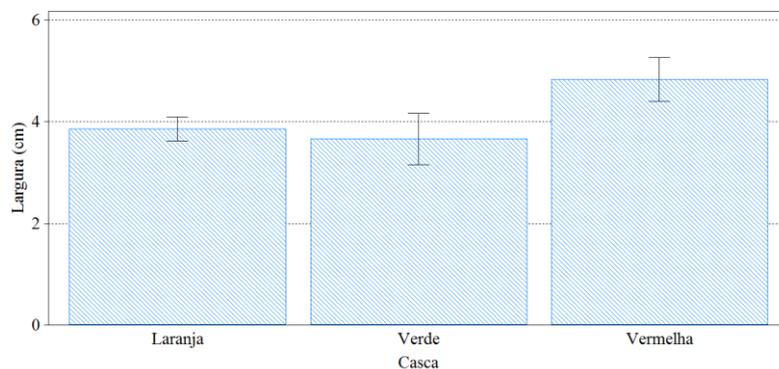
Figura 31. Peso médio dos frutos. Casca laranja N=14; Casca verde N=5; Casca Vermelha N=6. Média geral 100,9 g. Teste de comparação múltipla de médias de Tukey para  $\alpha = 0,05$ . Valor crítico de comparação 34,9 g a 43,3 g da média.

Em relação ao comprimento (cm) dos frutos, pode-se constatar, pela análise da Fig. 32, que os frutos com diferentes colorações na casca não diferem estatisticamente ( $P=0,1087$ ). Contudo, os frutos com maior comprimento foram os de casca vermelha ( $6,7 \text{ cm} \pm 0,7$ ), de seguida os de casca laranja ( $6,3 \text{ cm} \pm 0,39$ ) e por fim os de casca verde ( $6,0 \text{ cm} \pm 0,8$ ). O valor máximo registado em relação ao comprimento foi de 7,8 cm, correspondente aos frutos de casca vermelha.



*Figura 32.* Comprimento médio dos frutos. Casca laranja N=14; Casca verde N=5; Casca Vermelha N=6. Média geral 6,32 cm. Teste de comparação múltipla de médias de Tukey para  $\alpha = 0,05$ . Valor crítico de comparação 0,68 cm a 0,85 cm da média.

Em relação à largura dos frutos (cm), a Fig. 33 indica que os frutos com diferentes colorações na casca foram estatisticamente diferentes ( $P < 0,05$ ). Os frutos de casca vermelha ( $4,8 \text{ cm} \pm 0,6$ ) eram mais largos comparando com os de casca laranja ( $3,9 \text{ cm} \pm 0,3$ ) e casca verde ( $3,7 \text{ cm} \pm 0,5$ ). O valor máximo registado em relação à largura foi de 5,8 cm, correspondente aos frutos de casca vermelha.



*Figura 33.* Largura média dos frutos. Casca laranja N=14; Casca verde N=5; Casca Vermelha N=6. Média geral 4,05 cm. Teste de comparação múltipla de médias de Tukey para  $\alpha = 0,05$ . Valor crítico de comparação 0,5 cm a 0,6 cm da média.

De acordo com a Fig. 34, a firmeza da polpa ( $\text{kg}/0,5\text{cm}^2$ ) dos frutos com diferentes colorações na casca foi estatisticamente diferente ( $P < 0,05$ ). Os frutos de casca verde tiveram os valores mais elevados ( $1,4 \text{ kg}/0,5\text{cm}^2 \pm 0,2$ ) comparando com os frutos de casca laranja ( $1,2 \text{ kg}/0,5\text{cm}^2 \pm 0,2$ ) e casca vermelha ( $0,9 \text{ kg}/0,5\text{cm}^2 \pm 0,2$ ). O valor máximo registado em relação à firmeza foi de  $1,7 \text{ kg}/0,5\text{cm}^2$  correspondente aos frutos de casca verde.

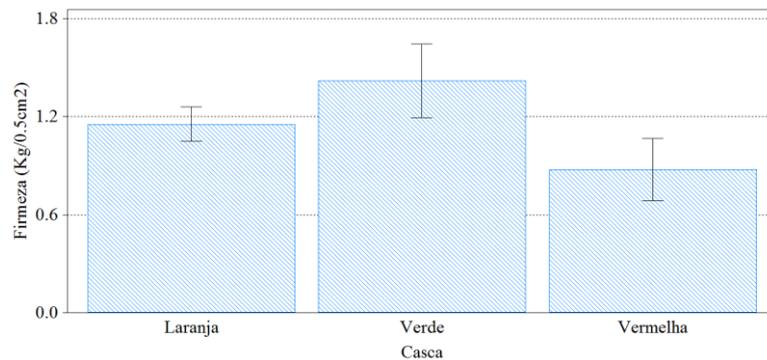


Figura 34. Firmeza média da polpa dos frutos. Casca laranja N=14; Casca verde N=5; Casca Vermelha N=6. Média geral  $1,14 \text{ kg}/0,5\text{cm}^2$ . Teste de comparação múltipla de médias de Tukey para  $\alpha = 0,05$ . Valor crítico de comparação  $0,2 \text{ kg}/0,5\text{cm}^2$  a  $0,28 \text{ kg}/0,5\text{cm}^2$  da média.

Em relação ao teor de TSS (%), pode-se constatar, pela análise da Fig. 35, que os frutos com diferentes colorações na casca não diferem estatisticamente ( $P=0,4687$ ). Os frutos de casca vermelha foram os mais elevados ( $12,6 \% \pm 1,4$ ), de seguida os de casca verde ( $12,0 \% \pm 2,9$ ) e por último, os de casca laranja ( $11,5 \% \pm 1,5$ ). O valor máximo registado em relação ao teor de TSS foi de  $16,2 \%$ , correspondente aos frutos de casca verde.

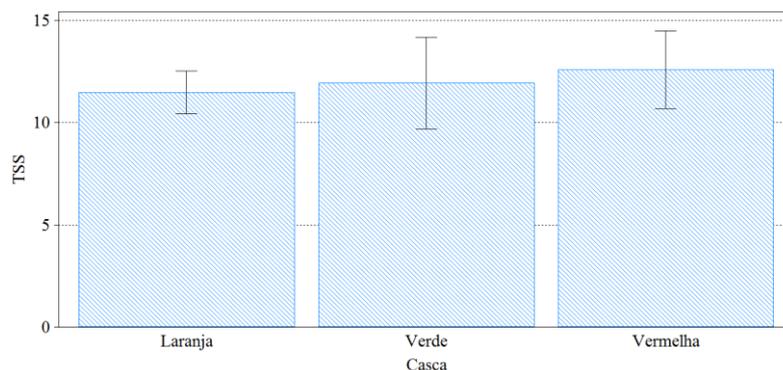


Figura 35. Teor médio de TSS. Casca laranja N=14; Casca verde N=5; Casca Vermelha N=6. Média geral  $11,8 \%$ . Teste de comparação múltipla de médias de Tukey para  $\alpha = 0,05$ . Valor crítico de comparação  $2,2 \%$  a  $2,8 \%$  da média.

Relativamente ao número de sementes (totais), todos os frutos com diferentes colorações de casca da amostra TS3 variaram entre 150 a 200 sementes por fruto.

Através das análises dos sumos das respectivas colorações da casca (N=1) da amostra *TS3* obteve-se os valores relativos à acidez, fenóis, vitamina C e teor de TSS. A partir destes resultados foram calculados os teores de ácido cítrico (g/L), fenóis totais (mg/100g), ácido ascórbico (mg/100g) e TSS (%) presente nos sumos.

Na totalidade dos frutos com diferentes colorações de casca da amostra *TS3* registou-se valores de pH entre 6,1 e 6,5.

Relativamente à concentração de ácido cítrico (g/L), de acordo com a Fig. 36, verifica-se que os sumos obtidos dos frutos das diferentes colorações de casca foram diferentes. Para os sumos de frutos de casca verde e vermelha registou-se um valor mais elevado (0,32 g/L) comparando com o sumo de frutos de casca laranja (0,26 g/L).

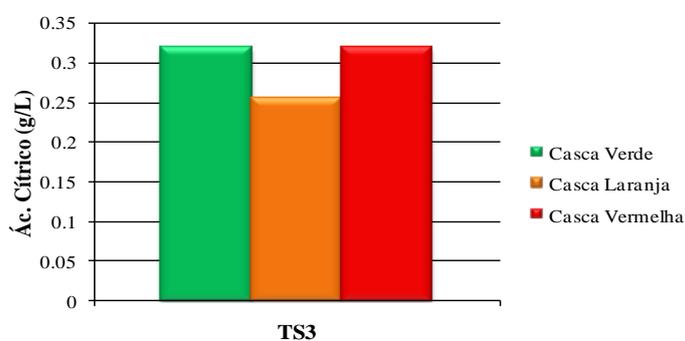


Figura 36. Teor de ácido cítrico (g/L) dos diferentes sumos da amostra *TS3*, relativos à coloração da casca. N=1.

Em relação ao teor de ácido ascórbico (mg/100g), verifica-se, pela análise da Fig. 37, que o sumo de frutos de casca vermelha foi maior (49,3 mg/100g) comparando com o sumo de casca laranja (40,6 mg/100g) e verde (40,6 mg/100g).

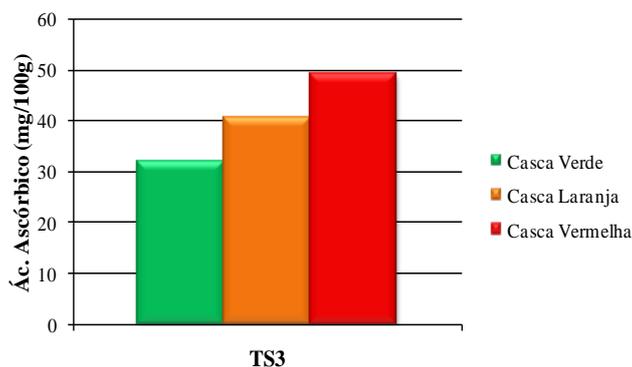


Figura 37. Teor de ácido ascórbico (mg/100g) dos diferentes sumos da amostra *TS3*, relativos à coloração da casca. N=1.

De acordo com a Fig. 38, o teor de fenóis totais (mg/100g) foi maior no sumo de frutos de casca verde (246,4 mg/100g) comparando com os sumos de casca vermelha (240,9 mg/100g) e laranja (229,7 mg/100g).

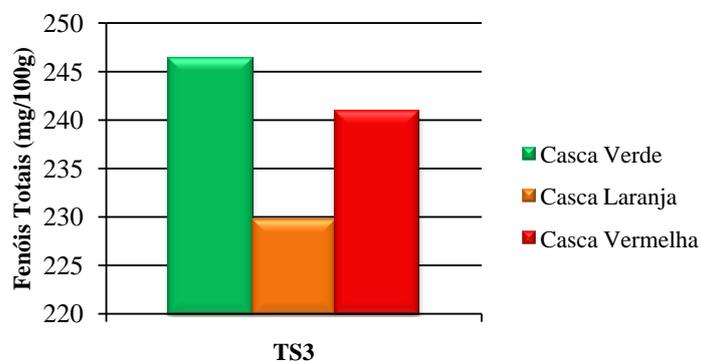


Figura 38. Teor de fenóis totais (mg/100g) dos diferentes sumos da amostra TS3, relativos à coloração da casca. N=1.

Pela análise da Fig. 39, o sumo de frutos com maior teor de TSS foi o de frutos de casca vermelha (13 %), de seguida os de casca laranja (11 %) e por último os de casca verde (10,2 %).

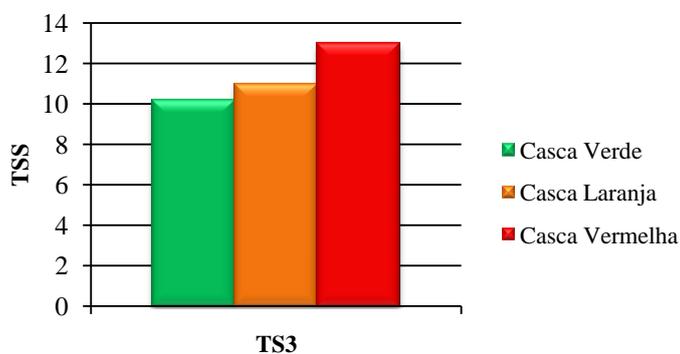


Figura 39. Teor de TSS (%) dos diferentes sumos da amostra TS3, relativos à coloração da casca. N=1.

Tendo em conta os resultados obtidos na análise qualitativa dos frutos, no Litoral Alentejano e na Tapada da Ajuda, o peso médio dos frutos foi de 112,7 g e 100,9 g respectivamente, o que é inferior ao peso mínimo aceitável destinado para exportação (120,0 g) (Inglese *et al.*, 2002). No entanto nas amostras Z4S3, Z6S1, Z9S3, Z10S1 e TS3 (casca vermelha), registou-se frutos com um peso médio superior a 120,0 g, sendo estes valores compatíveis com outros estudos efectuados por diversos autores em que o peso médio varia entre 60-220 g (Wessels, 1988; Mashope, 2007; Mokoboki *et al.*, 2009). O peso dos frutos é

influenciado pelo número de sementes (Barbera *et al.*, 1994), número de frutos existente num cladódio (Wessels, 1988; Brutsch, 1992; Inglese *et al.*, 1995b), disponibilidade de água (Barbera, 1984) e tempo de amadurecimento (Nerd *et al.*, 1991; Barbera *et al.*, 1994).

O comprimento e a largura dos frutos são variáveis no final da maturação, sendo positivamente influenciados pelo clima quente (Nerd e Mizrahi, 2001). No Litoral Alentejano e na Tapada da Ajuda, o comprimento médio e a largura média dos frutos foi de 6,3/4,4 cm e 6,3/4,1 cm, respectivamente, sendo estes valores relativamente inferiores aos referenciados por Mashope (2007) e Mokoboki *et al.* (2009) (7,5-9,5cm /5,6-6,6 cm), mas compatíveis com os frutos da amostra Z9S3 (7,4/5,3 cm). O tamanho do fruto, embora seja bastante utilizado como índice de maturação, pode variar amplamente com as condições edafo-climáticas (Hulme, 1970). No entanto, a avaliação deste parâmetro é bastante importante para a classificação, embalagem, transporte dos frutos e nas operações de processamento (Kays, 1997; Chitarra e Chitarra, 2005).

A firmeza é uma característica de textura que corresponde ao grau de resistência dos tecidos vegetais à compressão e é considerada como um dos principais atributos da qualidade dos frutos (Chitarra e Chitarra, 2006). No Litoral Alentejano e na Tapada da Ajuda a firmeza média registada foi de 1,1 kg/0,5cm<sup>2</sup> e 1,14 kg/0,5cm<sup>2</sup>, respectivamente, sendo um pouco inferior quando comparado com os frutos de *Opuntia* sp. analisados por Primo (2008) e Assunção (2008) (1,7/1,8 kg/0,5cm<sup>2</sup>). No entanto na amostra Z4S3 registou-se um fruto com uma firmeza superior (2,2 kg/0,5cm<sup>2</sup>) comparando com os frutos analisados pelos autores acima referenciados.

O teor de TSS indica o conteúdo em açúcar presente nos frutos, sendo um importante critério de qualidade para os consumidores, uma vez que estes preferem frutos mais doces (Inglese *et al.*, 1995a). Em geral, durante a maturação, o teor de TSS tende a aumentar e a acidez a baixar, devido à biossíntese de açúcares solúveis ou à degradação de polissacáridos (Chitarra e Chitarra, 2005). Os valores médios do teor de TSS registados nos frutos do Litoral Alentejano e da Tapada da Ajuda foram de 13,8 % e 11,9 %, respectivamente. Contudo, deve-se referir que os frutos das amostras Z2S1, Z7S2, Z8S1 e TS3 (casca verde) apresentaram valores pontuais no teor de TSS entre 16,2-17,6 %, sendo ligeiramente superiores aos valores recomendados para os frutos de *Opuntia* sp. (13-15 °Brix) (Barbera *et al.*, 1992, Kuti, 1992). O teor médio de TSS da análise aos sumos dos frutos do Litoral Alentejo (14,2 %) está de acordo com a literatura referenciada. Os sumos dos frutos da Tapada da Ajuda das respectivas colorações da casca foram de 13 % (casca vermelha), 11 % (casca laranja) e 10,2 % (casca

verde), o que indica que os frutos de casca laranja e verde estão fora dos valores recomendados.

Todas as variedades de *Opuntia* sp. têm um elevado número de sementes totais para atingirem um bom tamanho e um elevado rácio entre sementes abortadas e sementes viáveis. Quer no Litoral Alentejano, quer na Tapada da Ajuda o número médio de sementes totais foi de 150-200 sementes por fruto, estando dentro dos parâmetros comparando com os estudos de diferentes autores (Pimienta, 1990; Barbera *et al.*, 1991; Parish e Felker, 1997).

Davis e Chase (1969) mencionam que ao longo do processo de maturação dos frutos os níveis de açúcar tendem a aumentar, diminuindo o teor de ácido cítrico. O pH e o teor de ácido cítrico são indicadores do grau de maturação dos frutos de cada espécie. Existe uma correlação negativa entre o pH e o teor de ácido cítrico, verificando-se um aumento do pH ao longo do processo de maturação, diminuindo o teor de ácido cítrico (Andrade *et al.*, 2006). Os sumos dos frutos analisados revelaram um pH entre 6,1-6,5 para a totalidade das amostras. Os frutos de *Opuntia* sp. são pouco ácidos (pH>4,5) devido ao baixo conteúdo em ácidos orgânicos. Os valores do pH deste estudo estão de acordo com a literatura sobre cultivares Mexicanas e Chilenas que reportaram um pH entre 5,5-6,4 (Askar e El-Samahy, 1981; Sawaya *et al.*, 1983; Sepúlveda e Saenz, 1990; Stintzing *et al.*, 2001) e também dentro dos valores reportados para variedades Italianas (6,4-6,5) (Gurrieri *et al.*, 2000). Relativamente ao teor de ácido cítrico, os sumos dos frutos do Litoral Alentejano apresentaram um teor médio de 0,32 g/L e na Tapada da Ajuda (TS3) o teor de ácido cítrico foi entre 0,26-0,32 g/L. Estes dados são um pouco inferiores comparando com algumas cultivares de Marrocos analisadas por Gharras (2006) em que se registou um teor de ácido cítrico entre 0,5-0,6 g/L, mas compatíveis com os dados reportados na literatura sobre cultivares italianas (0,2 g/L) (Gurrieri *et al.*, 2000).

O ácido ascórbico é um importante nutriente antioxidativo existente nos frutos de piteira (Sies e Sthal, 1995). Quantidades significativas de ácido ascórbico são encontradas nos frutos de *Opuntia* sp., variando entre 1 a 41 mg/100g (Moßhammer *et al.*, 2006). Diferentes autores analisaram os teores de ácido ascórbico presentes nos frutos de *Opuntia* e registaram valores entre 17,2-29,7 mg/100g (Medina *et al.*, 2007), 18-30 mg/100g (Piga, 2004), 22,1-31,7 mg/100g (Galati *et al.*, 2003) e 26,5-32,8 mg/100g (Butera *et al.*, 2002). Os resultados obtidos neste estudo mostraram um valor médio de ácido ascórbico de 54,51 mg/100g para os sumos dos frutos do Litoral Alentejano. Para os sumos dos frutos da Tapada da Ajuda o teor de ácido ascórbico foi ligeiramente inferior (40,6-49,3 mg/100g). Estes resultados são ligeiramente superiores à literatura referida para os frutos da Tapada da Ajuda e superiores

para os frutos do Litoral Alentejano, verificando-se que nas amostras Z9S2 (66,7 mg/100g), Z2S1 (63,8 mg/100g) Z5S3 (63,8 mg/100g), Z9S1 (63,8 mg/100g) e Z6S1 (62,350 mg/100g) a quantidade de vitamina C encontrada nos frutos é duas vezes superior ao teor médio referido na literatura. Quando comparado com outros frutos como a pêra (3 mg/100g), pêssego (4 mg/100g), maçã (7 mg/100g), banana (10 mg/100g), ananás (16 mg/100g) e manga (23 mg/100g), os frutos analisados das diferentes amostras têm valores superiores de ácido ascórbico, sendo equiparados ao morango (47 mg/100g) e à laranja (57 mg/100g) (Porto e Oliveira, 2006).

Os frutos de figo-da-índia têm na sua composição compostos fenólicos (polifenóis), reconhecidos como componentes bioactivos com propriedades antioxidantes (Hertog *et al.*, 1993; Peterson e Dwyer, 1998). Na análise efectuada aos sumos dos frutos do Litoral Alentejano, a média dos fenóis totais foi de 288,8 mg/100g. Para os sumos dos frutos da Tapada da Ajuda o teor de fenóis totais variou entre 229,7-246,4 mg/100g. Estes resultados estão de acordo com Hamm *et al.* (2009) que registaram valores entre 203,9-311,04 mg/100g no teor de fenóis totais. Os resultados apresentados neste estudo podem indicar um potencial elevado em relação ao teor de fenóis totais comparando com outras variedades estudadas. De realçar alguns valores máximos registados para as amostras Z5S3 e Z6S1 de 336,2 mg/100g e 331,6 mg/100g, respectivamente. Ao comparar estes dados com o teor de fenóis totais de outros frutos, o figo-da-índia tem valores superiores comparando com o pêssego (50,9 mg/100g), figo (59,0 mg/100g), cereja (78,8 mg/100g) maçã (99,7-125,4 mg/100g), pêra (91,0-124,7 mg/100g), framboesa (178,6 mg/100g), uva branca (184,1 mg/100g), uva negra (213,3 mg/100g). No entanto, o figo-da-índia pode ser comparável, em relação ao teor de fenóis totais, com o morango (244,1 mg/100g), ameixa (303,6 mg/100g), amora (355,3 mg/100g), sendo inferior ao mirtilo (670,9 mg/100g) (Marinova *et al.*, 2005).

## 1.5. Conclusão

Em relação às espécies existentes de *Opuntia* sp., em Portugal, quer no Litoral Alentejano, quer na Tapada da Ajuda (ISA), existe alguma diversidade morfológica. Neste estudo foram analisadas seis espécies, uma delas com duas variedades, contudo não foi possível identificar uma espécie, não se tendo conseguido também identificar as duas variedades. As espécies identificadas foram: *Opuntia leucotricha* DC., *Opuntia stricta* (Haw.) Haw., *Opuntia monacantha* (Willd.) Haw., *Austrocylindropuntia subulata* (Muehlenpf.) Backeb. e *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.. As duas variedades que não puderam ser identificadas correspondem à espécie *Opuntia ficus-indica*, que produz frutos comestíveis, sendo as restantes produtoras de frutos não comestíveis. No Litoral Alentejano predomina *Opuntia ficus-indica*, que produz frutos de cor amarelo-rosado com polpa verde-clara e na Tapada da Ajuda, predomina a que produz frutos de cor amarelo-alaranjado com polpa laranja. No Litoral Alentejano também existe esta variedade, contudo em menor proporção relativamente à variedade predominante.

Este estudo revelou, relativamente às características físicas e químicas dos frutos das duas variedades desconhecidas de *O. ficus-indica*, que existem variações significativas nas diferentes zonas e acessões do Litoral Alentejano. Na Tapada da Ajuda (variedade com frutos de polpa laranja) também se verificaram variações significativas nos frutos com diferentes colorações da casca.

Os frutos de *O. ficus-indica* são pouco ácidos, com valores elevados de vitamina C, fenóis totais e TSS e um número razoável de sementes (> 150). Contudo, existem diferenças entre as duas variedades. Os frutos de polpa verde-clara apresentam valores superiores de vitamina C, fenóis totais e TSS mas um valor inferior relativamente à acidez comparado com os frutos de polpa laranja, ou seja, os frutos de polpa verde-clara, analisados neste estudo, são os frutos com as melhores características físico-químicas. Nos frutos analisados na Tapada da Ajuda (polpa laranja) pode-se concluir que dependendo da coloração da casca, as propriedades físico-químicas dos frutos variam, obtendo-se os valores mais elevados relativamente ao peso, comprimento, largura, acidez, vitamina C, fenóis totais e TSS nos frutos com a coloração da casca vermelha. Contudo, estes frutos apresentam uma firmeza muito inferior, o que não é desejável para o produtor e também para o consumidor.

O clima, a exposição solar, a orientação das plantas, o terreno, as práticas culturais (rega, poda, monda) são factores muito importantes para a obtenção de frutos com qualidade. Todas as amostras estudadas apresentam-se em estado selvagem o que torna difícil fazer uma colheita homogénea no que diz respeito ao ponto óptimo de colheita. Mesmo assim os

resultados obtidos foram compatíveis ou superiores comparado com os cultivares existentes no mercado mundial, o que nos mostra um grande potencial de mercado destas duas variedades de *O. ficus-indica*.

Por último, este estudo mostra o elevado potencial dos frutos de *O. ficus-indica* como uma boa fonte de antioxidantes naturais e que o consumo dos seus frutos ou subprodutos pode contribuir com quantidades substanciais na dieta humana. Com base nos dados disponíveis neste estudo e nos conteúdos fitoquímicos existentes nos frutos de piteira, pode-se afirmar que existe uma grande probabilidade de estes frutos fornecerem diversos nutrientes com benefícios para a saúde humana, associados ao consumo de frutos e legumes no geral.

## 1.6. Referências bibliográficas

- Askar, A. e El-Samahy, S.K., 1981. Chemical composition of prickly pear fruits. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 77: 279–281 pp.
- Assunção, M. S., 2008. Caracterização bioquímica e aspectos pós-colheita dos frutos de opuntia ficus-indica (L) Miller produzidos em Pernambuco. Tese (Doutorado Ciências dos Alimentos) – Departamento de Nutrição. Universidade Federal de Pernambuco, 2008.
- Ávalos-Andrade, A, Ramírez-Córdova, Y., Goytia-Jiménez, M. A., Barrientos-Priego, A. F. e Saucedo-Veloz, C., 2006. Etileno en la abscisión del fruto de tres especies del género *Opuntia*. *Revista Chapingo, Serie Horticultura* 12(1): 117-123 pp.
- Barbera, G., 1984. Ricerche sull'irrigazione del ficodindia. *Frutticoltura* 8: 49-55 pp.
- Barbera, G., 1995. History, economic and agro-ecological importance. In: G. Barbera, P. Inglese & E. Pimienta-Barrios (Eds.). *Agro-ecology, Cultivation and Uses of Cactus Pear*. FAO Plant Production and Protection Paper no. 132. FAO, Rome. 1-11 pp.
- Barbera, G., Carimi, F. e Inglese, P., 1992. The re-flowering of prickly pear *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller: Influence of removal time and cladode load on yield and fruit ripening. *Advances in Horticultural Science* 2: 77-80 pp.
- Barbera, G., Carimi, F., Inglese, P. e Panno M., 1992. Physical, morphological and chemical changes during fruit development and ripening in three cultivars of prickly pear, *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller. *Journal of Horticultural Science* 67: 307-312 pp.
- Barbera, G., Inglese, P. e La Mantia T., 1994. Seed content and fruit characteristics in cactus pear (*Opuntia ficus-indica* Mill.). *Scientia Horticulturae* 58: 161-165 pp.
- Barbera, G., Inglese, P., 1993. La coltura del ficodindia. Edagricole-Edizioni Agricole della Calderini s.r.l., Bologna, 174-176 pp.
- Berdan, F. R., e Anwalt, P. R., 1992. The codex Mendoza, vol. III, Facsimile. University of California Press, Berkeley, California, USA.
- Broke, N., 1980. Developmental morphology and anatomy in Borg, J. 1963. *Cacti*. 89 p. 4th ed. Blandford Press, London. *Cactaceae. Bio Science*. 30: 605-610 pp.
- Brutsch, M.O. e Zimmermann H.G., 1995. Control and utilization of wild Opuntias. In: G. Barbera, P. Inglese, & E. Pimienta-Barrios, (Eds.). *Agro-ecology, Cultivation*

and Uses of Cactus Pear. FAO Plant Production and Protection Paper no. 132. FAO, Rome. 216 pp.

- Brutsch, M.O., 1992. Crop manipulation in spine-less prickly pear (*Opuntia ficusindica*) in South Africa. In: Proceedings of the Second International Conference on Cactus Pear and Cochineal. Santiago, Chile, 40-47 pp.
- Butera, D., Tesoriere, L., Di Gaudio, F., Bongiorno, A., Allegra, M., Pintaudi, A.M., Kohen, R. e Livrea, M.A., 2002. Antioxidant activities of Sicilian Prickly Pear (*Opuntia ficus indica*) Fruits Extracts and Reducing Properties of Its Betalains: Betanin and Indicaxanthin. J. Agric. Food Chem. 50: 6895-6901 pp.
- Carvalho, M. e Mansinho, M., 1988/1989. “Figueiras da Índia.” *Sulco*. Inverno – Nº 71, 4-5 pp.
- Casas, A. e Barbera, G., 2002. Mesoamerican domestication and diffusion. In: P. Nobel (ed.) *Cacti: Biology and Uses*. University of California Press, Berkeley, California. 143-162 pp.
- Chitarra, M. I. F. e Chitarra, A.B., 2005. Pós-colheita de Frutos e Hortaliças: Fisiologia e Manuseio. 2ª ed Lavras: ESAL/FAEPE, 785 pp.
- Chitarra, M. I. e Chitarra, A. B., 2006. Pós-colheita de frutos e Hortaliças: glossário, Ed UFLA 256 p.: Il.
- Davis, P.P. e Chase, W.G., 1969. Determination of alcohol in citrus juice by gas chromatographic analyses of head space. *Hortsciense* 4:117-119 pp.
- Díaz Medina, E.M., Rodríguez Rodríguez, E.M. e Díaz Romero, C., 2007. Chemical characterization of *Opuntia dillenii* and *Opuntia ficus-indica* fruits. *Food Chemistry* 103: 38-45 pp.
- Essenwanger, O. M., 2001. “General Climatology 1C: Classification of Climates”. Elsevier Science.
- FAO, 2001. Cactus (*Opuntia* spp.) as forage. Edited by C. Mondragon-Jacobo and S. Perez-Gonzalez, and coordinated for FAO by M.D. Sanchez, E.J. Arias and S.G. Reynolds. *FAO Plant Production and Protection Paper* 169: 146 pp.
- FAO-ICARDA CACTUSNET. Disponível em: <http://www.cactusnet.org/>. Acedido a 3 de Junho de 2011.
- Galati, E. M., Mondello, M. R., Giuffrida, D., Dugo, G., Miceli, N., Pergolizzi, S., Taviano, M., 2003. Chemical Characterization and Biological Effects of Sicilian

*Opuntia ficus indica* (L.) Mill. Fruit Juice: Antioxidant and Antiulcerogenic Activity. *J. Agric. Food Chem.*, 51, 4903-4908 pp.

- Gharras, El, Bouadili, El, Hasib A. H. e Jaouad, A., 2006. Caracterización química y física de tres variedades de higos Chumbos amarillos de Marruecos (*Opuntia Ficus-Indica*) en tres etapas de madurez. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. Vol: 5 Issue: 2. 93-99 pp.
- Gibson, A. e Nobel, P.S., 1986. *The Cactus Primer*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA. 296 pp.
- Griffith, M. P., 2004. The origins of an important cactus crop, *Opuntia ficus-indica* (Cactaceae): New molecular evidence. *American Journal of Botany* 91(11): 1915–1921 pp.
- Griffiths, D. e Hare, R.F. 1907. *The tuna as food for man*. Government Printing Office, Washington. Bureau of Plant Industry Bulletin no.116: 73 pp.
- Gurrieri, S., Miceli, L., Lanza, C. M., Tomaselli, F., Bonomo, R. P. e Rizzarelli, E., 2000. Chemical characterization of Sicilian prickly pear (*Opuntia ficus indica*) and perspectives for the storage of its juice. *J. Agric. Food Chem.*, 48: 5424-5431 pp.
- Hamm, J. H. G., Manica-Berto, R., Santos, R. S., Pegoraro, C., Rufato, A. R., Silva, J. A., 2009. Determinação do teor de compostos fenólicos em casca e polpa de figo-da-índia. UFPel.
- Hertog, M. G. L., Feskens, E. J. M., Hollman, P. C. H., Katan, M. B. e Kromhout, D., 1993. Dietary antioxidants, flavonoids and the risk of coronary heart disease: the Zutphen elderly study. *Lancet* , 342, 1007-1011 pp.
- Hulme, A. C., 1970. *The biochemistry of fruit and their products*. London: Academic press. 618 pp.
- Inglese, P., Barbera, G. e La Mantia T., 1995a. Research strategies for the improvement of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) fruit quality and production. *Journal of Arid Environments* 29: 455-468 pp.
- Inglese, P., Barbera, G., Le Mantia, T. e Protoleuo, S., 1995b. Crop production, growth and ultimate size of cactus pear fruit following fruit thinning. *Horticultural Science* 30.
- Inglese, P., Basile, F. e Schirra, M., 2002. Cactus pear fruit production. In: Nobel, P.S. (Ed.), *Cacti: Biology and Uses*, pp 163-183. University of California Press, California, USA.

- Instituto Nacional de Saúde, Dr. Ricardo Jorge, 2006. Tabela da composição dos alimentos. Disponível em: <http://www.insa.pt/sites/INSA/Portugues/AreasCientificas/AlimentNutricao/AplicacoesOnline/TabelaAlimentos/Paginas/TabelaAlimentos.aspx>. Acedido a 28 de Setembro de 2011.
- Instituto de Meteorologia de Portugal, 2011. Disponível em: <http://www.meteo.pt/pt/index.html>. Acedido a 14 de Agosto de 2011.
- Joubert, E., 1993. Processing of the fruit of five prickly pear cultivars grown in South Africa. *International Journal of Food Science Technology* 28:377-387 pp.
- Kays, S. J., 1997. Postharvest physiology of perishable plant products. Exon press, Athens, 531 pp.
- Kuti, J.O., 1992. Growth and compositional changes during the development of prickly pear fruits. *Journal of Horticultural Science* 67: 861-868 pp.
- Lakshminarayana, S. e Estrella, J.B., 1978. Postharvest respiratory behavior of tuna (prickly pear) fruit (*Opuntia robusta* Mill.). *J. Hort. Sci.* 53: 327-330 pp.
- Luo e Nobel, 1993. Growth characteristics of newly initiated cladodes of *Opuntia ficus-indica* as affected by shading, drought and elevated CO<sub>2</sub>. *Physiol. Plant.* 87:467-474.
- Marinova, D., Ribarova, F., Atanassova, M., 2005. Total Phenolics and Total Flavonoids In Bulgarian Fruits And Vegetables. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, 40, 3, 255-260 pp.
- Mashope, B.K., 2007. Characterization of cactus pear germplasm in South Africa. Department of Plant Sciences (Plant Breeding Division). University of the Free State.
- Mohamed-Yasseen, Y., Barringer, S.A. e Splittstoesser, W.E., 1996. A note on the uses of *Opuntia* spp. in Central/North America. *Journal of Arid Environments* 32: 347-353 pp.
- Mokoboki, K., Kgama, T. e Mmbi N., 2009. Evaluation of cactus pear fruit quality at Mara ADC, South Africa. *African Journal of Agricultural Research* Vol. 4 (1), 028-032 pp.
- Mondragón-Jacobo, Pérez-González, S., 2000. Genetic resources and breeding cactus pear (*Opuntia* spp.) for fodder production. *Proceedings of the Fourth International Congress on Cactus pear and Cochineal*. Tunisia. *Acta Horticulturae* 51:87-93 pp.

- Moßhammer, M.R., Rohe, M., Stintzing, F.C., e Carle, R., 2006. Stability of yellow-orange cactus pear (*Opuntia ficus-indica* [L.] Mill. cv. ‘Gialla’) betalains as affected by the juice matrix and selected food additives. *European Food Research and Technology*: in press.
- Munoz-de-chavez, M., Chavez, A., Valles, A., Roldan, J.A., 1995. Plants in human nutrition. *World Rev. Nutr. Diet* 77: 175-181 pp.
- Nerd, A. e Mizrahi, 2001. Biologia reprodutiva. *In: FAO/SEBRAE (eds). Agroecologia, cultivo e usos da palma-forrageira. SEBRAE, João Pessoa, Brasil, 49-57 pp.*
- Nobel, P.S., 1994. Remarkable Agaves and Cacti. Oxford University Press, Oxford, New York. 166 pp.
- Parish, J e Felker, P., 1997. Fruit quality and production of cactus pear (*Opuntia* spp.) fruit clones selected for increased frost hardiness. *J. Arid Environments* 37:123-143 pp.
- Peterson, J., Dwyer, J., 1998. Flavonoids: dietary occurrence and biochemical activity. *Nutr. Res.*, 12, 1995-2018 pp.
- Piatteli, M., 1976. Betalains. *In: T.W. Goodwin. Chemistry and Biochemistry of Plant Pigments. Academic Press, London. 560-596 pp.*
- Piga, A., 2004. Cactus pear: A fruit of nutraceutical and functional importance. *Journal of the Professional Association for Cactus Development* 6: 9-22 pp.
- Pimienta, B.E. e Engleman, M.E., 1981. Estudios del desarrollo de la yema floral y el fruto en nopal. III Congreso Nacional de Fruticultura. Guadalajara, Jalisco. México. 638, University of Guadalajara, Mexico. 246 pp.
- Pimienta, B.E., 1990. El Nopal Tunero. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jal. 246 pp.
- Pimienta-Barrios, E, 1990. El nopal tunera. (*The cactus fruit*). Grafica Nuevo, Pipila 638, University of Guadalajara, Mexico. 246 pp.
- Pimienta-Barrios, E., Muñoz-Urias, A., 1995. Domestication of opuntias and cultivated varieties. *In: Barbera G., P. Inglese e E. Pimienta-Barrios (eds.). Agroecology, cultivation and uses of cactus pear. FAO. Rome (Italy): 58-63 pp.*
- Porto, A., Oliveira, L., 2006. Tabela da composição de alimentos. Lisboa: Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, Centro de Segurança Alimentar e Nutrição.

- Primo, D.M.B., 2008. Fisiologia da maturação e conservação pós-colheita de frutos de palma forrageira. Tese (Mestrado Agricultura Tropical). Universidade Federal Da Paraíba.
- Robles-Contreras, F., 1986. Efecto de la frecuencia de riego sobre las relaciones hídricas, producción y calidad de nopal para verdura (*Opuntia ficus-indica*). Professional thesis, School of Agric., Univ. of Sonora, Hermosillo, Sonora, Mexico. 66 pp.
- Rodríguez-Felix, A. e Cantwell, A., 1988. Development changes in composition and quality of prickly pear cactus cladodes (nopalitos). *Plant Foods for Human Nutrition* 38: 83-93 pp.
- Russel, C.E. e Felker, P., 1987. The prickly pears (*Opuntia* spp., Cactaceae): a source of human and animal food in semi-arid regions. *Economic Botany* 41(3): 433-445 pp.
- Sawaya, W.N., Khatchadourian, H.A., Safi, W.M. e Al-Hammad, H.M., 1983. Chemical characterization of prickly pear pulp, *Opuntia ficus indica*, and the manufacturing of prickly pear jam. *Journal of Food Technology*, 18: 183–193 pp.
- Scheinvar, L., 1995. Taxonomy of utilised Opuntias. In: G. Barbera, P. Inglese, e E. Pimienta-Barrios, (Eds.). *Agro-ecology, Cultivation and Uses of Cactus Pear*. FAO Plant Production and Protection Paper no. 132. FAO, Rome. 20-27 pp.
- Sepúlveda, E. e SaHenz, C., 1990. Chemical and physical characteristics of prickly pear (*Opuntia ficus indica*) pulp. *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos*, 30: 551–555 pp.
- Sies, H., Stahl, W., 1995. Vitamins E and C,  $\beta$ -carotene, and other carotenoids as antioxidants. *American Journal of Clinical Nutrition*, Bethesda, v.62, n.6, 1315-1321. pp.
- Stintzing, F.C., Herbach, K.M., Mosshammer, M.R., Carle, R., Yi, W., Sellappan, S., Akoh, C.C., Bunch, R. e Felker, P., 2005. Color, betalain pattern, and antioxidant properties of cactus pear (*Opuntia* spp.) clones. *J. Agric. Food Chem.*, 53, 442–451 pp.
- Stintzing, F.C., Schieber, A. e Carle, R., 2001. Phytochemical and nutritional significance of cactus pear. *Eur. Food Res. Technol.*, 212: 396-407 pp.
- Sudzuki Hills, F., 1995. Anatomy and morphology. In: Barbera G., P. Inglese and E. Pimienta-Barrios (eds.). *Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear*. FAO. Rome (Italy): 28-35 pp.

- Sumaya-Martínez, M. T., Cruz-Jaime, S., Madrigal-Santillán, E., García-Paredes D., Cariño-Cortés, R., Cruz-Cansino, N., Valadez-Veja, C., Martínez-Cardenas, L. e Alanís-García, E., 2011. Betalain, Acid Ascorbic, Phenolic Contents and Antioxidant Properties of Purple, Red, Yellow and White Cactus Pears. *Int. J. Mol. Sci.*, 12:6452-6468 pp.
- The VIIth General Meeting of the FAO-ICARDA International Technical Cooperation Network on Cactus Pear and Cochineal Agadir (Morocco), October 17-22, 2010.
- UPOV, 2006. Chumbero, nopal tunero, tuna y xoconostles. Unión internacional para la protección de las obtenciones vegetales, Genebra.
- USDA, NRCS. 2009. The PLANTS Database. Disponível em: <http://plants.usda.gov>. Acedido a 21 de Setembro de 2011.
- Varela, 2008. Estruturas da Propriedade e Culturas Regionais. Raízes e Estruturas, Vol I: 225-262 pp.
- VIRBOGA, 2010. “Virtual Botanical Garden. Disponível em: [http://www.virboga.de/Austrocylindropuntia\\_subulata.htm](http://www.virboga.de/Austrocylindropuntia_subulata.htm). Acedido a 2 de Outubro de 2011.
- Wessels, A.B., 1988. Spine-less prickly pear. Perskor Publishers, Johannesburg, 21-24 pp.

## Capítulo 2 - Instalação de um pomar de *Opuntia*

### 2.1. Introdução

Durante a época pré-hispânica, o consumo dos frutos de figueira-da-índia era comum entre os nativos dos planaltos do México. Depois que os espanhóis conquistaram o México, o fruto manteve a sua função básica na dieta local e, no espaço de um século, chegou a ser popular no sul da Europa, em particular no sul da Itália e na Ilha da Sicília (Biuso Varvaro, 1895).

A introdução da *scozzolatura*, que data do início do séc. XIX, promoveu um melhoramento no cultivo e na comercialização dos frutos em Itália. De acordo com Barbera *et al.* (1992) a técnica da *scozzolatura* envolve a eliminação de flores da primavera, o que resulta numa segunda floração, cujo fruto amadurece em Outubro-Novembro. Mais recentemente, difundiram-se várias espécies para a cultura de frutos na Califórnia (Curtis, 1977), no Chile (Sudzuki *et al.*, 1993), em Israel (Nerd e Mizrahi, 1993) e na África do Sul (Wessels, 1988). Embora o cultivo da figueira-da-índia nas áreas nativas do México remonte ao período pré-hispânico, foi apenas nos anos 50 que se começaram a desenvolver plantações comerciais modernas, com um crescimento dramático (de 10 000 ha a mais de 50 000 ha) nos anos 80 (Pimienta, 1990). Desde então, a figueira-da-índia é cultivada nas áreas áridas e semi-áridas do todo o mundo (Quadro 10), desenvolvendo-se um sistema sustentável com altos rendimentos e com uma elevada eficiência energética (Baldini *et al.*, 1982).

Quadro 10. Áreas representativas cultivadas com *Opuntia* sp. para a produção de frutos.

País	Área (ha)	Colheita anual (t peso fresco)
Argentina	500	2 500
Bolívia	1 200	3 000
Chile	1 100	8 000
Israel	300	6 000
Itália	2 550	50 000
México	52 000	300 000
África do Sul	1 000	12 400
Estados Unidos	120	-

Fonte: Adaptado de Nobel (1994). Dados dos Estados Unidos para a colheita anual indisponíveis.

Neste capítulo serão apresentadas algumas informações técnicas e científicas relacionadas com projecto, cultivo e manejo de um pomar de figueiras-da-índia, visando a produção de frutos.

## 2.2. Clima e solo

As diversas espécies de *Opuntia* estão presentes em diferentes tipos de solos. Vertissolos, luvisolos no México, a litossolos, regossolos, cambissolos e fluvisolos na Itália. O pH do solo varia de sub-ácido (luvisolos no México) a sub-alcálico (litossolos na Itália), o que mostra uma boa adaptação da espécie a diferentes tipos de solos. No entanto, solos com pouca capacidade de drenagem, lençol freático pouco profundo e/ou camada superficial impermeável não devem ser considerados como adequados. O teor de argila não deve ser superior a 15-20%, para evitar uma raiz e copa reduzidas, bem como a putrefacção das raízes (Inglese, 2001). Wessels (1988) e Potgieter (2001) sugerem que o teor de cálcio (Ca) e potássio (K) devem ser elevados para o cultivo da piteira o que influencia a quantidade de frutos, aumentando assim a produtividade. Como a piteira não é uma espécie tolerante à salinidade, devem ser considerados 50-70 mols de NaCl/m<sup>3</sup> como o valor limite para a obtenção de uma produção rentável.

Concluindo, a selecção do local de plantação pode ser resumida da seguinte forma:

- Temperatura média anual de 15 - 18°C;
- Temperatura média durante o PDF (período de diferenciação do fruto): 15 - 25°C;
- Ausência de temperaturas de congelamento (-5°C);
- Ausência de geadas de primavera durante o abrolhamento;
- Solos com boa drenagem e baixo teor de argila (15/20%);
- Ausência de lençol freático elevado;
- Teor de NaCl na água do solo menor que 50-70 mols/m<sup>3</sup>;
- Disponibilidade de água para rega nas áreas em que não há chuva durante o PDF ou quando esta for inferior a 300 mm durante o ano.

### 2.3. Preparação do terreno

As operações antes de plantar incluem análises ao solo e fertilização, sendo necessária a limpeza do terreno. O nivelamento é essencial, caso o pomar seja regado artificialmente. O solo deve ser arado a uma profundidade de 60 a 80 cm para assegurar uma boa drenagem e um bom armazenamento de água e eliminar as infestantes que competem com a piteira, principalmente nos primeiros estágios depois de plantadas. Adicionalmente, o solo deve ser rasgado com um subsolador para melhorar a drenagem e evitar alterações no perfil (Inglese, 2001).

Em solos arenosos e livres de infestantes, as operações antes de plantar podem-se restringir à escavação de covas individuais ou de sulcos (Fig. 40). Junto com a preparação do terreno deve ser feita uma adubação de fundo (Inglese, 2001). Aplicações de 20 a 30 t/ha de estrume curtido antes da plantação foi recomendada por Monjauze e Le Houérou na África do Sul (1965), o que melhora a estrutura do solo e aumenta a capacidade de retenção de humidade. A adubação de fundo deve ser quantificada através de uma análise do solo, considerando-se um nível óptimo de K e de P de 150-300 ppm. Em solos arenosos ou onde se rega continuamente (Israel), a adubação de fundo pode ser eliminada, fornecendo-se os nutrientes juntamente com a rega durante o ciclo anual de crescimento da planta (Inglese, 2001).



*Figura 40.* Sulcos preparados para a colocação dos cladódios.

*Fonte:* FAO-ICARDA CACTUSNET.

## **2.4. Instalação da cultura**

Para a instalação de um pomar de piteiras é necessário verificar a orientação da linha, a época de plantar, o material para plantar, o número de cladódios por cova e a sua colocação.

### **Orientação da linha**

Uma orientação correcta da linha é um aspecto essencial para maximizar a captação de luz pela copa. Os cladódios tendem-se a orientar na direcção este-oeste, excepto nas latitudes abaixo de 27° e em áreas onde o desenvolvimento dos cladódios ocorre no inverno (Nobel, 1982). Tendo em conta que os cladódios devem ser plantados com as faces planas voltadas para a entrelinha, as linhas devem ser orientadas na direcção norte-sul, a fim de maximizar a captação da RFA (Radiação Fotossinteticamente Activa), desde que as condições topográficas o permitam (Inglese, 2001).

### **Época de plantar**

A época de plantar varia em função da latitude e das condições ambientais (disponibilidade de água, temperatura e precipitação): Maio a Junho em Itália, Março a Maio no México e Agosto a Setembro na África do Sul e no Chile (Barbera e Inglese, 1993; Pimienta, 1990; Sudzuki *et al.*, 1993; Wessels, 1988).

Em Portugal, especialmente no Alentejo, o melhor período para realizar a plantação é no final da primavera, pois o solo está suficientemente húmido para possibilitar o desenvolvimento da raiz, sendo a velocidade do desenvolvimento radicular e do cladódio maior durante o fim da primavera e início do verão (Barbera *et al.*, 1993a; Wessels, 1988).

### **Material para plantar**

Para a plantação de pomares de piteiras geralmente utilizam-se cladódios (estaca). Para fins comerciais deve-se seleccionar cladódios de tamanho médio a grande (2 a 3 anos de idade), que produzirão gomos vigorosos, capazes de suportar a concorrência de infestantes durante a etapa inicial da plantação. Pode-se obter os cladódios após a colheita dos frutos, mas antes do aparecimento dos gomos da estação seguinte (Inglese, 2001).

Antes de realizar a plantação, deve-se colocar os cladódios num ambiente semi-sombreado durante quatro a seis semanas para que percam o vigor, evitando assim, a putrefacção do corte depois de terem sido colocados na terra. Como desinfectante para os cortes pode-se utilizar calda bordalesa ou 1 g/litro de oxicleto de cobre (Inglese, 2001).

### Colocação dos cladódios

De acordo com Inglese (1995) os cladódios podem ser colocados de três formas nas covas: 1) para cima; 2) com um ângulo de 30°; 3) deitados.

1) O método de colocá-los para cima é o mais utilizado (Fig. 41). Os cladódios são plantados para cima com o corte basal no solo. Se o cladódio é plantado superficialmente, ele pode ser facilmente derrubado pelo vento, desenvolvendo um sistema radicular muito superficial. Por outro lado, se ele é colocado em mais de 70% dentro do solo, a parte que fica exposta não poderá alimentar adequadamente, através da fotossíntese, o abrolhamento e o desenvolvimento das raízes. Uma recomendação prática é a de enterrar metade do cladódio.

2) O cladódio pode ser plantado com um ângulo de 30° e um terço dele é enterrado. Este método é viável quando se usa apenas um cladódio para plantar e quando o objectivo não é a produção de frutos. A planta não desenvolve um caule basal forte, mas enraíza facilmente.

3) Pelo método deitado ou "plano" o cladódio é colocado com a área mais plana sobre o solo, colocando-se uma pequena pedra sobre ele para melhorar o contacto com o solo e evitar que este seja levantado pelo vento. A única vantagem deste método é o custo mais baixo para plantar e a não necessidade de se fazer covas.

Se o solo estiver muito seco, os cladódios serão beneficiados com uma rega depois de plantados.



*Figura 41.* Instalação da cultura com os cladódios enterrados na vertical até pouco mais de metade do seu comprimento. *Fonte:* FAO-ICARDA CACTUSNET.

## 2.5. Densidade e compassos

Um pomar de piteiras pode ser implantado:

- com um layout em forma de sebe (Fig. 42 e 43);
- com um layout quadriculado (Fig. 44).

A escolha do delineamento do pomar depende do tamanho da área agrícola, das condições ambientais (sobretudo da intensidade da luz, do declive e da exposição solar), do hábito de crescimento da cultivar, do sistema de condução das plantas e da presença de pragas (Inglese, 2001).

As plantações especializadas, estabelecidas em Itália no decorrer do século XIX, foram feitas em forma de sebes contínuas (0,5 m x 6-8 m). Também foram feitas linhas múltiplas, com um espaçamento menor dentro delas (90 x 25 cm), sendo a entrelinha 6-8 m. As sebes ainda são utilizadas em Israel (1,5 m x 4 m), onde foram implementados pomares com rega por gotejamento (1666 plantas/ha) (Inglese, 2001). Em terrenos de pequena dimensão, com menos de 5 ha, Pimienta (1990) sugere um compasso de 2-3 m x 3 m (1110 a 1666 plantas/ha). Com estas distâncias tão pequenas entre plantas, as linhas parecem sebes contínuas dentro de quatro a cinco anos depois da plantação, sobretudo se não é feita poda anual. O espaçamento pequeno dentro da linha aumenta consideravelmente o número de cladódios férteis nos primeiros estágios de vida do pomar. Em Israel, Nerd e Mizrahi (1993) relatam rendimentos dos frutos da ordem de 18 t/ha em plantas de quatro anos espaçadas a 4 x 1,5 m. Os espaçamentos curtos favorecem o desenvolvimento de copas densas, que necessitam de podas frequentes e intensas para evitar o sombreamento dos cladódios. Copas muito densas facilitam a infestação de cochonilha e reduzem a eficiência das operações de controlo de pragas (aspersão).

Se as piteiras são espaçadas num esquema em quadrícula, as plantas podem ser conduzidas em forma de vaso ou para um arbusto tipo globo. As distâncias de plantação variam segundo o sistema de condução e o hábito de crescimento da cultivar. Em Itália as distâncias variam de 4 x 6 m (416 plantas/ha) a 5 x 7 m (290 plantas/ha). Em "vaso aberto" utilizam-se espaçamentos mais próximos em solos pouco profundos, onde as plantas são podadas duas vezes por ano e cortadas para manter a altura em 2,5 m (Inglese, 2001). Para um terreno com mais de 20 ha, Pimienta (1990) recomenda, no México, distâncias de 4 m na linha e 5 m na entrelinha (500 plantas/ha). Na África do Sul as plantas são espaçadas de acordo com o hábito de crescimento do cultivar. A recomendação geral para as cultivares tipo arbusto é de 2-3 m x 4-5 m (666-1250 plantas/ha). Distâncias menores exigem uma poda anual para evitar o sombreamento e a infestação de cochonilha. Para as cultivares de tipo

erecto é recomendável um compasso de 3-4 m x 4-6 m (415 - 830 plantas/ha) (Wessels, 1988).



*Figura 42.* Pomar de *Opuntia* sp. em sebe, com 8 anos de idade, instalado em Itália.

*Fonte:* FAO-ICARDA CACTUSNET.



*Figura 43.* Pomar de *Opuntia* sp. em sebe, instalado em Marrocos.

*Fonte:* FAO-ICARDA CACTUSNET.



*Figura 44.* Pomar de *Opuntia* sp. em quadrícula, com 8 anos de idade, instalado em Itália.

*Fonte:* FAO-ICARDA CACTUSNET.

## 2.6. Fertilização

Para a fertilização de um pomar de piteiras utiliza-se estrume curtido e fertilizantes. De acordo com Inglese (1995) no Chile, em plantações jovens, foram aplicados 10 kg de estrume por planta juntamente com 250 g de sulfato de amónio, 200 g de superfosfato e 100 g de sulfato de potássio. As quantidades aumentam com a idade do pomar sendo aplicado às plantas em frutificação 15 kg de estrume, 350 g de N, 300 g de superfosfato e 200 g de sulfato de potássio. Mondragón e Pimienta (1990) recomendam, para plantas de um ano de idade, quantidades inferiores de estrume (6 kg por planta) e mais 150 g de sulfato de amónio, 100 g de superfosfato e 100 g de sulfato de potássio que devem ser aplicados às plantas mais adultas em Maio-Junho. Os mesmos autores sugerem a aplicação de 60 kg/ha de N, 20 kg/ha de  $P_2O_5$  e 20 kg/ha de  $K_2O$ , complementados com 6 t/ha de estrume de galinha ou 9 t/ha de estrume de bovino. A quantidade de azoto chega a 1 kg por planta em plantações com mais de 20 anos de idade. Monjauze e Le Houérou (1965) relataram um aumento no rendimento (272 %), relacionado com o estrume e com a fertilização de 20 kg/ha de NPK. Os mesmos autores sugerem uma adubação de fundo de 20 a 30 t/ha de estrume, 100 kg/ha de P e 20 kg/ha de N e 50 a 100 kg/ha de N e 50 kg/ha de P durante os três primeiros anos depois de iniciada a plantação.

Em Itália, a fertilização com 50 kg/ha de N, 80 kg/ha de P e 100 kg/ha de K é aplicada durante o inverno (Novembro a Fevereiro). O azoto também é aplicado duas vezes durante o PDF (60 kg/ha). No inverno e durante o PDF aplica-se ureia, nitrato de potássio, nitrato de amónio ou sulfato de amónio com a rega (Inglese, 2001).

Em Israel aplica-se a fertilização com a rega durante todo o ano. O azoto (120 kg/ha) é aplicado depois da colheita de verão, o que produz um novo abrolhamento no Outono (Nerd *et al.*, 1991, 1993). Essa fertilização combinada com uma rega extensiva resulta num aumento da colheita no verão seguinte. Uma maior concentração de N no cladódio frutífero reflecte-se num aumento de compostos solúveis e na produção de gomos florais. Nem o potássio, nem o fósforo foram correlacionados com a presença de gomos florais no Outono (Nerd *et al.*, 1993).

A concentração de nutrientes nos cladódios varia com a idade, posição, carga dos frutos e época. A concentração de azoto varia entre 0,8-2,2 %, com os valores mais altos nos cladódios jovens. Concentrações mais altas podem resultar num crescimento vegetativo exagerado, menor frutificação, atraso na maturação e frutos menos coloridos. As concentrações de potássio e fósforo variam entre 0,8-3,5 % e 0,06-0,2 %, respectivamente (Inglese, 2001).

## 2.7. Necessidades de água e rega

A piteira é uma espécie que tolera a seca e sua eficiência no uso de água é elevado (Nobel, 1988). No entanto, é comum a rega em áreas com uma época seca no verão e onde são cultivadas espécies de maneira intensiva para a produção de frutos, sobretudo em Israel, Itália e Chile. Tanto a fertilidade do cladódio como o crescimento dos frutos são beneficiados com a rega. Barbera (1984) refere que 2 a 3 regas (60-100 mm) aplicadas durante o PDF aumentam o rendimento, o tamanho dos frutos e a % de polpa.

Em áreas com chuvas de verão não é necessário a rega, sendo uma precipitação de verão de 300 a 600 mm suficiente para garantir altos rendimentos e um desenvolvimento regular do fruto. Contudo, é recomendável uma dotação de rega ligeira no início do verão ou durante o primeiro estágio de desenvolvimento do fruto, principalmente em solos leves, para evitar variações drásticas na humidade, o que poderia provocar rachamento dos frutos (Wessels, 1988).

Nerd *et al.* (1989) enunciaram que, em áreas onde a chuva anual é inferior a 300 mm, a inexistência de rega no inverno reduz consideravelmente a fertilidade dos cladódios e atrasa o abrolhamento de primavera. Sob essas condições, a rega por gotejamento com volumes diários baixos (1-2 mm/dia) garante altos rendimentos e um bom crescimento dos frutos, sendo a rega (100 mm) essencial para a existência de uma segunda floração para a obtenção de frutos de colheita tardia depois da colheita de verão.

Os métodos de rega tradicionais parecem inadequados para o cultivo de piteiras. O sistema radicular superficial da piteira e a alta permeabilidade dos solos onde é cultivada não permitem que a rega por alagamento seja adequada, pois existe uma lavagem de nutrientes do solo, bem como um consumo elevado de água. Dentro dos métodos tradicionais, a rega através de regos é mais fácil e simples (Inglese, 2001).

O uso de microaspersores localizados, que cobrem uma ampla área com pequenos volumes de água é adequado para as características do sistema radicular da piteira. A rega por gotejamento pode ser uma boa solução, mas pode resultar numa lavagem de nutrientes e putrefacção das raízes, se não for manejada correctamente.

O nível de NaCl na água de rega não deve exceder 25 mols/m<sup>3</sup>. O Na acumula-se principalmente nas raízes (Nerd *et al.*, 1991) e o teor de Cl aumenta tanto nas raízes, como nos cladódios (Hatzmann *et al.*, 1991; Nerd *et al.*, 1991).

## 2.8. Pragas e doenças

Uma grande variedade de insectos vive nas plantas do género *Opuntia* (L.) Mill. (Mann, 1969; Zimmermann *et al.*, 1979). Algumas espécies mostram um comportamento quase polífago, tendo uma ampla faixa de hospedeiras dentro do mesmo género de *Opuntia*. A polia ficítídea *Cactoblastis cactorum* (Berg) (Fig. 45 e 46) é das pragas mais perigosas da figueira-da-índia, registada em 29 plantas hospedeiras (Moran, 1980), a cochonilha *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) (Fig. 47), em 26 plantas hospedeiras (Moran, 1980) e o díptero *Ceratitís capitata* (Weidemann), cujas larvas vivem nos frutos de uma grande quantidade de espécies vegetais (White e Elson-Harris, 1992). No Quadro 11 estão representadas as pragas mais perigosas e mais difundidas da *O. ficus-indica*.

Quadro 11. Pragas existentes no cultivo de *O. ficus-indica*.

<b>Thrips</b> ( <i>Thysanoptera Tripidae</i> )	<i>Neohydatothrips opuntiae</i> (Hood)
<b>Percevejos</b> ( <i>Hemiptera Coreidae</i> )	<i>Chelinidea tabulata</i> (Burmeister)
<b>Cochonilha</b> ( <i>Homoptera Dactylopiidae</i> )	<i>Dactylopius coccus</i> (Costa)
	<i>D. ceylonicus</i> (Green)
	<i>D. opuntiae</i> (Cockerell)
<b>Escamas blindadas</b> ( <i>Homoptera Diaspididae</i> )	<i>Diaspis echinocacti</i> (Bouche)
<b>Polias</b> ( <i>Lepidoptera Pyraloidea</i> )	<i>Cactoblastis cactorum</i> (Berg)
	<i>Laniifera cyclades</i> (Druce)
<b>Escaravelhos</b> ( <i>Coleoptera</i> )	<i>Archlagochierius funestus</i> (Thompson)
	<i>Metamasius spinolae</i> (Gyllenhaue)
	<i>Cylindrocopturus biradiatus</i> (Champ.)
<b>Moscas</b> ( <i>Diptera</i> )	<i>Ceratitís capitata</i> (Wiedemann)
<b>Formigas</b> ( <i>Hymenoptera formicidae</i> )	
Outras pragas:	
Nemátodes fitoparasíticos	
Gastrópodes	
Pardais	
Roedores	

Fonte: Adaptado de “Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira”, FAO, 2001.

Relativamente às doenças existentes no cultivo da figueira-da-índia, estas podem ser classificadas como infecciosas (bióticas) e não infecciosas (abióticas). As primeiras são causadas por vários agentes vivos, como bactérias, micoplasmas, fungos, nemátodos e vírus. As doenças abióticas são originadas por condições climáticas ou nutricionais adversas, anormalidades genéticas, erros no sistema de produção e aplicações desadequadas de

pesticidas (Inglese, 2001). No Quadro 12 estão resumidas as principais doenças, bem como os organismos causadores, existentes no cultivo da figueira-da-índia.

**Quadro 12.** Doenças bióticas e organismos causadores, no cultivo da figueira-da-índia.

<i>Doenças Bióticas:</i>	<i>Organismo causador:</i>
<i>Causadas por bactérias e leveduras</i>	
<b>Mancha bacteriana</b>	<i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i>
<b>Esfoladura da coroa da palma forrageira</b>	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>
<b>Podridão moderada</b>	<i>Candida boidimi</i> (Ramirez)
<i>Causadas por fungos</i>	
<b>Podridão por <i>Armillaria</i> e podridão dos caules</b>	<i>Armillaria mellea</i> (Vahl. Fr.) Kummer
<b>Gomose causada por <i>Dothiorella</i></b>	<i>Botryosphaeria ribis</i> (Grassenb. e Duggar)
<b>Podridão do colo, induzido por <i>Phytophthora</i></b>	<i>Phytophthora cactorum</i> (Leb. e Cohn) Schroet. <i>P. nicotianae</i> (Breda da Hahn)
<b>Mancha dourada</b>	<i>Alternaria</i> sp.
<b>Murcha causada por <i>Fusarium</i></b>	<i>Fusarium oxisporum</i> (Schlect) Synd. e Hans f.s. <i>opuntarium</i>
<b>Escamas ferruginosas</b>	<i>Phyllosticta opuntiae</i> <i>P. concava</i>
<b>Podridão algodoeira</b>	<i>Sclerotinia sclerotorium</i> (Lib) de Bary
<b>Mofo cinza</b>	<i>Sclerotinia fuckeliana</i> (de Bary) Fuck. (= <i>Botryotinia fuckeliana</i> (de Bary) Whetzel, f.c. <i>Botrytis cinera</i> Pers.)
<i>Tipo micoplasma</i>	
<b>Engrossamento dos cladódios</b>	
<b>Proliferação de flores</b>	

Fonte: Adaptado de “Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira”, FAO, 2001.

Todas estas pragas e doenças existentes no cultivo da figueira-da-índia podem ser controladas na maioria dos casos, mediante a adoção de estratégias racionais e integrais que respeitam as bases ecológicas, toxicológicas, bem como os princípios económicos.



Figura 45. *Cactoblastis cactorum* em fase adulta. Fonte: “VII International Congress on Cactus Pear and Cochineal”, 2010.



Figura 46. *Cactoblastis cactorum* em fase larvar a alimentar-se dos frutos. Fonte: “VII International Congress on Cactus Pear and Cochineal”, 2010.



Figura 47. *Opuntia* sp. infectada por *Dactylopius coccus*. Fonte: “VII International Congress on Cactus Pear and Cochineal”, 2010.

## **2.9. Práticas Culturais**

### **Poda**

De acordo com Inglese (1995) os princípios e recomendações relativos à poda podem ser resumidos da seguinte maneira:

- Eliminar os cladódios voltados para dentro da planta, para baixo e que se encontrem perto do solo;
- Evitar a formação de uma copa densa que reduza a captação de luz e que torne mais difícil o controlo de pragas, a monda de frutos e a colheita;
- Não deixar mais do que dois cladódios filhos num cladódio mãe, para maximizar o crescimento dos cladódios;
- Eliminar os cladódios que cresçam nos cladódios em fase de frutificação;
- Evitar a poda em períodos frios e chuvosos;
- Evitar a poda de verão, a não ser que se queira estimular o crescimento de verão;
- Controlar a altura da planta em 2-2,5 m.

### **Poda de formação**

O desenvolvimento do sistema de poda da piteira começa com a escolha do material para plantar.

Para se obter a forma de vaso (Fig. 48), só se pode colocar um cladódio simples (um gomo) ou um cladódio múltiplo (dois gomos) em posição horizontal por cada cova. Durante o primeiro ano de plantação, em qualquer sistema de condução, devem ser eliminadas os cladódios que cresçam para baixo, na horizontal ou na parte basal da planta. Para se desenvolver um vaso, não se deve seleccionar mais do que dois cladódios erectos de cada planta mãe (Inglese, 2001).

O sistema de condução em globo (Fig. 49) não dispõe de um caule principal e resulta em plantas maiores, com uma grande quantidade de cladódios férteis distribuídas em redor da parte externa da copa, com ângulos de 25°-30°. As recomendações para a poda de formação incluem a remoção de cladódios e frutos danificados que competem com o crescimento da planta durante as fases iniciais de seu desenvolvimento (Inglese, 2001).

### **Poda de produção**

A poda de produção tem como finalidade a exposição de um número máximo de cladódios à luz solar. Os cladódios que se desenvolvem nas partes sombreadas da copa são menos produtivos que os situados na parte externa. A opacidade e a espessura de um cladódio

fazem com que a poda seja essencial para facilitar a distribuição da luz dentro da copa. A redução da densidade da copa facilita as práticas necessárias ao cultivo, como a monda de frutos, a *scozzolatura* (prática cultural realizada no cultivo da piteira em Itália que se baseia numa colheita tardia dos frutos, obtida por forçar a planta a produzir uma segunda floração), a colheita e também ajuda a melhorar a qualidade dos frutos. Quanto menor for o espaçamento entre as plantas, maior deverá ser a intensidade e a periodicidade da poda (Inglese, 2001).

A maior parte da colheita é feita nos cladódios terminais de um ano de idade, sendo a capacidade desses cladódios produzirem frutos dependente do peso seco que acumularam em relação à área da sua superfície. Como a captação atmosférica de CO<sub>2</sub> depende da captação diária de luz, a exposição dos cladódios afecta a sua fertilidade. A competição entre cladódios em fase de crescimento afecta o seu desenvolvimento. Como regra geral, não se deve manter mais do que dois cladódios filhos num cladódio mãe, visando a maximização do seu desenvolvimento e a redução de danos causados pelo vento. Em plantas bem expostas à luz solar, 85% a 95% dos cladódios de um ano produzem frutos. Frequentemente os cladódios de dois anos também produzem, mas a sua contribuição em termos de fertilidade é limitada, sobretudo onde se pratica a *scozzolatura*. Se não existir actividade vegetativa, os cladódios de 2 anos que já produziram devem ser eliminados (Inglese, 2001).

### **Época da poda**

A poda não deve ser feita durante a época de chuva (condições de verão no México) e durante a época fria (inverno nas condições tipo mediterrâneo) para evitar que se desenvolvam putrefacções e escamações dos cladódios. A poda de verão deve limitar-se à eliminação de cladódios que se encontrem sobre cladódios férteis e à redução do número de cladódios que se encontrem sobre cladódios mãe vegetativos. A poda de verão encurta o período de desenvolvimento de novos cladódios, que serão, por isso, de tamanho reduzido e sensíveis a geadas de inverno, bem como inférteis no ciclo seguinte (Barbera e Inglese, 1993; Wessels, 1988). Também se deve reduzir a copa das plantas para uma altura de 2-2,5 m para evitar o uso de escadas na monda dos frutos, na *scozzolatura* e na colheita.

Na África do Sul, Wessels (1988) sugere podar entre Maio e Julho, depois da colheita dos frutos, quando a planta já não está em crescimento activo, o que possibilitará a formação de novos cladódios na primavera seguinte. Essa estratégia é possível em regiões com invernos secos e onde as temperaturas são suficientemente altas para que o corte da poda possa secar. Pimienta (1986) indica que, no México, a poda deve ser realizada entre Novembro e Março, durante a época seca e fria.

Pelas considerações acima referidas, em Portugal, a época de poda deve ser realizada na Primavera, para que não existam riscos de apodrecimento do corte da poda ou logo após a colheita de Verão/Outono, se as temperaturas ainda se mantiverem altas (acima dos 15°C).

### **Monda de frutos**

A fertilidade dos cladódios varia de acordo com a época (Barbera *et al.*, 1991; Nerd *et al.*, 1993), idade (Inglese *et al.*, 1994) e acumulação de peso seco (García de Cortázar e Nobel, 1992).

Os cladódios bem expostos à luz podem produzir entre 25 a 30 gomos florais que originam frutos, enquanto os cladódios sombreados têm uma baixa frutificação. Os frutos em desenvolvimento consomem maior parte dos nutrientes produzidos pelo cladódio mãe, sendo a sua contribuição fotossintética limitada (8-10%). Um cladódio mãe de tamanho regular (área de 0,10 m<sup>2</sup>) pode sustentar o crescimento de 5 a 8 frutos (Inglese *et al.*, 1994b). Uma produtividade por cladódio de 10 ou mais frutos origina pontos de alta procura de nutrientes dos cladódios subterminais. Durante a fase de crescimento da polpa e da acumulação de hidratos de carbono, fase essa em que antecede a maturação dos frutos (Barbera *et al.*, 1992a), a contribuição dos cladódios subterminais para o ganho de peso diário dos frutos sobe para 40% e 55%, respectivamente, para cladódios com 10 e 15 frutos (Inglese *et al.*, 1994b). A velocidade de crescimento e o tamanho final dos frutos diminuem de acordo com a quantidade de frutos por cladódio, sobretudo quando há mais de 5 a 8 frutos (Inglese *et al.*, 1994a). Brutsch (1992) e Wessels (1988) recomendam 9 a 12 frutos por cladódio, a fim de aumentar o tamanho dos frutos na colheita, enquanto Inglese *et al.* (1994a), verificaram que, frutos com tamanho de exportação (120 g) podem ser produzidos se forem deixados menos de 6 frutos por cladódio. Cladódios com mais de 10 frutos apresentam uma maturação irregular e atrasada, o que reduz a eficiência da colheita.

As épocas de eliminação ou monda de frutos vão desde a floração até duas semanas depois do aparecimento dos primeiros frutos. A monda prematura exige mais tempo porque os gomos florais são de tamanho reduzido. A eliminação dos frutos três ou quatro semanas depois do aparecimento dos primeiros frutos reduz o efeito da monda (Inglese *et al.*, 1994a).

### **Colheita fora de época: *Scozzolatura***

Uma das características mais marcantes da figueira-da-índia é a sua capacidade de refloração, natural ou forçada por práticas culturais (Nerd e Mizrahi, 1997).

Em Itália e Portugal, a piteira, em geral, floresce uma vez por ano (fim de Maio a início de Julho, início de Maio a fim de Julho, respectivamente) de uma forma escalonada (pre-floração, floração, pós-floração), diferindo das espécies do Chile, Israel e Estados Unidos, onde se relatou o aparecimento de uma segunda floração (Curtis, 1977; Nerd *et al.*, 1991; Sudzuki *et al.*, 1993).

Scozzolatura é uma prática cultural realizada no cultivo da piteira em Itália que se baseia numa colheita tardia dos frutos, obtida por forçar a planta a produzir uma segunda floração. Essa técnica é realizada removendo-se as flores durante a floração na Primavera (Fig. 50), obtendo-se assim, uma segunda floração cerca de 30-40 dias depois. Os frutos originários da segunda floração são colhidos de Outubro a Novembro no hemisfério Norte e no hemisfério Sul, de Março a Abril (Inglese, 2001).

A época em que se realiza a remoção floral afecta a intensidade da refloração, o desenvolvimento dos frutos e a época de colheita (Barbera *et al.*, 1991).

O índice de refloração, definido como sendo a relação entre o abrolhamento das segundas flores versus primeiras flores é maior no caso da eliminação da pré-floração e menor no caso da eliminação da pós-floração, o que reduz a floração em cerca de 50% a 70%. Esta diminuição da refloração na remoção da pós-floração está correlacionada com o efeito inibitório na formação do gomo floral causado pela difusão de ácido giberélico da flor para o cladódio mãe (Inglese *et al.*, 1994a). Os frutos induzidos da eliminação da pré-floração têm um período de desenvolvimento mais curto e amadurecem 15 a 20 dias mais cedo que os da remoção da floração e 30 a 40 dias mais cedo que os da remoção da pós-floração (Inglese, 2001).

A *scozzolatura* não deve ser aplicada antes que a planta complete três a quatro anos de idade, pois a capacidade de refloração ainda é muito reduzida (Inglese, 2001).

Outras técnicas também podem produzir frutos fora de época. Nerd *et al.* (1993) obtiveram em Israel uma segunda floração derivada de uma irrigação e fertilização extensiva (100 mm de água e 120 kg/ha N) aplicadas após a colheita principal de verão. As plantas floresceram novamente em Outubro-Novembro em cladódios do ano corrente resultando numa segunda colheita entre Dezembro e Março. Apesar de essa colheita ser menor que a de Verão (20-30 %) e os frutos terem uma % de polpa menor, esses frutos fora de época são muito apreciados no mercado e atingem preços mais altos que os colhidos no verão. Esta técnica só é viável nas áreas em que as temperaturas de inverno são suficientemente altas para o desenvolvimento dos frutos.

Para retardar a maturação dos frutos e prolongar a época de colheita, Hernández e Grajeda (1979), sugerem a aplicação por aspersão de ácido giberélico em concentrações que variam entre 50 e 500 mg L<sup>-1</sup>.



*Figura 48. Sistema de condução em vaso.*

*Fonte: "VII International Congress on Cactus Pear and Cochineal", 2010.*



*Figura 49. Sistema de condução em globo.*

*Fonte: "VII International Congress on Cactus Pear and Cochineal", 2010.*



*Figura 50. Remoção floral (scozzolatura).*

*Fonte: "VII International Congress on Cactus Pear and Cochineal", 2010.*

## 2.10. Colheita

Os frutos da piteira são muito delicados e requerem cuidados na colheita e no manuseamento pós-colheita.

O período de desenvolvimento do fruto (PDF) está entre 70 e 150 dias, dependendo da cultivar, do ambiente e da época de produção (Brutsch, 1979; Nerd *et al.*, 1989; Pimienta, 1990; Kuti, 1992; Inglese *et al.*, 1994). Os frutos que amadurecem no Inverno têm um PDF maior que os frutos de Verão. Oito a nove semanas após o vingamento, os frutos têm uma rápida acumulação de açúcares, bem como um aumento no tamanho da polpa. Nessa fase a casca ainda está verde, mas a polpa já apresenta determinada cor, conforme a variedade (Barbera *et al.*, 1992a). Foram propostos diferentes parâmetros para definir a época de colheita: tamanho, corpulência, coloração da casca, queda dos gloquídeos, firmeza, grau de profundidade do receptáculo floral, peso específico e teor de sólidos solúveis totais, mínimo de 14 °Brix, em conjunto com outros atributos de qualidade, como a percentagem de polpa, espessura e facilidade de remoção da casca, relação polpa/casca, gravidade específica e resistência física ao manuseamento (García e Valdez, 2003). Bleinroth (1988) recomenda a utilização de dois ou mais índices de colheita pré-estabelecidos para a variedade nas condições utilizadas no seu cultivo, para determinar o ponto ótimo de colheita dos frutos de um modo geral. O teor de TSS aumenta rapidamente quando a polpa começa a crescer (40-50 dias após o vingamento). Quando a cor da casca começa a mudar, o teor de TSS é de 85 a 90 % do teor de um fruto maduro. Quando a cor da casca está a meio caminho da que atingirá na maturação, o teor de TSS atinge valores de 12 a 16 °Brix, dependendo da cultivar. É nesta fase em que se atinge a melhor qualidade dos frutos para consumo em fresco ou para armazenagem. Os mesmos valores de teores de TSS foram obtidos em frutos que amadurecem em diferentes condições ambientais (Barbera *et al.*, 1993; Nerd, 1989). Os teores de TSS aumentam ligeiramente, podendo até decrescer um pouco nos frutos completamente maduros, mas nesta fase eles já não se encontram em condições adequadas para armazenagem. A maturação não é simultânea em termos de cladódios, ou seja, pode durar 20 a 40 dias ou mais, o que indica que o abrolhamento e a floração não são uniformes.

Os frutos são colhidos manualmente, usando-se luvas grossas, roupa adequada e óculos de protecção de modo a evitar lesões pelos gloquídeos. É recomendável iniciar a colheita pela manhã cedo, quando os gloquídeos ainda estão húmidos e presos ao fruto. Na África do Sul os frutos são manuseados com um vaso apanhador e cortados com uma tesoura de poda (Fig. 51 e 52). O corte deve incluir uma pequena parte do cladódio mãe para evitar a perda rápida do peso do fruto e para manter a viabilidade de armazenagem. Imediatamente

após a colheita, os frutos são seleccionados de acordo com seu calibre e escovados para remover os gloquídeos. O tamanho dos frutos está entre 70 e 250 g, dependendo da cultivar, da carga de frutos no cladódio e das condições ambientais durante o PDF. Os frutos para exportação devem ter mais de 120 g e uma percentagem mínima de polpa de 60 a 65 % (Inglese, 2001).



*Figura 51 e 52. Ferramentas tradicionais para realizar a colheita.*

*Fonte: "VII International Congress on Cactus Pear and Cochineal", 2010.*



*Figura 53. Venda de frutos descascados nas ruas do México.*

*Fonte: FAO-ICARDA CACTUSNET.*

## 2.11. Pós-colheita

Após a colheita, o fruto poderá sofrer deterioração, devido aos danos causados por lesões e infecções resultantes do corte e do manuseamento na colheita. Também poderá apresentar acidentes fisiológicos quando submetido a temperaturas e tempo de armazenamento superiores ao limite biológico da espécie e variedade (Valdez, 2002).

Na pós-colheita a operação mais importante consiste na remoção dos gloquídeos, que pode ser realizada de forma manual (Fig. 54) ou mecânica (Fig. 55). A remoção manual consiste em escovar os frutos dispostos sobre o solo ou em áreas cobertas com palha ou sobre tábuas perfuradas. Esta prática causa danos consideráveis ao fruto, aumentando a sua perecibilidade. A forma mais indicada para reduzir o número de lesões é por processos mecânicos, onde os frutos passam por uma série de escovas giratórias (com cerdas de nylon), aspergidas com água ou ainda, remoção por sucção, processo que reduz consideravelmente o número de lesões (Cantwell, 2001; García, 2000). Depois de retirados os gloquídeos, os frutos são encerados, operação que poderá ser realizada por imersão ou aspersão de cera, com o objectivo de controlar a perda de água por transpiração, reduzir a intensidade das trocas gasosas próprias do fruto, melhorar o aspecto visual e prolongar a sua conservação. Félix *et al.* (1992) sugerem a cera de candelilla (*Euphorbia cerifera*) como a mais eficiente para controlar a perda de peso, contudo, as mais utilizadas são a parafina, ésteres de sacarose e ácidos gordos.

Na selecção dos frutos são considerados defeitos, deformações, danos físicos e mecânicos (cicatrizes, marcas de dedos, etc.). A classificação dos frutos é realizada manual ou mecanicamente, segundo a cor e tamanho. Na sequência, os frutos podem ser envolvidos em papel de seda, para reduzir o contágio de podridão entre eles e acondicionados em caixas. Dependendo da finalidade, são utilizadas caixas de madeira (Fig. 57), indicadas para o acondicionamento de frutos destinados ao mercado local e caixas de papelão (Fig. 58), com capacidade de 5kg, para frutos destinados à exportação. As caixas de madeira, embora acondicionem maior quantidade de produtos, podem provocar danos consideráveis, por compressão e também, por serem reutilizáveis, são fontes de microrganismos responsáveis por infecções e decomposição (García, 2000). As caixas de papelão, apesar da limitada reutilização, menor resistência mecânica, custo elevado e menor resistência à humidade, possuem paredes internas lisas, o que reduz os danos mecânicos entre os frutos, a incidência microbiana e facilitam o manuseio no transporte e em câmaras de armazenamento (Cantwell, 2001; García, 2000).

Das várias dificuldades que afectam o maneiio pós-colheita dos frutos, principalmente no transporte para os mercados externos, destaca-se a baixa tolerância ao frio (temperatura mínima de segurança entre 8°C e 12°C), reduzindo o tempo de conservação. O maneiio inadequado reduz a perda de peso por transpiração, por diminuir o déficit de pressão do vapor de água entre o fruto e o ambiente de armazenamento. A pressão de vapor dos espaços intercelulares da maioria dos frutos é de cerca de 99%, requerendo, portanto, para a manutenção da qualidade, uma humidade relativa do ar (HR) na câmara de armazenamento entre 86% e 95% (Cantillano, 1991).

Diferentes películas podem ser utilizadas como cobertura das caixas, a fim de reduzir as perdas de peso e também, para modificar a atmosfera. Essas práticas, contudo, requerem o uso de papel ou outro material absorvente, para evitar que a humidade condensada aumente a decomposição dos frutos por ataque microbiano (Cantwell, 2001). Para reduzir os riscos de alterações derivadas de microrganismos, além da modificação da atmosfera, pode-se utilizar combinações técnicas como a imersão dos frutos em água aquecida contendo fungicidas, de preferência de baixa toxicidade, associada ou não à aplicação de ceras e armazenamento refrigerado (Oliveira e Cereda, 2003). Neste contexto é bom salientar que, embora temperaturas na faixa entre 11°C - 12°C sejam mais indicadas para o armazenamento de frutos tropicais, para os frutos de *O. ficus-indica*, excepcionalmente, têm sido recomendadas temperaturas mais baixas, entre 5°C e 8°C, cuja eficácia encontra-se na dependência de factores como o tempo de armazenamento, embalagem, época de colheita e variedade (García, 2000). Berger *et al.* (1978) conduziram um ensaio com frutos de *O. ficus-indica* tratados por imersão, por dois minutos, em água aquecida a 48 °C-50 °C, contendo Benlate (Benomil) e Botran (DCNA). Em seguida foram embalados em sacos de polietileno (0,038 mm de espessura) e armazenados a 0 °C ± 0,5 °C com HR entre 85%-90%, por períodos de 21, 32, 42, 49 e 50 dias. No final do ensaio, constataram que os frutos encontravam-se em condições para consumo, com um bom indício de tolerância ao frio e que a embalagem foi eficaz na conservação da aparência e no controle da perda de peso, cuja média diária foi de 0,11%. No armazenamento a 0°C e 0,33°C, houve um decréscimo de 60% registado para os frutos não embalados. Inglese *et al.* (2002) mencionam a utilização de películas de polietileno em frutos armazenados a 6 °C, por seis semanas, e posteriormente comercializados a 20°C. García (2003) também destaca a utilização de películas de polietileno na manutenção da frescura e na redução da perda de peso em frutos armazenados a 9°C, por 4 semanas. Em oposição, Franco e Veloz (1985) relataram danos pelo frio, após o armazenamento de frutos de *O. amyclaea* e *O. ficus-indica* a 8 °C ou 10 °C, por 15 dias. García *et al.* (1997) constataram diferentes

tolerâncias ao frio ao armazenarem diferentes variedades por 60 dias, sob refrigeração (9 °C e 90% de HR). Estes resultados são comprovados por Franco e Veloz (1985), ao verificarem a susceptibilidade destes frutos a danos pelo frio, na dependência da variedade, expressa pelo aparecimento de pequenas manchas escuras na superfície da casca, levando ao seu escurecimento.



*Figura 54.* Frutos escovados com palhas secas para remover os gloquídeos. *Fonte:* “VII International Congress "on Cactus Pear and Cochineal”.



*Figura 55.* Máquina de remoção dos gloquídeos. *Fonte:* “VII International Congress on Cactus Pear and Cochineal”.



*Figura 56.* Figos-da-índia acondicionados individualmente.

*Fonte:* “VII International Congress on Cactus Pear and Cochineal”, 2010.



*Figura 57.* Figos-da-índia acondicionados em caixas de madeira. *Fonte:* “VII International Congress on Cactus Pear and Cochineal”, 2010.



*Figura 58.* Figos-da-índia acondicionados em caixas de papelão. *Fonte:* “VII International Congress on Cactus Pear and Cochineal”, 2010.

## 2.12. Considerações finais

A fruticultura em Portugal é uma das actividades mais dinâmicas e competitivas da actualidade e uma das principais fontes de rendimento em algumas regiões. A produção de figos-da-índia visando o mercado nacional e internacional pode ser uma opção viável para o Litoral Alentejano, aumentando assim a diversificação do mercado de frutas exóticas, pela conhecida aptidão de as plantas se desenvolverem em regiões áridas e semi-áridas. Nos anexos (Fig. A39), apresenta-se um trabalho efectuado na disciplina de Inovação e Empreendedorismo no Instituto Superior de Agronomia, no qual se trata um possível projecto de criação de um pomar de figueiras-da-índia em Portugal. A execução deste objectivo, passa, no entanto, por acções que permitam uma maior competitividade no sector, como a selecção de espécies mais produtivas, condições favoráveis de cultivo, estabelecimento do ponto óptimo de colheita, definição da tecnologia pós-colheita em função das espécies, análises sensoriais para identificar as espécies e estádios de maturação mais apetecíveis pelos consumidores e condições *sine qua non* para garantir produtos com um padrão de qualidade compatível ao exigido pelo mercado nacional e internacional. De referir também, que a existência de modelos técnico-laborais, métodos organizacionais e administrativos, similares a qualquer outro tipo de produção frutícola, são essenciais para atingir uma performance económica satisfatória capaz de justificar qualquer tipo de investimento.

Além das excelentes propriedades organolépticas dos frutos, os cladódios consumidos como hortaliça, a utilização como planta forrageira e os subprodutos formados a partir dos cladódios, flores, frutos e sementes, são opções que podem dinamizar e diversificar a produção de opuntias, dadas as suas características nutricionais e medicinais, o que podem trazer benefícios para a saúde humana e animal. Não esquecendo que cada vez mais na agricultura a água é um bem essencial, este tipo de produção frutícola não tem como factor limitante a água, dada as suas características de planta CAM.

Para finalizar, a produção de figos-da-índia aumentou na última década em todo mundo, principalmente em Marrocos, Itália, África do Sul, Chile, Israel e Estados Unidos da América, o que indica uma aposta forte neste tipo de cultura por parte destes países para atingir o mercado internacional, principalmente, o mercado europeu, onde os frutos são apreciados em diversos países. Como em Portugal (Alentejo) as condições edafo-climáticas são favoráveis para a produção de figos-da-índia e pela existência de variedades de *Opuntia* com boas características físico-químicas, poderá existir a possibilidade viável de realizar um projecto visando a produção de figos-da-índia para atingir o mercado nacional e internacional e deixar de importar estes frutos, como acontece actualmente.

### 2.13. Referências bibliográficas

- Baldini E., Alberghina, O., Bargioni, G., Cobianchi, D., Lannini, B., Tribulato, E. e Zocca, A., 1982. Analisi energetiche di alcune colture arboree da frutto. Riv. Ingegneria Agraria. 13: 73-201 pp.
- Barbera, G., 1984. Ricerche sull' irrigazione del ficodindia. Frutticoltura. 46: 49-55 pp.
- Barbera, G., Carirni, F. e Inglese, P., 1991. The reflowering of prickly pear *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller: influence of removal time and cladode load on yield and fruit ripening. Adv. Hort. Sci. 5:77-80 pp.
- Barbera, G., Carirni, F. e Inglese, P., 1992. Past and present role of the Indian-fig prickly-pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller, Cactaceae) in the agriculture of Sicily. Econ. Botany. 46:10-22 pp.
- Barbera, G., Carirni, F., Inglese, P. e Panno, M., 1992a. Physical, morphological and chemical changes during fruit development and ripening in three cultivars of prickly pear, *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller. J. Hort. Sci. 67: 307-312 pp.
- Barbera, G., Carirni, F. e Inglese, P., 1993. Effect of GA3 and shading on the return bloom of prickly pear *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller. J. S. Afr. Soc. Hort. Sci. 3: 9-10 pp.
- Barbera, G., Carirni, F. e Inglese, P., 1993a. Influenza dell' epoca di impianto e del tipo di talee sulla radicazione e sullo sviluppo di barbatelle di *O. ficus-indica* Mill. Frutticoltura. 10: 67-71 pp.
- Barbera O. e P. Inglese, 1993. La coltura del ficodindia. Calderini Edagricole. Bologna, Italy. 189 pp.
- Berger-S., H., Ortuzar-R., Z., Auda-M., C., Lizana-M., L.A. e Reszczyński-P., A., 1978. Conservación de tunas (*Opuntia ficus-indica*) en almacenaje refrigerado. Invest. Agrícola. 4(1): 21-24 pp.
- Biuso Varvaro, S., 1895. Il ficodindia. Marsala Editore, Palermo.
- Bleinroth, E.W., 1988. Determinação do ponto de colheita das frutas. Tecnologia de pós-colheita de frutas tropicais. Campinas. 1-32 pp.
- Brutsch, M.O., 1979. The prickly pear (*Opuntia ficus-indica*) as a potential fruit crop for the drier regions of Ciskei. Crop Prod. 8:131-137 pp.
- Brutsch, M.O., 1992. Crop manipulation in spineless prickly pear *Opuntia ficus-indica* in South Africa. 2nd International Conference on prickly pear and cochineal. 22-25 September, Santiago, Chile.

- Cantillano, R.F.F., 1991. Armazenamento refrigerado de frutas e hortaliças: importância da transpiração. Horti Sul. 1: 23-31 pp.
- Cantwell, M., 2001. Manejo pós-colheita de frutas e verduras de palma forrageira. In: Barbera, G., Inglese, P., Pimienta-Barrios, E. Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira. FAO/ Sebrae. 123-139 pp.
- Curtis, J.R., 1977. Prickly pear farming in Santa Clara Valley, California. Econ. Bot. 31:175-179 pp.
- FAO-ICARDA CACTUSNET. Disponível em: <http://www.cactusnet.org/>. Acedido a 3 de Junho de 2011.
- Félix, A.R., Salas, M.I.G., Valdez, H.S. e Gramont, M.I.S., 1992. Effects of postharvest treatments on the quality of tuna during storage. In: Annual Texas Prickly Pear Conference, 3, 1992, Texas. McAllen. 9-21 pp.
- Franco, S.C. e Veloz, C.S., 1985. Conservación en refrigeración de dos variedades de tunas. Horticultura Mexicana. 1:6-13 pp.
- García de Cortázar, V. e Nobel, P.S., 1992. Biomass and fruit production for the prickly pear cactus *Opuntia ficusindica*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117: 558-562 pp.
- García, J.C., 2000. Fisiología y tecnología postcosecha del fruto de tuna y del nopal verdura. Chapingo. 47 pp.
- García, J.C., 2003. Fisiología y tecnología poscosecha de la tuna y el napolito. In: García, J.C., Valdez, C.A.F. (Eds). Nopalitos y tunas: producción, comercialización, poscosecha e industrialización. Chapingo. 117-152 pp.
- García, J.C., Rodríguez, J.A. e Cruz, E.B., 1997. Response of six cultivars of tuna fruits to cold storage. Journal of the Professional Association for Cactus Development.
- García, J.C. e Valdez, C.A.F., 2003. Nopalitos y tunas: producción, comercialización, poscosecha e industrialización. Chapingo. 225 pp.
- Hatzmann, S., Ebert, G. e Lüders, P., 1991. Influence of NaCl salinity on growth, ion uptake, and gas exchange of *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller. Angewandte Bot. 65:161-168 pp.
- Hernández, E. e Grajeda, J.E., 1979. Efecto del ácido giberélico sobre la maduración del fruto de nopal. Proc. Tropical Región Amérc. Soc. Hort. Sci 23: 48-50 pp.
- Inglese, P., Israel, A.A. e Nobel, P.S., 1994b. Growth and CO<sub>2</sub> uptake for cladodes and fruits of the CAM species *Opuntia ficus-indica* during fruit development. Phys. Plant. 91: 708-714 pp.

- Inglese, P., Barbera, G. e Carimi, F., 1994. The effect of different amounts of cladode removal on reflowering of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller). J. Hort. Sci. 69: 61-65 pp.
- Inglese, P., Barbera, G., La Mantia, T. e Portolano, S., 1994a. The effect of thinning on growth and ultimate size of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* Mill.) fruits. Hort. Sci. In press.
- Inglese, P., 2001. Plantação e Manejo do Pomar. In: Barbera, G., Inglese, P., Pimienta-Barrios, E. Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira. FAO/ Sebrae. 79-92 pp.
- Inglese, P., Basile, F., Schirra, M., 2002. Cactus pear fruit production. In: Nobel, P. (ed.) Cacti: biology and uses. University of California Press, Berkeley. 163-183 pp.
- Kuti, J.O., 1992. Growth and compositional changes during the development of prickly pear fruit. J. Hort. Sci. 67: 861- 868 pp.
- Mann, J., 1969. Cactus-feeding insects and mites. Bull. US Natn. Mus. 256:1-158 pp.
- Mondragón, C. e Pimienta, E., 1990. Corrección del amarillamiento del nopal tunero: una posible deficiencia nutrimental. In: memorias del IV Congreso Nacional y II Congreso Internacional sobre el conocimiento y aprovechamiento del nopal. Zacatecas, Zacatecas, México. 26-27 pp.
- Monjauze, A. e Le Houérou, H.N., 1965. Le Rôle des *Opuntia* dans L'économie agricole Nord Africaine. Extrait du Bulletin de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture de Tunis. 8-9: 85-164 pp.
- Moran, V.C., 1980. Interactions between phytophagous insects and their *Opuntia* hosts. Ecological Entomology. 5:153-164 pp.
- Nerd, A. e Mizrahi, Y., 1997. Reproductive biology of cactus fruit crops. Hort. Rev. 18:321-346 pp.
- Nerd, A. e Mizrahi, Y., 1993. Modern cultivation of prickly pear in Israel: fertigation. Acta Hort. In press.
- Nerd, A., Karadi, A. e Mizrahi, Y., 1989. Irrigation fertilization and polyethylene covers in prickly pear influence bud development. Hort. Sci. 24: 773-775 pp.
- Nerd, A., Karadi, A. e Mizrahi, Y., 1991. Out-of-season prickly pear: fruit characteristics and effect of fertilization and short droughts on productivity. Hort. Sci. 26: 527-529 pp.
- Nerd, A., Karadi, A. e Mizrahi, Y., 1993. Effect of N fertilizer on autumn floral flush and cladode N in prickly pear *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. J. Hort. Sci. 68: 545-550 pp.

- Nobel, P.S., 1982. Orientations of terminal cladodes of planty opuntias. *Bot. Gaz.* 143: 219-224 pp.
- Nobel, P.S., 1988. *Environmental biology of agaves and cacti*. Cambridge Univ. Press, New York.
- Pimienta, B.E., 1986. Establecimiento y manejo de plantaciones de nopal tunero en Zacatecas. Publicación especial No. 5. Campo Agrícola Experimental Zacatecas. INIFAP. SARH. Calera de V.R., Zac., México.
- Pimienta, E., 1990. *El nopal tunero*. Univ. de Guadalajara, México.
- Potgieter, J.P., 2001. *Guidelines for the Cultivation of Cactus Pears for Fruit Production*, 4th revised edition, Group 7 Trust Printers, Sinoville. 16 pp.
- Sudzuki, F., Muñoz, C. e Berger, H., 1993. *El cultivo de la tuna (Cactus Pear)*. Fac. Ciencias Agrarias y Forestales U. de Chile.
- The VIIth General Meeting of the FAO-ICARDA International Technical Cooperation Network on Cactus Pear and Cochineal Agadir (Morocco), October 17-22, 2010.
- Valdez, C.A.F. 2002. *Producción y comercialización de la tuna*. Reporter de investigación, Chapingo. 86 pp.
- Wessels, A.B., 1988. *Spineless prickly pear*. Perskor, Johannesburg, South Africa. 61 pp.
- White, I.M. e Elson-Harris, M.M., 1992. *Fruit flies of economic significance: their identification and bionomics*. C.A.B. International, Wallingford, UK. Justus Liebig University, Giessen, Germany. 182 pp.
- Zimmermann, H.G., Mc Fayden, R.E., e Erb, H.F., 1979. Annotated list of some cactus-feeding insects of South America. *Acta Zoologica Lilloana*. 33:101-112 pp.

## Anexos

Figura A1. Cultivar *Opuntia ficus-indica* cv. Gymno Carpo proveniente de África do Sul à venda no Pingo Doce.



Figura A2. Exemplo da caracterização morfológica relativa ao crescimento da planta, cladódios e frutos da espécie *Opuntia ficus-indica* cv. ANV1 descrita pela FAO-ICARDA CACTUSNET.

FAYA-UNSE 9	
<p>This variety was collected in Universidad Autonoma de Chapingo, México where is cultivated intensely under plastic cover for the production of nopalitos. It is a violet-fruit variety</p> <p><b>Plant Descriptor</b> <b>Growth descriptor</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Plant vigor: low</li> <li>Plant Size: medium (1.6-2.0 m)</li> <li>Plant Shape: lengthened (width &lt; height)</li> <li>Production alternance: + present</li> <li>Habitus: bushy</li> </ul> <p><b>Cladodes descriptor</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cladodes shape: oval</li> <li>Spines: none</li> <li>Glochides: intermediate</li> </ul> <p><b>Fruit Descriptor</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fruit shape: oval</li> <li>Size: medium (121-150 g)</li> <li>Position of the receptacle (flower): scar sunken</li> <li>Pinton fruit color: violet with greenish base</li> <li>Fruit color at commercial maturity (color break): violet</li> <li>Pulp color: violet</li> <li>Pulp firmness: soft, smooth to the touch</li> <li>Number of seeds per fruit: 1 few (100-200)</li> <li>Ripening date: January, first week</li> <li>Harvest period: 45 days</li> <li>Total Soluble Solids: 12</li> </ul> <p><b>Other observations:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fruit holds on the plant.</li> <li>Uses: fresh fruit and nopalitos.</li> </ul>	   

Fonte: Issue nº 8, FAO-ICARDA CACTUSNET, 2003.

([http://www.cactusnet.org/cactusnet\\_newsletter.php](http://www.cactusnet.org/cactusnet_newsletter.php))

Figura A3. Localização das acessões referentes à Zona 1 no Litoral Alentejano.



Fonte: Google Earth, 2011.

Figura A4. Localização das acessões referentes à Zona 2 no Litoral Alentejano.



Fonte: Google Earth, 2011.

Figura A5. Localização das acessões referentes à Zona 3 no Litoral Alentejano.



Fonte: Google Earth, 2011.

Figura A6. Localização das acessões referentes à Zona 4 no Litoral Alentejano.



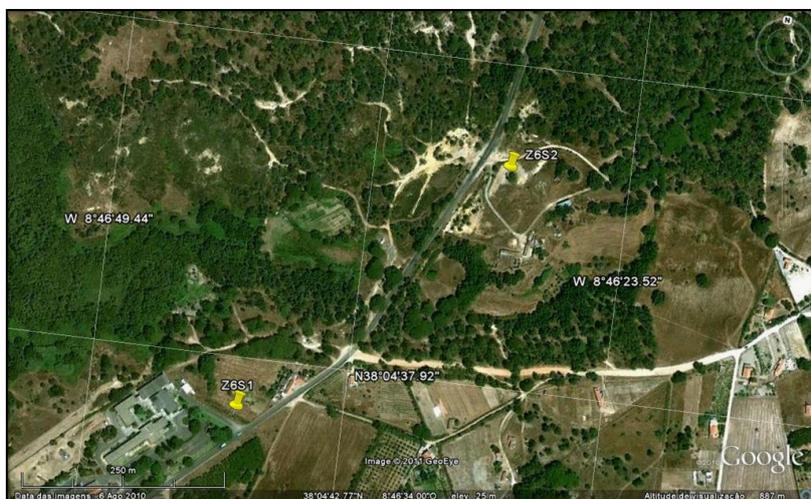
Fonte: Google Earth, 2011.

Figura A7. Localização das acessões referentes à Zona 5 no Litoral Alentejano.



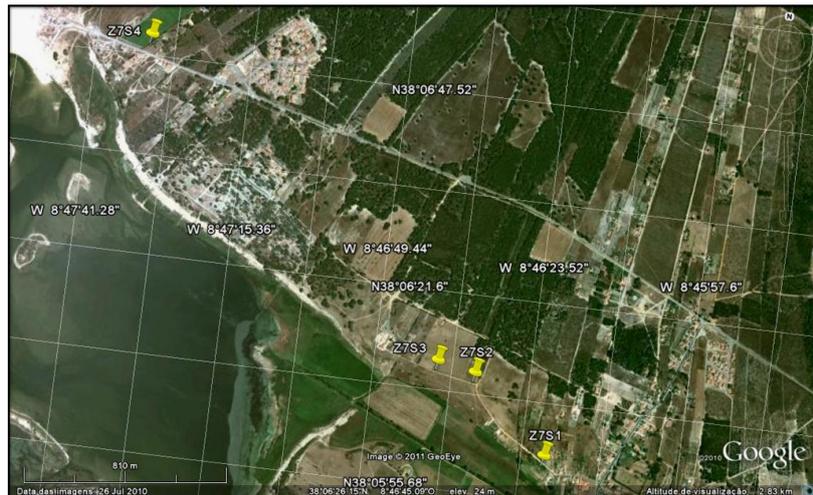
Fonte: Google Earth, 2011.

Figura A8. Localização das acessões referentes à Zona 6 no Litoral Alentejano.



Fonte: Google Earth, 2011.

Figura A9. Localização das acessões referentes à Zona 7 no Litoral Alentejano.



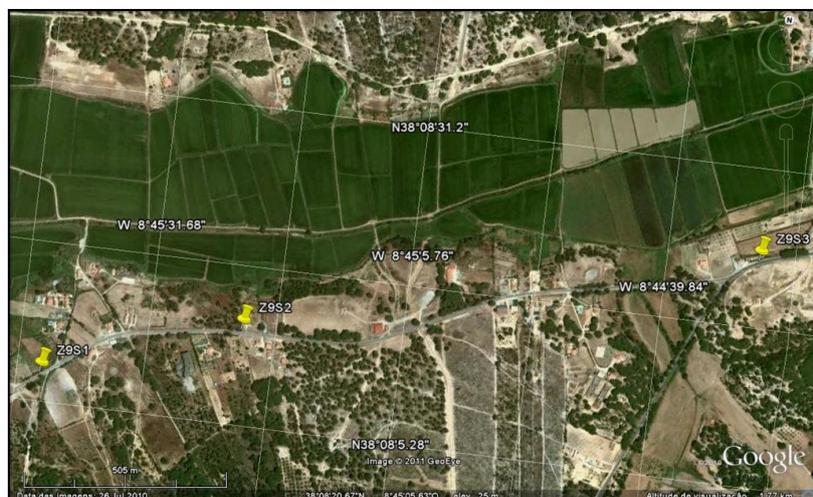
Fonte: Google Earth, 2011.

Figura A10. Localização da acessão referente à Zona 8 no Litoral Alentejano.



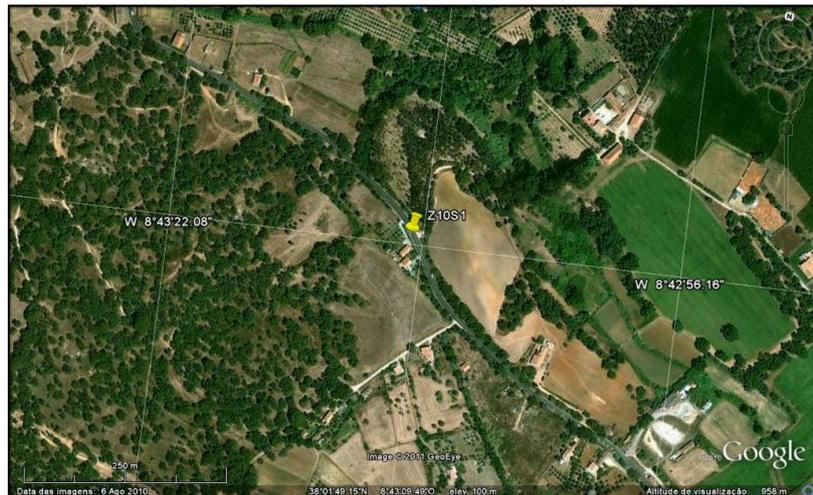
Fonte: Google Earth, 2011.

Figura A11. Localização das acessões referentes à Zona 9 no Litoral Alentejano.



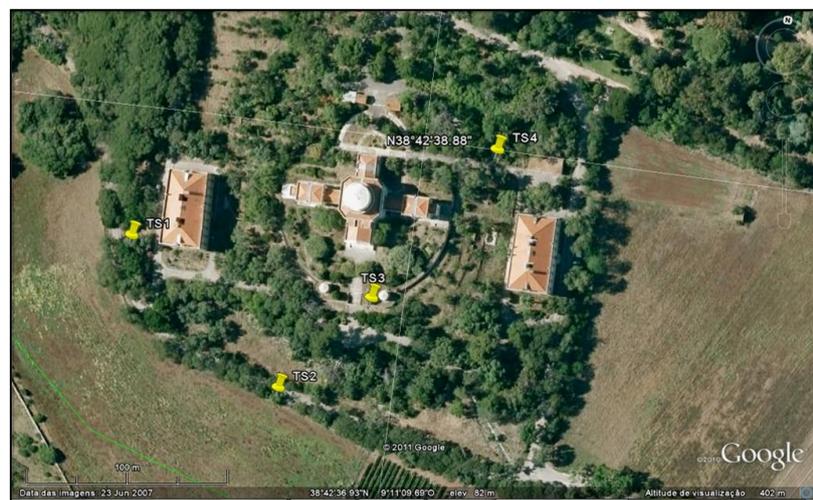
Fonte: Google Earth, 2011.

Figura A12. Localização das acessões referentes à Zona 10 no Litoral Alentejano.



Fonte: Google Earth, 2011.

Figura A13. Localização das acessões referentes à Zona T na Tapada da Ajuda - ISA.



Fonte: Google Earth, 2011.

Figura A14. Fotografias referentes à amostra Z2S1 (1 a 5).



Legenda: 1- Plano geral da amostra Z2S1; 2- Cladódio analisado no estudo da morfologia; 3- Floração; 4- Colheita; 5- Frutos colhidos para o estudo. Fotografia do autor.

Figura A15. Fotografias referentes à amostra Z2S2 (1 a 6).



Legenda: 1- Plano geral da amostra Z2S2; 2- Cladódio analisado no estudo da morfologia com utensílio para medir o nº de aréolas por 25 cm<sup>2</sup>; 3- Final da floração; 4 e 5- Colheita; 6- Frutos colhidos para o estudo. Fotografia do autor.

Figura A16. Fotografias referentes à amostra Z3S1 (1 a 9).



Legenda: 1- Plano geral da amostra Z3S1; 2- Cladódio analisado no estudo da morfologia; 3 e 4- Floração; 5, 6 e 7- Desenvolvimento dos frutos; 8- Colheita; 9- Frutos colhidos para o estudo. *Fotografia do autor.*

Figura A17. Fotografias referentes à amostra Z3S2 (1 a 6).



Legenda: 1- Plano geral da amostra Z3S2; 2- Cladódio analisado no estudo da morfologia; 3- Início da floração; 4- Floração; 5- Final da floração; 6- Frutificação. *Fotografia do autor.*

Figura A18. Fotografias referentes à amostra Z3S3 (1 a 9).



Legenda: 1- Plano geral da amostra Z3S3; 2- Cladódio analisado no estudo da morfologia; 3 e 4- Desenvolvimento do gomo floral; 5- Floração; 6 e 7- Desenvolvimento dos frutos; 8- Colheita; 9- Frutos colhidos para o estudo. Fotografia do autor.

Figura A19. Fotografias referentes à amostra Z3S5 (1, 2 e 3).



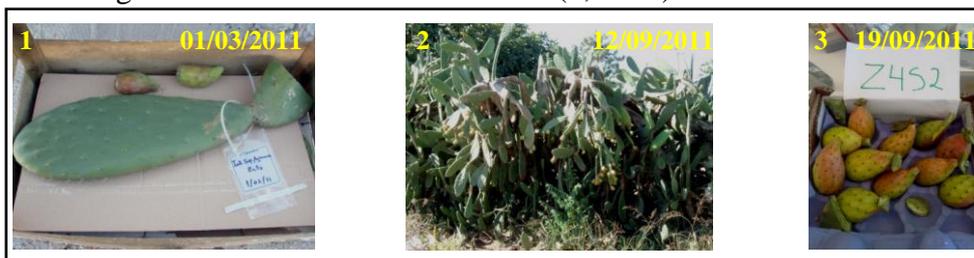
Legenda: 1- Plano geral da amostra Z3S5; 2- Cladódio analisado no estudo da morfologia; 3- Desenvolvimento do gomo floral; 4- Final da floração; 5- Colheita; 6- Frutos colhidos para o estudo. Fotografia do autor.

Figura A20. Fotografias referentes à amostra Z4S1 (1, 2 e 3).



Legenda: 1- Cladódio analisado no estudo da morfologia; 2- Colheita; 3- Frutos colhidos para o estudo.  
Fotografia do autor.

Figura A21. Fotografias referentes à amostra Z4S2 (1, 2 e 3).



Legenda: 1- Cladódio analisado no estudo da morfologia; 2- Colheita; 3- Frutos colhidos para o estudo.  
Fotografia do autor.

Figura A22. Fotografias referentes à amostra Z4S3 (1,2 e 3).



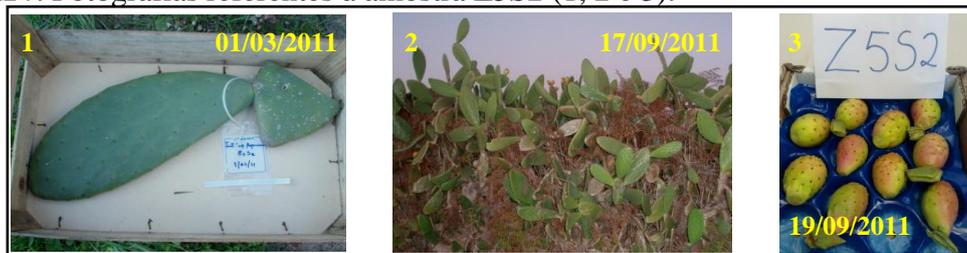
Legenda: 1- Cladódio analisado no estudo da morfologia; 2- Colheita; 3- Frutos colhidos para o estudo.  
Fotografia do autor.

Figura A23. Fotografias referentes à amostra Z5S1 (1,2 e 3).



Legenda: 1- Plano geral da amostra Z4S2; 2- Cladódio (tubular) analisado no estudo da morfologia; 3- Frutos não comestíveis. Fotografia do autor.

Figura A24. Fotografias referentes à amostra Z5S2 (1, 2 e 3).



Legenda: 1- Cladódio analisado no estudo da morfologia; 2- Colheita; 3- Frutos colhidos para o estudo.  
Fotografia do autor.

Figura A25. Fotografias referentes à amostra Z5S3 (1, 2 e 3).



Legenda: 1- Cladódio analisado no estudo da morfologia; 2- Colheita; 3- Frutos colhidos para o estudo.  
Fotografia do autor.

Figura A26. Fotografias referentes à amostra Z6S1 (1, 2 e 3).



Legenda: 1- Cladódio analisado no estudo da morfologia; 2- Colheita; 3- Frutos colhidos para o estudo.  
Fotografia do autor.

Figura A27. Fotografias referentes à amostra Z6S2 (1, 2 e 3).



Legenda: 1- Cladódio analisado no estudo da morfologia; 2- Gomo floral em desenvolvimento; 3- Colheita.  
Fotografia do autor.

Figura A28. Fotografias referentes à amostra Z7S1 (1, 2 e 3).



Legenda: 1-Plano geral da amostra Z7S1; 2- Cladódio analisado no estudo da morfologia; 3- Frutificação.  
Fotografia do autor.

Figura A29. Fotografias referentes à amostra Z7S2 (1 a 6).



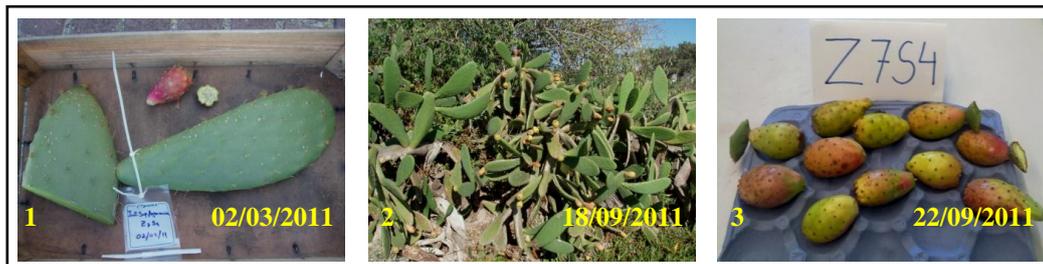
Legenda: 1- Plano geral da amostra Z7S2; 2- Cladódio analisado no estudo da morfologia; 3- Desenvolvimento do gomo floral; 4- Floração; 5- Colheita; 6- Frutos colhidos para o estudo. Fotografia do autor.

Figura A30. Fotografias referentes à amostra Z7S3 (1 a 6).



Legenda: 1- Cladódio analisado no estudo da morfologia; 2 e 3- Desenvolvimento dos gomos florais; 4- Floração; 5- Colheita; 6- Fruto cortado longitudinalmente. Fotografia do autor.

Figura A31. Fotografias referentes à amostra Z7S4 (1, 2 e 3).



Legenda: 1- Cladódio analisado no estudo da morfologia; 2- Colheita; 3- Frutos colhidos para o estudo.  
Fotografia do autor.

Figura A32. Fotografias referentes à amostra Z8S1 (1, 2 e 3).



Legenda: 1- Cladódio analisado no estudo da morfologia; 2- Colheita; 3- Frutos colhidos para o estudo.  
Fotografia do autor.

Figura A33. Fotografias referentes à amostra Z9S1 (1, 2 e 3).



Legenda: 1- Cladódio analisado no estudo da morfologia; 2- Colheita; 3- Frutos colhidos para o estudo.  
Fotografia do autor.

Figura A34. Fotografias referentes à amostra Z9S2 (1, 2 e 3).



Legenda: 1- Cladódio analisado no estudo da morfologia; 2- Colheita; 3- Frutos colhidos para o estudo.  
Fotografia do autor.

Figura A35. Fotografias referentes à amostra Z9S3 (1 a 6).



Legenda: 1- Cladódio analisado no estudo da morfologia; 2- Desenvolvimento dos gomos florais; 3- Floração; 4- Colheita; 5- Frutos colhidos para o estudo; 6- Fruto cortado longitudinalmente. Fotografia do autor.

Figura A36. Fotografias referentes à amostra Z10S1 (1, 2 e 3).



Legenda: 1- Cladódio analisado no estudo da morfologia com um paquímetro para a medição da espessura; 2- Colheita; 3- Frutos colhidos para o estudo. Fotografia do autor.

Figura A37. Fotografias referentes à amostra TS3 (1 a 15).



**Legenda:** 1- Cladódio analisado no estudo da morfologia; 2- Desenvolvimento dos gomos florais; 3- Floração; 4- Final da floração; 5, 6 e 7- Desenvolvimento dos frutos; 8- Colheita (fruto não representativo da amostra); 9- Frutos colhidos neste estudo; 10, 11 e 12- Frutos de casca verde, laranja e vermelha, respectivamente; 13, 14 e 15- Frutos de casca verde, laranja e vermelha, respectivamente, cortados longitudinalmente. *Fotografia do autor.*

Figura A38. Curva de calibração do ácido gálico.

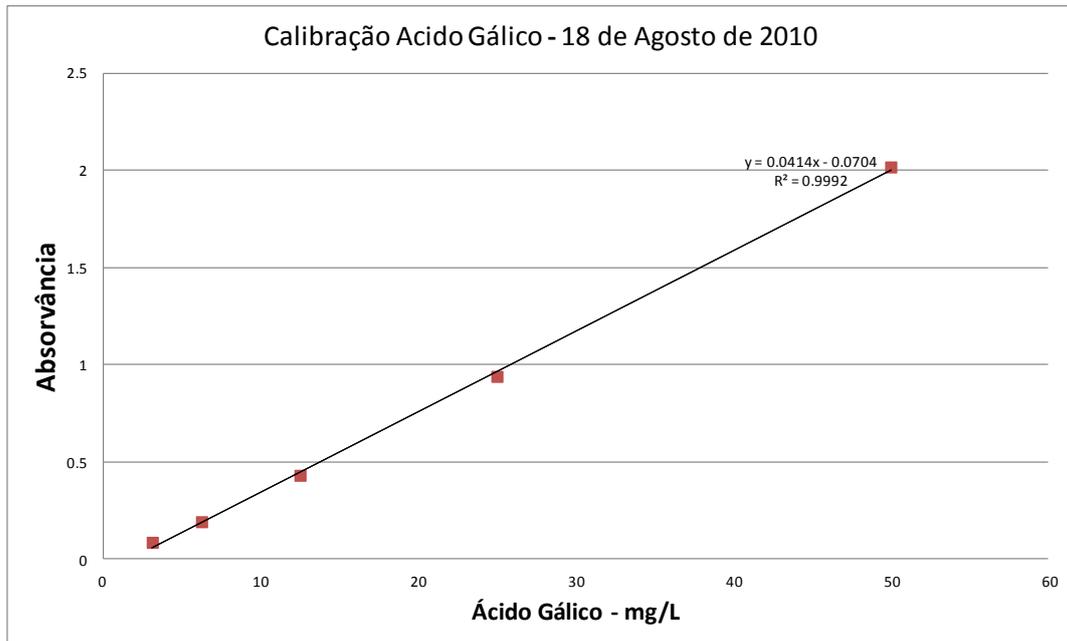


Figura A39. Trabalho realizado na unidade curricular de Inovação e Empreendedorismo (ISA), 2010.



UC: Inovação e empreendedorismo

**Problema/oportunidade**

**Produção Intensiva de figo-da-índia**




- Produto vendido a preços muito elevados em superfícies comerciais;
- Ausência de produtores nacionais de Figo-da-Índia;
- Necessidade de importação do produto.



**Figo-do-AlémTejo**

O MELHOR FIGO-DA-ÍNDIA, DE PORTUGAL E DO MUNDO

---

**Actualmente...**

- Planta utilizada em Portugal na divisão de propriedades, sem aproveitamento económico;
- Fruto rico em açúcar, potássio, magnésio, cálcio e vitaminas (C, A, B1 e B2);
- Planta já utilizada em produtos farmacêuticos, diuréticos e cosméticos.



**Figo-do-AlémTejo**

O MELHOR FIGO-DA-ÍNDIA, DE PORTUGAL E DO MUNDO

**Ideia**

- Produção e distribuição de figo-da-índia no mercado nacional e internacional (Europa):
  - Produção própria;
  - Armazenamento e embalagem;
  - Venda a cadeias de distribuição/grossistas.



**Figo-do-AlémTejo**

O MELHOR FIGO-DA-ÍNDIA, DE PORTUGAL E DO MUNDO

### Nível Macro do Mercado

- **Passado** (maiores produtores situados na América central);
- **Actualidade** (principais produtores localizam-se na Itália, Marrocos, Argentina, Chile, Turquia, Israel, Colômbia, África do Sul, Estados Unidos e México);
- **Futuro** (crescente procura/valorização dos frutos diferenciados, pela cor, forma e sabor).

↓  
Frutos exóticos  
↓  
FIGO-DA-ÍNDIA



### Nível Macro do Mercado

#### Nicho Vs Mercado com vasto potencial de crescimento

Em **Portugal** (nicho):

- O consumo de Figo-da-Índia não está presente na nossa alimentação;
- Importância estratégica – escoamento do produto em épocas economicamente interessantes.

A **nível internacional**:

- O consumo do fruto em fresco já se encontra implementado;
- Existe ainda um vasto potencial de crescimento.

### Nível Micro do Mercado

Existe um segmento de mercado em que é possível oferecer ao consumidor benefícios claros a um preço atractivo?

O segmento de mercado enquadra-se nos frutos frescos exóticos:

- Competir com frutos como o maracujá, pêra-abacate, anona, papaya, goiabas e mesmo o figo tradicional.



Produto fresco embalado com qualidade, a preços competitivos (2-4 €/kg):

- Variedades mais produtivas;
- Estabelecimento do ponto ótimo de colheita
- Tecnologia pós-colheita



### Nível Micro do Mercado

Qual o tamanho do segmento de mercado e qual o seu crescimento potencial?

- Segmento de mercado relativamente pequeno (3-5% de frutas exóticas no mercado mundial de frutas frescas).
- Tendência de aumento e valorização deste segmento esperando-se um crescimento mais acentuado num futuro próximo, tal como o aumento do consumo em países emergentes.

### Análise Macro de Indústria

Problemas identificados pelas forças de Potter:

- Produto pouco diferenciado;
- Volume total ou percentagem de produtos comprados pelos clientes/compradores baixo;
- Tendência do consumidor para substituir.



### Análise Macro de Indústria

Soluções:

- Diferenciação do produto:
  - Embalagens atractivas com figos de cores diferentes ;
  - Produto de qualidade;
  - Regionalização do produto - criação de uma marca;



### Análise Macro de Indústria

Soluções:

- Distribuir pelo máximo de cadeias possíveis;
- Diferenciação de clientes (ex: nacional, internacional, cadeias de supermercados, mercados regionais);
- Tecnologia inovadora que satisfaça eficazmente as nossas necessidades.
- Optimização de processos de produção e pós-colheita.
- Estratégias de marketing



### Análise Micro de Indústria

Elementos proprietários

- Não existe forma de criar patentes para o nosso produto;
- Pretendemos registar uma marca (exemplo: Figo-do-AlémTejo);



O MELHOR FIGO-DA-ÍNDIA, DE PORTUGAL E DO MUNDO

- Manter em segredo alguns processos de produção e pós-colheita.



### Análise Micro de Indústria

Existência de um modelo de negócio economicamente e financeiramente sustentável:

O modelo de negócio vai estar muito dependente do preço e quantidade de produto escoado, tal como a quantificação total dos custos requeridos:

- Produção em 10 ha;
- Instalações próprias – armazém e câmara de frio;
- Investir o mínimo em maquinaria, recorrendo a prestadores de serviços;
- Investimento no ano 0 = 200 000€;
- Início de produção ao 3º ano;
- Produção máxima ao 10º ano;
- Venda da totalidade da produção em cusetes de 500g para a distribuição.

### Análise Micro de Indústria

Existência de um modelo de negócio economicamente e financeiramente sustentável:

Análise a 12 anos:

Cenário <b> muito desfavorável</b> : •Preço de Venda: 2€/kg •Custos iniciais imprevistos: + 15% •Custos correntes imprevistos: +15%	<b>VAL (15%) a 12 anos:</b> <b>-128 799€</b> (omitindo impostos e ajudas à produção)
Cenário <b>intermédio</b> : •Preço de Venda: 3€/kg •Custos iniciais imprevistos: + 10% •Custos correntes imprevistos: +10%	<b>VAL (15%) a 12 anos:</b> <b>+354 629€</b> (omitindo impostos e ajudas à produção)
Cenário <b> muito favorável</b> : •Preço de Venda: 4€/kg •Custos iniciais imprevistos: + 5% •Custos correntes imprevistos: +5%	<b>VAL (15%) a 12 anos:</b> <b>+837 857€</b> (omitindo impostos e ajudas à produção)

### Equipa de Gestão

Missão, aspirações e propensão para o risco:

Aspirações pessoais:

- Trabalhar por conta própria;
- Pretendemos construir um negócio ambicioso;
- Controlo do mercado nacional e alguma representatividade a nível internacional;
- Gostaríamos de promover a Região do Alentejo a nível nacional e Portugal a nível internacional.



### Equipa de Gestão

Capacidade para executar

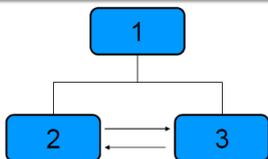
Factores críticos de sucesso - competências:

- Administrativa e Financeira;
- Técnica;
- Comercial.



### Equipa de Gestão

Organograma da Empresa:



- 1 – Técnico de Gestão e Administração da Empresa  
Tomadas de decisão, contabilidade, análise de mercado, estudos de investimento, recursos humanos.
- 2 – Técnico de Campo e Produção  
Assegura a qualidade da produção e todas as operações de campo.
- 3 – Técnico de Armazém, Encomendas e Comércio  
Assegura a qualidade do produto final, saídas do armazém e controlo de encomendas.

### Equipa de Gestão

Capacidade para executar:

Experiência e complementaridade da equipa:

• Perfis de trabalho - Limitações:

- Necessidade de técnico de higiene e segurança no trabalho;
- Noções de gestão



**GLOBALG.A.P.**  
(EUREPGAP)

### Equipa de Gestão

Rede de Contactos Existente:

Montante (Existentes):

- Fornecedores de máquinas e equipamentos;
- Técnicos especializados em Ambiente, Segurança e Higiene no Trabalho;
- Técnico de apoio à manutenção de máquinas;
- Produtos Fitofarmacêuticos;
- Técnicos qualificados (Professores & Engenheiros);
- Técnicos de Gestão e Contabilidade.

Montante (em Falta):

- Fornecedores de Plantas – viveiristas;
- Apoio técnico na obtenção de crédito bancário.

### Equipa de Gestão

Rede de Contactos existente :

Jusante (Existentes):

- Cadeia de distribuição nacional – Intermarché;
- Rede de transportes e distribuição – nacional.

Jusante (em Falta):

- Cadeias de distribuição nacional e internacional;
- Rede de transportes e distribuição internacional;
- Técnico de apoio na área comercial e marketing.

### Factores que poderão implicar o Sucesso do Negócio

Factores críticos de sucesso (impacto positivo):

- Escolha adequada da localização da exploração e timing da formação da empresa;
- A criação de uma marca regional/nacional;
- Escolha de modos de produção adequados;
- Selecção de colaboradores competentes.

### Factores que poderão implicar o Sucesso do Negócio

Factores críticos de sucesso (impacto negativo):

- Escolha errada do mercado internacional a explorar inicialmente;
- Tomadas de decisão em tempo inoportuno ao nível dos processos de produção e gestão;

### Bibliografia

**Basile, F.** 2001. *Economic Aspects of Italian Cactus Pear Production and Market.*

**Felker, P.** 2003. Short-Term and Long-Term Research Needs for *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. Utilization in Arid Areas.

**Felker, P. et al.** 2001. *An Economic Analysis of Dryland Fruit Production of Opuntia ficus indica in Santiago del Estero, Argentina.*

**Koesling, R.** *Origin, Domestication and Distribución de opuntia ficus-indica.*

**Meigarejo, P.** 2000. *Tratado de fruticultura para zonas áridas y semiaridas. 1. El medio ecologico, la higuera, el alcaparro y el nopal*

**Moreno, P. et al.** 1996. *The World Cactus-Pear Market.*

**Mullins, J. W.** - *The New Business Road Test.*

[http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp?conteudo=21295](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=21295)