

Ana Patricia Caetanito Ricardo

**Estudo da salinidade no desenvolvimento de duas espécies  
halófitas (*Suaeda maritima* e *Inula crithmoides*)**



Dissertação de Mestrado em Hortofruticultura

2019

Ana Patricia Caetanito Ricardo

**Estudo da salinidade no desenvolvimento de duas espécies  
halófitas (*Suaeda maritima* e *Inula crithmoides*)**

**Faculdade de Ciências e Tecnologias**

Dissertação orientada por Professor Pedro Correia  
Dissertação co-orientada por Doutora Florinda Gama



Dissertação de Mestrado em Hortofruticultura

2019

Estudo da salinidade no desenvolvimento de duas espécies halófitas  
(*Suaeda maritima* e *Inula crithmoides*)

**Declaração de autoria de trabalho**

Declaro ser a autora deste trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam na listagem de referências incluída. Declaro ainda que restrinjo a divulgação final deste trabalho.



---

(Ana Patricia Caetanito Ricardo)

© Ana Patricia Caetanito Ricardo

“A Universidade do Algarve reserva para si o direito, em conformidade com o disposto no Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos, de arquivar, reproduzir e publicar a obra, independentemente do meio utilizado, bem como de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição para fins meramente educacionais ou de investigação e não comerciais, conquanto seja dado o devido crédito ao autor e editor respetivos”

## Agradecimentos

A elaboração deste trabalho, não seria possível sem a imprescindível ajuda e apoio de algumas pessoas, às quais dedico este trabalho e a minha gratidão.

Começo por agradecer ao Professora Doutor Pedro Correia, pela sua disponibilidade, apoio, incentivo e preocupação em me ajudar ao longo de todo o processo de realização da dissertação, e alcançar sempre os meus objetivos.

À Doutora Florinda Gama, o meu infinito obrigado. Serei sempre eternamente grata, por todo o conhecimento transmitido, a nível prático e teórico, para além de todo tempo despendidos para me ajudar em toda a elaboração deste trabalho, e mais pelo companheirismo, apoio e amizade. Este imprescindível e excelente apoio, contribuiu indiscutivelmente para a elaboração deste trabalho e enriquecimento pessoal e profissional. Obrigada por tudo Florinda!!

Não posso também deixar de agradecer à Professora Doutora Maribela Pestana, por todo o apoio e pela oportunidade de me integrar neste projeto, procurando sempre ir de encontro com os meus objetivos.

À empresa RiaFresh, onde foi realizado o ensaio, obrigada por todo o apoio e disponibilidade para ajudar.

Deixo a minha eterna gratidão a todos os meus familiares e amigos, que me têm apoiado ao longo deste percurso.

Um especial obrigado aos que estiveram sempre ao meu lado, que sempre me incentivaram, e foram a minha motivação nesta caminhada, Susana Caetanito, Miguel Ascenso, Rodrigo Ricardo, Joana Vaz, Márcia Santos, Alexandra Alves e Magda Frade.

Deixo o meu carinho e gratidão a todos vós!

## Resumo

Este trabalho teve como objetivo testar diferentes níveis de salinidade no desenvolvimento de duas espécies de plantas halófitas (*Suaeda maritima* e *Inula crithmoides*), de forma a identificar qual o valor de salinidade da solução nutritiva onde estas espécies apresentam um melhor comportamento agronômico.

Visto que a informação sobre as técnicas de produção intensiva, destas espécies, em sistemas comerciais é muito escassa, é importante estudar as potencialidades e otimização de fatores de produção em ambientes controlados.

*Suaeda maritima* e *Inula crithmoides* são plantas halófitas dicotiledóneas, suculentas, que crescem naturalmente em zonas costeiras sob influência da água do mar, incluindo nos sapais da Ria Formosa.

Ao longo do ensaio as plantas foram sujeitas a seis níveis de salinidade, nomeadamente (em dS m<sup>-1</sup>): 5, 13, 21, 29, 37 e 45. Estes valores foram estabelecidos incorporando cloreto de sódio (NaCl) na solução nutritiva.

No sentido de se avaliar a tolerância das plantas ao “stress” de salinidade, foram feitas análises de vários parâmetros, tais como: a produtividade total e comercial, qualidade das plantas, biomassa e percentagem de humidade das amostras comerciais.

Adicionalmente foi também analisado a qualidade nutricional, onde se identificou a composição mineral e se quantificaram vitaminas presentes da espécie *Inula crithmoides*.

Os níveis de salinidade que apresentaram melhores resultados, ou seja, maior produtividade, sem alteração das suas qualidades físicas, químicas e nutricionais, para cada espécie estudada, foram 5 dSm<sup>-1</sup> para *Inula crithmoides*, e 13 dSm<sup>-1</sup> para *Suaeda maritima*.

**Palavras-chave:** Halófitas; *Inula crithmoides*; produção intensiva; salinidade; *Suaeda maritima*.

## Abstract

The aim of this work was to test different salinity levels in the development of two halophyte plant species (*Suaeda maritima* and *Inula crithmoides*), in order to identify the salinity value of the nutrient solution where these species show the best agronomic behavior.

The information about intensive production techniques of these species in commercial systems is very scarce, so it is important to study the potential and optimization of the production factors in controlled environments.

*Suaeda maritima* and *Inula crithmoides* are succulent dicotyledonous halophyte plants that grow naturally in coastal areas under the influence of seawater, including in the Ria Formosa marshes.

During the experiment, the plants were subjected to six levels of salinity at ( $\text{dS m}^{-1}$ ): 5, 13, 21, 29, 37 and 45. These values were established by the incorporation of sodium chloride (NaCl) in the nutrient solution.

To evaluate plant tolerance to salinity “stress”, several parameters were analyzed, such as total and marketable productivity, plant quality, biomass and moisture content of the marketable samples.

Additionally, the nutritional quality was also analyzed, such as the mineral composition and the quantification of some vitamins present in *Inula crithmoides* species.

The salinity levels that presented the best results, that is, the highest productivities, without alteration of their physical, chemical and nutritional qualities, for each studied species, were  $5 \text{ dSm}^{-1}$  for *Inula crithmoides*, and  $13 \text{ dSm}^{-1}$  for *Suaeda maritima*.

**Key words:** Halophytes; *Inula crithmoides*; *Suaeda maritima*; Intensive production; Salinity.

## **Glossário de Símbolos e Abreviaturas**

B- Boro

B6 – Vitamina complexo B (piridoxina)

C – Carbono

CE- Condutividade Elétrica

Cl- Cloro

cm- Centímetros

Cu- Cobre

DL- Decreto de Lei

dS- deciSiemens

D3 – Vitamina complexo D (colecalfiferol)

EDTA- Ácido etilenodiamino tetra-acético

EP- Erro Padrão

Ex.- Exemplo

Fe- Ferro

g- Grama

H- Hidrogénio

h- Hora

ha- Hectare

HCl – Ácido clorídrico

HNO<sub>3</sub> – Ácido nítrico

I+DT- Investigação e Desenvolvimento Tecnológico

K- Potássio

K<sub>2</sub>O- Óxido de Potássio

km- Quilometro

L- Litros

m- Metro

m<sup>2</sup>- Metro quadrado

mg – Miligrama

Mg – Magnésio

ml- Mililitros  
mM- Milimolar  
Mn- Manganês  
mS- Milisiemens  
nº- Número  
Na- Sódio  
NaCl- Cloreto de Sódio  
NO<sub>3</sub><sup>-</sup>- Nitrato  
nm- Nanómetro  
pH- Potencial de Hidrogénio  
ppm- Parte por milhão  
P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- Pentóxido de Fósforo  
Tab.- Tabela  
TSS- Teor de Sólidos Solúveis  
UV- Ultravioleta  
Vs.- Versos  
Zn- Zinco  
µm – Micrómetro  
µl – Microlitro  
°C- Grau Celsius  
%- Percentagem

# Índice de Figuras e Gráficos

	<b>Página</b>
<b>Figura 3.1.</b> Mapa do Parque Natural da Ria Formosa.	3
<b>Figura 3.2.</b> Respostas de crescimento, de diferentes espécies, em função do aumento da concentração de NaCl.	7
<b>Figura 3.3.</b> <i>Suaeda maritima</i> (L.) Dumort.. a) Fruto (aquénio); b) talo com fruto e folhas; c) crescimento; d) pormenor das folhas.	12
<b>Figura 3.4.</b> <i>Inula crithmoides</i> (L.). a) planta completa; b) e c) flor.	14
<b>Figura 4.1.</b> Mesas em sistema de inundação com placas alveoladas com plantas.	17
<b>Gráfico 4.2.</b> Registo de temperaturas no interior da estufa ao longo do ensaio.	18
<b>Gráfico 4.3.</b> Registo de humidade relativa no interior da estufa ao longo do ensaio.	18
<b>Figura 4.4.</b> Distribuição do ensaio, esquema da estufa.	20
<b>Figura 4.5.</b> Fração vegetal comercializável. a) <i>Inula crithmoides</i> ; b) <i>Suaeda marítima</i> .	23
<b>Figura 4.6.</b> Condutivímetro portátil, Hanna Inst..	24
<b>Figura 4.7.</b> Refratómetro digital, Atago Palette, PR101).	25
<b>Gráfico 5.1.</b> Médias e respetivo erro padrão (EP) para a produtividade total da <i>Inula crithmoides</i> ao longo de 4 cortes, para os diferentes níveis de salinidade (dSm <sup>-1</sup> ).	30
<b>Gráfico 5.2.</b> Médias e respetivo erro padrão (EP) para a produtividade comercial da <i>Inula crithmoides</i> , ao longo de 4 cortes para os diferentes níveis de salinidade (dSm <sup>-1</sup> ).	31
<b>Gráfico 5.3.</b> Média e respetivo erro padrão (EP) para a produtividade total da <i>Suaeda maritima</i> ao longo de 4 cortes para os diferentes níveis de salinidade (dSm <sup>-1</sup> ).	32
<b>Gráfico 5.4.</b> Médias e respetivo erro padrão para a produtividade comercial da <i>Suaeda maritima</i> ao longo de 4 cortes para os diferentes níveis de salinidade (dSm <sup>-1</sup> ).	33
<b>Gráfico 5.5.</b> Médias e respetivo erro padrão da produtividade total e comercial da <i>Inula crithmoides</i> ao longo de 4 cortes para os diferentes níveis de salinidade (dSm <sup>-1</sup> ).	34
<b>Gráfico 5.6.</b> Médias e respetivo erro padrão da produtividade total e comercial da <i>Suaeda maritima</i> ao longo de 4 cortes para os diferentes níveis de salinidade (dSm <sup>-1</sup> ).	34
<b>Gráfico 5.7.</b> Médias das produtividades da <i>Inula crithmoides</i> considerando 214 dias de desenvolvimento. A- Para produtividade total (gm <sup>-2</sup> /dia <sup>-1</sup> ). B- Para produtividade comercial (gm <sup>-2</sup> /dia <sup>-1</sup> )	35
<b>Gráfico 5.8.</b> Médias das produtividades da <i>Suaeda maritima</i> considerando 214 dias de desenvolvimento. A- Para produtividade total (gm <sup>-2</sup> /dia <sup>-1</sup> ). B- Para produtividade comercial (gm <sup>-2</sup> /dia <sup>-1</sup> ).	35

- Gráfico 5.9.** Relação entre o nível de salinidade ( $\text{dS m}^{-1}$ ) e as produtividades relativas (total e comercial) no final do ensaio. **A-** Para a *Inula crithmoides*. **B-** Para a *Suaeda maritima*. 36
- Gráfico 5.10.** Médias e respetivo erro padrão (EP) da condutividade elétrica (CE,  $\text{dSm}^{-1}$ ) para a *Inula crithmoides* ao longo de 4 cortes para diferentes níveis de salinidade. 38
- Gráfico 5.11.** Médias e respetivo erro padrão (EP) da condutividade elétrica (CE,  $\text{dSm}^{-1}$ ) para a *Suaeda maritima* ao longo de 4 cortes para diferentes níveis de salinidade 38
- Gráfico 5.12.** Médias e respetivo erro padrão (EP) do Teor de Sólidos Solúveis ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) para a *Inula crithmoides* ao longo de 4 cortes para diferentes níveis de salinidade. 39
- Gráfico 5.13.** Médias e respetivo erro padrão (EP) do Teor de Sólidos Solúveis ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) para a *Suaeda maritima* ao longo de 4 cortes para diferentes níveis de salinidade. 40
- Gráfico 5.14.** Médias e respetivo erro padrão (EP) do Teor de Humidade (%) para a *Inula crithmoides* ao longo de 4 cortes para diferentes níveis de salinidade. 41
- Gráfico 5.15.** Médias e respetivo erro padrão (EP) do Teor de Humidade (%) para a *Suaeda maritima* ao longo de 4 cortes para diferentes níveis de salinidade. 42

# Índice de Tabelas

	Página
<b>Tabela 3.1.</b> Classificação taxonómica da planta halófita <i>Suaeda marítima</i> .	11
<b>Tabela 3.2.</b> Classificação taxonómica da planta halófita <i>Inula crithmoides</i> .	13
<b>Tabela 4.1.</b> Datas de colheitas(/cortes) de material vegetal feitas durante o ensaio.	21
<b>Tabela 5.1.</b> Rendimento médio da salinidade (SI50, dSm <sup>-1</sup> ) para as produtividades relativas de cada espécie no final do ensaio.	37
<b>Tabela 5.2.</b> Composição mineral da espécie <i>Inula crithmoides</i> .	43
<b>Tabela 5.3.</b> Composição de vitaminas hidrossolúveis e lipossolúveis, e carotenoides da espécie <i>Inula crithmoides</i> .	44
<b>Tabela 5.4.</b> Relação entre salinidade e altura (cm), diâmetro (cm) e número de flores, da espécie <i>Inula crithmoides</i> , no final do ensaio.	45

# Índice

	<b>Página</b>
Agradecimentos	iv
Resumo	v
Abstract	vi
Glossário de Símbolos e Abreviaturas	vii
Índice de Figuras	ix
Índice de tabelas	xi
Índice	xii
<b>1. Introdução</b>	<b>1</b>
<b>2. Objetivos</b>	<b>2</b>
<b>3. Revisão Bibliográfica</b>	<b>3</b>
3.1. Parque Natural da Ria Formosa	3
3.2. Sapal	4
3.3. Vegetação do sapal	5
3.4. Salinidade e plantas halófitas	6
3.5. Efeitos da salinidade nas plantas	9
3.6. Potencial das plantas halófitas	10
3.7. Caracterização das espécies	11
3.7.1. <i>Suaeda marítima</i> (L.) Dumort	11
3.7.2. <i>Inula crithmoides</i> L.	13
<b>4. Material e Métodos</b>	<b>15</b>
4.1. Local do ensaio	15
4.2. Procedimento experimental	15
4.2.1. Material vegetal	15
4.2.2. Fotoperíodo e Temperatura	17
4.2.3. Sistema hidropónico	18
4.2.4. Solução nutritiva	19
4.2.5. Distribuição do ensaio e Localização	19
4.2.6. Colheita do material vegetal	21
4.3. Modalidades estudadas	22
4.4. Parâmetros estudados nas plantas	22
4.4.1. Características Físico Químicas	23
4.4.1.1. Qualidade dos Tecidos	24
4.4.1.1.1. Condutividade Elétrica	24
4.4.1.1.2. Teor de Sólidos Solúveis	25
4.4.1.2. Qualidade nutricional	25
4.4.1.2.1. Preparação de amostras	25
4.4.1.2.2. Composição mineral	26
4.4.1.2.3. Extração e quantificação de vitamina	26
4.4.1.3. Teor de Humidade	28
4.4.2. Produtividade	28

4.4.3. Biomassa e Parâmetros de crescimento	29
4.5. Análise estatística	29
<b>5. Resultados e Discussão</b>	<b>30</b>
5.1. Produtividades	30
5.1.1. Totais e Comerciais	30
5.1.2. Total vs. Comercial	33
5.1.3. Modelos de resposta à salinidade	36
5.2. Características Físico Químicas	37
5.2.1. Condutividade elétrica	37
5.2.2. Teor de Sólidos Solúveis	39
5.2.3. Teor de Humidade	41
5.3. Qualidade nutricional	42
5.3.1. Composição mineral	42
5.3.2. Vitamina e Carotenoides	43
5.4. Biomassa e Parâmetros de crescimento	44
<b>6. Conclusões e Considerações Finais</b>	<b>46</b>
<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>48</b>

# 1. Introdução

Cerca de 70% da superfície do planeta Terra, é constituído por água (Glenn *et al.*, 1998). Contudo, cerca de 98% corresponde a água salgada, e apenas 2% a água doce, dos quais 1% corresponde a água salobra (Rozema e Flowers, 2008).

A grande maioria dos seres terrestres, nomeadamente o ser humano, são altamente dependentes de água doce, nomeadamente para a obtenção de alimento, uma vez que a maioria das espécies vegetais, usadas para consumo humano, não toleram o sal (Glenn *et al.*, 1998).

De entre vários impactos negativos ambientais, o que apresenta uma maior limitação, no sentido da diminuição da produção agrícola, é a salinidade (Agawu, 2012). Este fator, causa um estado de “stress” às plantas, afetando-as a vários níveis, chegando a inibir o seu desenvolvimento. Atentando ao aumento da população mundial, de forma a atender às necessidades alimentares e de matéria prima da população, surge a necessidade de se desenvolver uma agricultura salina, que dependa de meios salinos e não seja dependente de água doce (Singh *et al.* 2014).

O cultivo de plantas halófitas, mostra ser um potencial neste tipo de agricultura, nomeadamente *Suaeda maritima* e *Inula crithmoides*. Uma vez que estes tipos de plantas crescem e desenvolvem-se naturalmente sobre condições de elevada salinidade (Flowers e Colmer, 2008).

De entre as várias potencialidades das plantas halófitas destacam-se as seguintes utilizações: como alternativa de fitorremediação de solos (Lim e Mendelsohn, 2009; Agawu, 2012), na produção de biocombustíveis e ainda como produto para alimentação humana e animal (Agawu, 2012; Ventura *et al.* 2015).

O cultivo em sistema hidropónico consiste no desenvolvimento de culturas num meio inerte, sem utilização de solo.

Este método oferece condições mais vantajosas de cultivo, ultrapassando assim algumas limitações associadas ao solo, como alta salinidade e doenças, sendo um sistema adequado para ambientes protegidos (Almeida e Reis, 2011). Além disto, também permitem um maior e melhor controlo de recursos, como os fertilizantes e a água, sendo este ponto importante na diminuição do impacto ambiental que as culturas podem ter, mais especificamente no solo (Almeida e Reis, 2011).

## 2. Objetivos

Devida à falta de informação que existe relativamente às técnicas de produção e necessidades nutricionais destas espécies, a grande escala, é importante estudar a otimização dos principais fatores de produção em ambiente controlado, tendo em vista a sua comercialização.

Pretendeu-se com este trabalho testar diferentes níveis de salinidade em duas espécies de plantas halófitas, *Suaeda maritima* e *Inula crithmoides*, de modo a identificar a concentração de sal mais adequada para obter um maior desenvolvimento e produtividade, sem comprometer a sua qualidade.

### 3. Revisão Bibliográfica

#### 3.1. Parque Natural da Ria Formosa

O Parque Natural da Ria Formosa, criado pelo DL n° 373/87, com o objetivo da proteção e conservação do sistema lagunar, fauna e flora, e respetivos habitats, localiza-se a sul de Portugal, no Algarve, distrito de Faro (Figura 3.1). Caracteriza-se pela presença de um extenso sistema lagunar protegido, em parte, por um cordão litoral arenoso (praias e dunas), e composto por sedimentos arenosos e argilosos de origem marinha, com regime praticamente plano (Costa *et al.*, 1996).

Este sistema lagunar estende-se por 60 Km, desde o Ancão até à Manta Rota, incluindo nele, vários habitats, como: sapais, ilhas-barreira, dunas salinas, bancos de areia, lagoas de água doce e salobra, entre outros, indicando assim, uma evidente diversidade de fauna e flora (Costa *et al.*, 1996).

Esta superfície lagunar é maioritariamente ocupada por sapal, representando uma área de 3432 ha (Costa *et al.*, 1996).



Figura 3.1. Mapa do Parque Natural da Ria Formosa. Fonte: <http://www2.icnf.pt/portal/ap/resource/img/pnrf/mapas/map>

### 3.2.Sapal

Os sapais marítimos desenvolvem-se ao longo da costa e no interior dos estuários, constituindo a interface entre o meio marinho e o meio terrestre. É caracterizado pela presença de elevadas concentrações de sais solúveis, predominando o cloreto de sódio (NaCl), para além de atuarem como importantes agentes no ciclo de nutrientes do sistema marinho (Flowers *et al.* 1977; Khalid *et al.*, 1978).

São zonas de intensa dinâmica sedimentar, influenciada pelo fluxo e refluxo das marés, pela fisiografia do local e densidade da vegetação estabelecida, resultando em vários ciclos de crescimento-erosão, que delineiam o seu arranjo espacial e dominância dos vários habitats (ICN, s/d; Costa *et al.*, 1996).

A inundação, geralmente   diária, seguindo o ritmo das marés, no caso particular do sapal da Ria Formosa, a inundação   bidi ria (Costa *et al.*, 1992).

Consoante a sua proximidade à foz e dessa forma, ao regime de inundação a que estão sujeitos, o sapal é dividido em: sapal interno, que é dominado por vegeta o não halófita, por estar sobre maior influência de água doce do que de água salgada; e sapal externo, que por se encontra mais próximo da foz, está sujeito a uma maior influência de águas salinas e ao movimento da água do mar (ICN, s/d).

Este último, o sapal externo, divide-se ainda em três tipos: sapal baixo, sapal médio e sapal alto (ICN, s/d).

O sapal baixo, localiza-se em solos permanentemente inundados de água salgada, apresentando por isso, um nível de salinidade mais ou menos constante (ICN, s/d).

O sapal alto, normalmente, só se encontra submerso em água salgada em períodos curtos e ocasionais, ou seja, quando ocorre preia-mar (ICN, s/d).

Em sequência das dinâmicas a que estão sujeitos, o sapal alto, em compara o com os demais apresenta uma maior amplitude dos níveis de salinidade e mudanças sazonais no teor de água dos solos. A composi o e desenvolvimento espacial e temporal das comunidades destes ecossistemas dependem de vários fatores e da dinâmica entre eles. Dependendo, sobretudo, da salinidade da água; da probabilidade e dura o do encharcamento; da amplitude das marés; do abastecimento superficial de água doce; da geomorfologia e do contexto biogeográfico do local (ICN, s/d).

O sapal é considerado uma das zonas mais produtivas da biosfera. É um sistema rentável   produ o de matéria viva ou biomassa, por receber nutrientes de forma natural, quer através do

fornecimento pelo fluxo e refluxo das marés, pelos sedimentos que provêm da zona continental, quer pela ação e decomposição de alguns microrganismos presentes no sistema (Silva, 2000). Conferido pelo elevado grau de produção primária, pela colonização por espécies vegetais ou outros organismos representativos de um importante valor económico, e pelas suas ações ecológicas, como meios de controlo de inundações, erosão e qualidade das águas, os sapais têm sido considerados, quer do ponto de vista económico quer do ponto de vista ecológico, um dos ecossistemas mais importantes do Mundo (Constanza *et al.*, 1997).

### **3.3. Vegetação do sapal**

Os sapais são delimitados por comunidades de plantas vasculares halófitas, em consequência das suas características particulares, que limita o desenvolvimento de outras espécies de plantas (ICN-1130; Flowers *et al.*, 1977).

As plantas halófitas, palavra derivada de halos (sal) e phyto (planta), são plantas que possuem a capacidade de completar todo o seu ciclo de vida, crescimento e reprodução, em meios salinos (Julião, 2013). As halófitas, representam, cerca de, 1% da flora mundial. Crescem sobre condições de elevada salinidade, apresentando um crescimento ótimo com cerca de 200 mM NaCl, tolerando concentrações ainda mais elevadas deste sal (Flowers e Colmer, 2008). Isto deve-se a que estas plantas apresentam características genéticas, morfológicas e fisiológicas bem-adaptadas a condições de elevada salinidade, onde o sódio (Na) atua como um nutriente essencial (Marschner, 1995; Flowers *et al.*, 1977; Flowers e Colmer, 2008).

Dentro do grupo das plantas halófitas, estas podem ser classificadas como obrigatórias, que se desenvolvem apenas em meio com alta salinidade (são os casos de *Salicornia*, *Sarcocornia* e *Suaeda*), e as facultativas, que podem sobreviver em meio desprovido de sal (Agawu, 2012). Considera-se que as halófitas se desenvolvem nas concentrações de sal (NaCl), que variam entre um mínimo de 100 mM, até 1 M (Flowers, 1986).

Os parâmetros ecológicos do sapal, que parecem ser mais importantes na distribuição das plantas, são o conteúdo em sal e água do solo (Böer, 1996).

Em condições de um macrobioclima mediterrânico, caracterizado por uma elevada evapotranspiração e uma baixa pluviosidade no verão, os sais tendem a acumular-se na superfície do solo, em sapais altos, atingindo assim, altos teores de salinidade, tanto maior

quanto menor for a probabilidade de encharcamento (ICN, s/d). A exposição a bruscas variações e flutuações temporais nas condições edáficas resultam numa notável diversidade ambiental (ICN, s/d).

### **3.4.Salinidade e plantas halófitas**

A salinidade expressa a concentração de sais dissolvidos presentes nos solos e águas, que constituem uma mistura de eletrólitos de cátions e aniões (Ruan *et al.*, 2010; Agawu, 2012).

Apesar da presença de sais solúveis em água ocorrerem naturalmente, a sua acumulação excessiva resulta na salinização do meio. Sendo por isso considerado um meio salinizado, aquele que apresenta uma condutividade elétrica (CE), igual ou superior a  $4 \text{ dS m}^{-1}$ , ou seja, aproximadamente 40 mM NaCl (Kenneth, 2002; Chinnusamy *et al.*, 2005; Ruan *et al.*, 2010).

O processo de salinização pode ser diferenciado em salinização primária e secundária. A primeira resulta de um elevado teor de sais presentes nos materiais originais ou nas águas subterrâneas, ou seja, originada através de processos naturais. A salinização secundária é causada por ação antropogénica, através da prática de regas inadequadas, excessivas fertilizações e/ou drenagens insuficientes (SoCo, 2009).

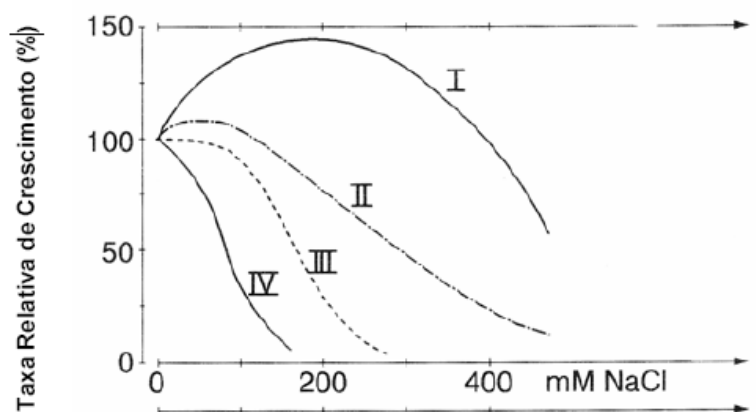
Esta condições podem comprometer o bom desenvolvimento das plantas, causando problemas a vários níveis, como:

- Alteração da estrutura dos solos, tornando-os mais compactos e com menor porosidade, o que dificulta o seu arejamento, sujeitando assim as plantas a determinado grau de hipoxia (SoCo, 2009);
- Formação de fases insolúveis, não absorvidas pelas plantas, de nutrientes essenciais, como ferro, fósforo e potássio (Agawu, 2012);
- Défice hídrico, que resulta de um aumento da pressão osmótica externa, impedindo ou reduzindo a entrada de água nas raízes (SoCo, 2009);
- Toxicidade pela acumulação excessiva de iões, em particular de cloro e sódio (Agawu, 2012).

Quanto à tolerância à salinidade, as plantas podem ser classificadas como glicófitas ou halófitas (Figura 3.2) (Munns e Tester 2008; Marschner, 1995).

Nas plantas glicófitas, incluem-se a maioria das culturas agrícolas, que são caracterizadas pela baixa tolerância à salinidade (grupo III), ou crescimento praticamente inibido (grupo IV), mesmo sobre condições de salinidade não muito elevadas (Marschner, 1995; Flowers *et al.*, 2010).

Em contraste, as plantas halófitas (grupo I) crescem e completam todo o seu ciclo de vida sobre condições de elevada salinidade, apresentando um crescimento ótimo, próximo dos 200 mM NaCl (Flowers e Colmer, 2008).



**Figura 3.2.** Respostas de crescimento, de diferentes espécies, em função do aumento da concentração de NaCl (Adaptado de Marscher, 1995), Gama, 2006.

Por estarem sujeitas a ambientes tão hostis, estas plantas tiveram a necessidade de criar algumas estratégias, nomeadamente ao nível do seu metabolismo, para sobreviverem e se desenvolver. Exemplos destas estratégias, são:

- Desenvolvimento de suculência que resulta do aumento da diluição iónica mediante o aumento da relação volume/superfície externa (Ex. *Suaeda* spp., *Salicornia* spp.);
- Elevado grau de absorção de certos iões, como potássio, na presença de elevadas concentrações de sódio no meio exterior;
- Capacidade de acumulação, em certas partes da planta, de grandes quantidades de sais, provenientes do seu metabolismo, que depois acabam por ser eliminados juntamente com os órgãos que o armazenaram (Ex. raízes do *Elymus elongatus* e folhas de algumas espécies do género *Limonium*);

- Extrusão iônica através de glândulas especiais de sais, ou em certos casos, como em halófitas submersas, através de “bombas” que expulsam o sódio;
- Presença de pelos glandulosos na epiderme das páginas superiores e inferiores das plantas, onde a concentração de cloreto de sódio é muito mais elevada do que no interior da folha e no exsudado do xilema;
- Existência de glândulas de sal, que são responsáveis pelo conteúdo mineral de algumas halófitas (Costa, 2001).

Consoante a resposta das plantas halófitas ao meio salino, estas podem ser classificadas em três grupo:

- Halófitas obrigatórias, as que necessitam de um ambiente salino para se desenvolverem (Ex. *Salicornia* spp., *Sarcocornia* spp., *Suaeda* spp)
- Halófitas preferenciais, as que preferem ambientes salinos (Ex. *Juncus maritimus*, *Salsola vermiculata*);
- Halófitas de subsistência, as que toleram ambientes salinos (Ex. *Juncus acutus*, *Cotula coronopifolia*, *Phragmites australis*) (Costa, 2001).

Para além da tolerância à salinidade, as halófitas distinguem-se das glicófitas, também pela sua morfologia específica (como, caules ou folhas suculentas e redução das folhas), e pelos caracteres fisiológicos. Em média, estas plantas apresentam mais de 90% do sódio absorvido na sua parte aérea, onde 80% desse conteúdo encontra-se nas folhas (Silva, 2000).

Os mecanismos de resposta ao excesso de sal atuam também ao nível dos processos metabólicos: uma acumulação ou exclusão seletiva de iões para o ajuste osmótico; controlo da absorção de iões pelas raízes e sua translocação para as folhas; compartimentação de iões a nível celular; síntese de solutos compatíveis (osmólitos); alteração das vias fotossintéticas; alteração nas estruturas das membranas; indução de enzimas antioxidantes e indução de fitohormonas (Parida e Das, 2005).

As halófitas, têm a capacidade de utilizar altas quantidades de Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup>, contudo, estas tal como as glicófitas, não toleram grandes quantidades de sais no citoplasma. Deste modo, é necessário que se restrinja o excesso de sais nos vacúolos, ou que se compartimentem em tecidos diferentes, de modo a não comprometer as funções metabólicas normais (Partida e Das, 2005).

Esta remoção de  $\text{Na}^+$  do citoplasma ou compartimentação nos vacúolos é feito por enzimas transportadoras, antiporte de íons de sódio e prótons ( $\text{Na}^+/\text{H}^+$ ) (Partidas e Das, 2005; Apse *et al.*, 1999). O equilíbrio iônico nos vacúolos, é garantido pela acumulação de osmólitos, que atuam também como protetores das estruturas celulares (Zhifang e Loescher, 2003; Agawu, 2012).

Ao nível molecular, a tolerância ao sal nas halófitas, é conferido pela regulação de genes que respondem a este “stress” através de mecanismos de regulação dependentes ou independente de ácido abscísico (Mishra e Tanna, 2017). Estudos revelam que a tolerância a altas concentrações de salinidade, das plantas halófitas, resultam de uma maior expressão de genes constitutivos, presentes nestas plantas, em comparação às plantas glicófitas, sendo que muitos destes genes codificam para antiportes de  $\text{Na}^+/\text{H}^+$ , transportadores de potássio, para canais iônicos e proteínas envolvidas na proteção funcional, entre outros (Mishra e Tanna, 2017).

### **3.5. Efeitos da salinidade nas plantas**

Como referido anteriormente, os efeitos da salinidade nas plantas, incidem sobretudo na absorção e assimilação de nutrientes, déficit hídrico e toxicidade de íons, que por sua vez afetam vários processos fisiológicos e bioquímicos das plantas (Gama, 2006; Hasegawa *et al.*, 2000; Munns e Tester, 2008).

Relativamente à toxicidade provocada pela acumulação de  $\text{Na}^+$ , esta, pode ter efeitos sobre a capacidade fotossintética e/ou sobre o metabolismo celular das plantas. No primeiro caso, a toxicidade atua degradando pigmentos de clorofila e carotenoides (Davenport *et al.*, 2005), condicionando, por isso, a disponibilidade de hidratos de carbono para as folhas e rebentos jovens, e assim o normal crescimento da planta (Munns e Tester, 2008). Em relação à toxicidade no metabolismo celular, esta pode inibir a atividade de várias enzimas essenciais, divisão celular, distúrbio das membranas e desequilíbrio osmótico, podendo levar à inibição do crescimento das plantas (Agawu, 2012).

A sobre acumulação de  $\text{Na}^+$  pode também inibir outras atividades iônicas. É o caso da redução de taxa de absorção e translocação de potássio ( $\text{K}^+$ ) das raízes para os rebentos, resultado assim, numa maior concentração de  $\text{K}^+$  nas raízes do que nos rebentos (Kant e Kafkafi, 2002; Grattan

e Grieve, 1999). Alteração iónica, de  $K^+$ , pode alterar o equilíbrio osmótico, o normal funcionamento dos estomas, e as funções de algumas enzimas (Agawu, 2012).

### **3.6. Potencial das plantas halófitas**

As halófitas apresentam várias potencialidades, quer ao nível económico quer ao nível ecológico. Entre as várias alternativas à sua utilização destacam-se, o uso para reflorestação de solos afetados pelo sal (Ruan e tal., 2008), no ordenamento paisagista como alternativa para o uso de água salgada (Glenn et al., 2009); como fitorremediação de solos ou efluentes contaminados (Lim e Mendelssohn, 2009; Agawu, 2012); na produção de biocombustíveis; e ainda como vegetais gourmet para consumo humano (Agawu, 2012; Ventura *et al.*, 2015).

Estas espécies são caracterizadas também pela capacidade de sintetizar metabolitos secundários, como os açúcares, aminoácidos, compostos de amónio e antioxidantes, que apresentam funções de osmólitos e eliminadores de espécies reativas de oxigénio (ROS) (Hasegawa *et al.*, 2000).

Segundo alguns autores, os osmólitos podem ser potencialmente usados em alimentação funcional, atuando na prevenção de doenças e na promoção de saúde (Buhmann e Papenbrock, 2013).

Contudo, quando o uso destas plantas se destina ao consumo humano é necessário ter em consideração os fatores antinutricionais que estas plantas podem ter, representados pelos oxalatos, nitratos, fenóis, saponinas, taninos e sais, que em determinadas concentrações podem tornar-se tóxicas ao organismo (Kumar, 1991).

Assim, o alto potencial nutricional que estas plantas apresentam, aliado a uma crescente procura e consciencialização da população por uma alimentação mais saudável, torna o mercado das halófitas uma alternativa de consumo bastante interessante (Panta *et al.*, 2014).

Atualmente, já existem várias plantas halófitas, como é o caso da *Salicornia* spp., que estão a ser comercializadas como “vegetais gourmet” ou “legumes marinhos”, apresentando boas potencialidades económicas.

O crescente interesse na produção deste grupo de plantas para o consumo humano, tem resultado num maior investimento na investigação sobre outras espécies, como a *Inula crithmoides* e *Suaeda maritima*, testando as suas potencialidades como culturas economicamente rentáveis (Ventura *et al.*, 2015).

### 3.7. Caracterização das espécies

#### 3.7.1. *Suaeda maritima* (L.) Dumort

A classificação taxonómica desta espécie está descrita na Tabela 3.1.

**Tabela 3.1.** Classificação taxonómica da planta halófita *Suaeda maritima*

Classificação Taxonómica		
<b>Reino</b>	Plantae	Plantas
<b>Sub-reino</b>	Tracheobionta	Plantas vasculares
<b>Super-divisão</b>	Spermatophyta	Plantas com sementes
<b>Divisão</b>	Magnoliophyta	Plantas com flor
<b>Classe</b>	Magnoliopsida	Dicotiledóneas
<b>Sub-classe</b>	Caryophyllidae	
<b>Ordem</b>	Caryophyllales	---
<b>Família</b>	Chenopodiaceae	---
<b>Género</b>	<i>Suaeda</i>	---
<b>Espécie</b>	<i>Suaeda maritima</i> (L.) Dumort.	

Fonte: <https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=SUMA>

*Suaeda marítima*, vulgarmente conhecida como Valverde, é uma planta anual, glabra, terófito estival, com crescimento ereto (Figura 3.3). Apresenta várias ramificações atingindo 10 a 45cm de altura, de coloração verde ou avermelhado. O caule é não articulado, herbáceo e lenhificado na base. Apresentam folhas alternas, caulinares, carnudas, simples, alongadas, variando de 1 a 3 cm de comprimento, de forma semicilíndrica linear, obtusa ou aguda, de margens inteiras. Estas apresentam cor verde, opaco glaucoso, podendo ainda variar entre o roxo e o vermelho (Utad, s/d; Tela Botânica, 2011; Pedrol e Castroviejo, s/d).

Das axilas das folhas surgem inflorescências laxas, com glomérulos muito distanciados entre si. Cada glomérulo é composto por 1-3 (5) flores. Cada flor tem 5 tépalas, de cor verde, quando fechadas destaca-se uma antera no seu topo (Pedrol e Castroviejo, s/d).

É uma espécie ginomonóica, apresentando flores hermafroditas e femininas, na mesma planta, no primeiro caso, apresentam um carpelo rodeado de cinco estames, com cerca de 0,1mm-0,4mm e menos de 0,4mm, respectivamente (Tela Botânica, 2011; Pedrol e Castroviejo, s/d).

São autogâmicas, com disseminação do pólen pelo vento (anemofilia) ou pela água (hidrofilia) (Tela Botânica, 2011).

Perianto frutífero robusto, com forma globoso-deprimido, cujas peças são pouco ou não crassas, nele incluíse o fruto, que é um aquénio (Tela Botânica, 2011).

As sementes são geralmente horizontais, de cor negra, e com um diâmetro superior a 1,5mm (Tela Botânica, 2011; Pedrol e Castroviejo, s/d). Quando a temperatura do solo é inferior a 15°C, as sementes da *S. maritima* entram em dormência natural, com uma duração aproximada de 5 meses. Decorrente este período, as sementes levam cerca de duas a três semanas a germinar (Wetson, *et al.*, 2008).



**Figura 3.3.** *Suaeda maritima* (L.) Dumort.. a) Fruto (aquénio); b) talo com fruto e folhas; c) crescimento; d) pormenor das folhas. Adaptado. Fonte: <http://gobotany.newenglandwild.org/suaeda/maritima/>

### 3.7.2. *Inula crithmoides* L.

A classificação taxonômica desta espécie está descrita na tabela 3.2.

**Tabela 3.2.** Classificação taxonômica da planta halófito *Inula crithmoides*.

Classificação Taxonômica		
<b>Reino</b>	Plantae	Plantas
<b>Sub-reino</b>	Tracheobionta	Plantas vasculares
<b>Super-divisão</b>	Spermatophyta	Plantas com sementes
<b>Divisão</b>	Magnoliophyta	Plantas com flor
<b>Classe</b>	Magnoliopsida	Dicotiledóneas
<b>Sub-classe</b>	Asteridae	
<b>Ordem</b>	Asterales	---
<b>Família</b>	Asteraceae / Compositae	---
<b>Gênero</b>	<i>Inula</i>	---
<b>Espécie</b>	<i>Inula crithmoides</i> L.	

Fonte: <https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=INULA>

*Inula crithmoides* L., também vulgarmente conhecida como, Campana-Da-Praia é uma planta herbácea vivaz, ou subarbusciva lenhosa, podendo atingir de até 1 m de altura (caméfito) (Figura 3.4). Apresentam uma densa folhagem, com folhas inteiras, suculentas, alternas, lineares e glabras. As inflorescências são capítulos, com compridos pedúnculos. São compostas por flores femininas, com corola ligulada tridentada e unisseriadas, e por flores hermafroditas, com corola tubulosa 5-dentada, todas as flores são cor amarela. As brácteas involucrais são imbricadas, lineares e glabras, as brácteas externas são escariosas. Os frutos são aquênios cilíndricos (Da Almeida, 2009).

A propagação deve de ser feita por sementeira, durante a primavera ou outono (Pfaf, n/d). Apresentando floração nos meses de julho a agosto (Ventura *et al.*, 2015).

Esta espécie ocorre em solos salgados, com uma textura limpa e temporariamente encharcados, principalmente em áreas litorais (Gil *et al.*, 2014). Distribui-se em Portugal Continental, desde o litoral Algarvio até à Beira litoral (Naturdata, s/d).



**Figura 3.4.** *Inula crithmoides* (L.). a) planta completa; b) e c) flor. Adaptado. Fonte: <http://flora-on.pt/index.php#/OjiZ6>

## **4. Material e métodos**

Ao longo do ensaio foram realizadas várias tarefas que incluíram: sementeira em substrato inerte (fibra de coco); controlo e manutenção da solução nutritiva; controlo fitossanitário; cortes periódicos das plantas; análise das amostras vegetais recolhidas em cada corte e no final do ensaio foi determinada a biomassa da parte aérea.

### **4.1. Local do ensaio**

O ensaio foi realizado em estufa de polietileno nas instalações da empresa AgroOn, RiaFresh, enquadrado no projeto CRESC IeDT nº 17676 - “XtremeGourmet”- Plantas Extremófilas na Cozinha Gourmet. A determinação dos parâmetros de qualidade e biomassa do material vegetal foram realizados no Laboratório de Nutrição Vegetal da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade do Algarve.

### **4.2. Procedimento experimental**

#### **4.2.1. Material Vegetal**

As espécies estudadas neste ensaio foram *Suaeda maritima* e *Inula crithmoides* e todo o trabalho experimental e recolha de dados foi efetuado em estufas com uma superfície total de 400m<sup>2</sup> da empresa AgroOn (Faro, Portugal). A estufa apresentava uma orientação este-oeste, estrutura em aço, com cobertura de plástico térmico de três campanhas, 200 microns, com duas aberturas laterais com enrolador montado, em cada janela, existindo uma rede de proteção anti-insetos.

Apresentava ainda uma janela zenital, controlada pelo programador automático *Hortimar-Clima 300* (Maasdijk, Holanda), no interior da estufa, ligado a uma sonda de temperatura e humidade, e no exterior um anemómetro, que mede a velocidade do vento. A abertura zenital é assim acionada quando a temperatura no interior é superior a 25°C e quando a velocidade do vento for superior a 30 km/h.

No interior da estufa existia um ecrã térmico e de sombreamento (*TEMPA 5557 D*, Kinna, Suécia), auxiliando no controlo climático no interior da estufa, durante o dia conferiu sombreamento á cultura e durante a noite contribuiu na retenção de calor, na mesma. A base da estufa foi ainda coberta com tela em plástico.

Foram efetuadas várias campanhas de campo para recolha de material vegetal com sementes em outubro e novembro de 2016 e entre junho e setembro de 2017. As sementes maduras foram colhidas de plantas saudáveis na região do Algarve. Foram secas ao ar, limpas e armazenadas em recipientes herméticos, tendo sido mantidas, à temperatura ambiente até o início dos ensaios.

As plantas foram obtidas através de sementeira direta em substrato, no início da primavera e mantidas no mesmo local durante todo o seu desenvolvimento. As plantas de ambas as espécies foram cultivadas em mesas metálicas elevadas a 1 m do solo, num total de 36 placas alveoladas com substrato de fibra de coco. As plantas foram então sujeitas a duas inundações diárias, simulando as marés, sendo que as condições de cultivo foram iguais para todas as plantas (Figura 4.1).



**Figura 4.1.** Mesas em sistema de inundação com placas alveoladas com plantas.

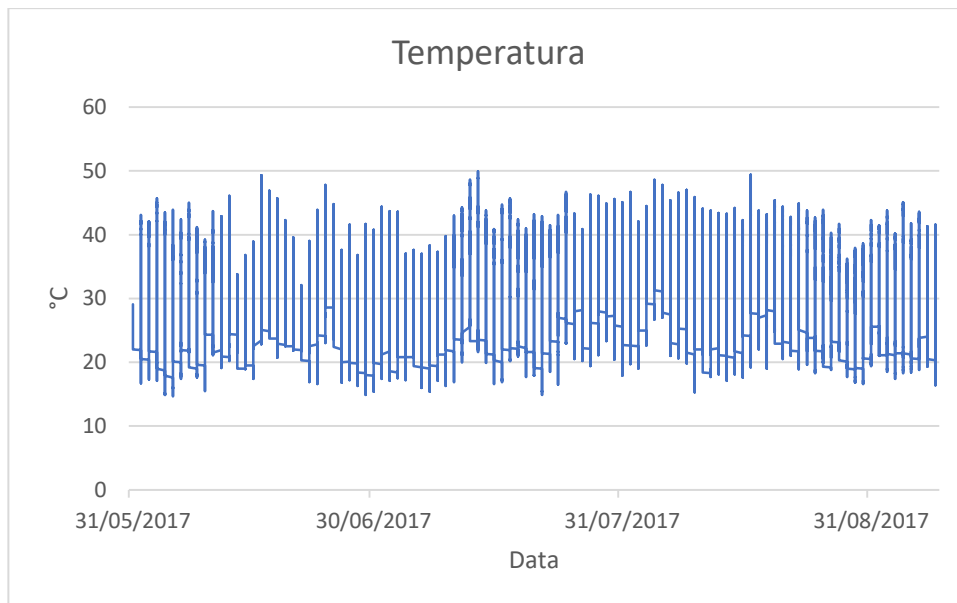
### **4.2.2. Fotoperíodo e Temperatura**

As condições de iluminação e temperatura do ar não foram manipuladas, respeitando um fotoperíodo natural e temperatura no ambiente da estufa.

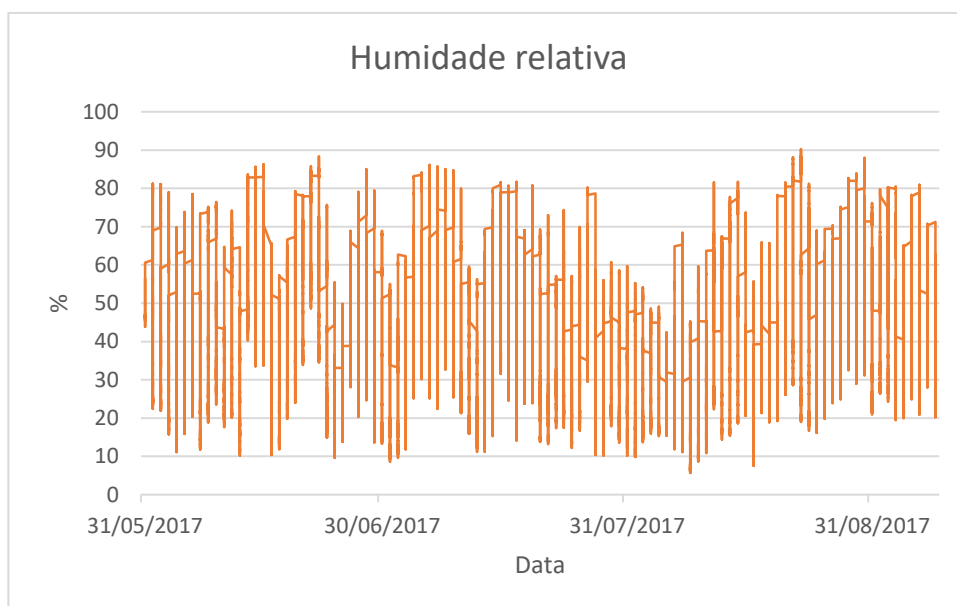
O ensaio decorreu entre a primavera e verão, com temperatura média máxima entre 21°C e 28°C, e uma temperatura mínima variando entre 13°C e 19°C.

Quanto às horas de luz (número médio de horas de sol por dia), registaram-se cerca de 9 horas na primavera e cerca de 12 horas no verão.

No interior da estufa foram registados valores de temperatura e humidade relativa, com recurso a medidores Clima Data Logger BL30, *Trotec*®. No intervalo de tempo dos registos, a temperatura variou entre um valor mínimo de 15 °C e um máximo de 50 °C (Gráfico 4.2). Já os valores de humidade relativa variaram entre 7 e 90% (Gráfico 4.3).



**Gráfico 4.1.** Registro de temperaturas no interior da estufa ao longo do ensaio.



**Gráfico 4.3.** Registro de humidade relativa no interior da estufa ao longo do ensaio.

### 4.2.3. Sistema hidropónico

Neste ensaio foi utilizado um substrato natural 100% fibra de coco (*Comercial Projar S.A.* Valencia, Espanha), colocado em placas alveolados, onde as plantas de desenvolveram.

#### **4.2.4. Soluções nutritivas**

As soluções nutritivas foram preparadas em tanques de 500 litros de capacidade com água proveniente de um furo, e onde foi dissolvido um adubo comercial (18:18:18), com as seguintes concentrações de macronutrientes (em ppm): 200  $\text{NO}_3^-$ , 144  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 144 de  $\text{K}_2\text{O}$  e micronutrientes (em ppm): 0,48 Mn-EDTA, 0,16 B, 0,15 Zn-EDTA, 0,08 Cu-EDTA, 0,02 Mo e 1 Fe-EDDHA.

Segundo análises realizadas á água do furo, esta apresentava um pH de 8.31, 0.656  $\text{dSm}^{-1}$ , salinidade de 317 mg/l e 254 mg/l de carbonato de cálcio.

Após a preparação da solução nutritiva, o pH final era ajustado para 6,5 com óxido de potássio. Cada nível de salinidade correspondeu a um tanque individual onde o NaCl foi adicionado e dissolvido na solução nutritiva até obter a condutividade elétrica pretendida em cada modalidade.

Foi efetuada a monitorização das soluções nutritivas, através de medições de pH e condutividade elétrica, efetuadas respetivamente por potenciómetro (Hanna Inst) e condutivímetro (Hanna Inst). Aproximadamente três vezes por semana, a solução nutritiva foi repostada com base nos dados do pH e CE. Uma vez por semana foi quantificado a concentração de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), através da absorvância num espectrofotómetro de UV-Visível (UV-160 A, Shimadzu Kyoto, Japão) a dois comprimentos de onda: a 220 nm para a determinação do  $\text{NO}_3^-$  e a 275 nm como fator de correção de matéria orgânica que possa existir (Hoather e Rackham, 1959).

Ao longo do ensaio o ajuste da adubação foi efetuado quando a concentração do  $\text{NO}_3^-$  baixava dos 100 ppm, a condutividade elétrica ajustada com NaCl e o pH ajustado com oxido de potássio.

#### **4.2.5. Distribuição do ensaio e Localização**

As duas espécies estudadas foram distribuídas por seis mesas de cultivo correspondendo cada uma, a uma determinada salinidade. Cada mesa conteve seis placas, distribuídas aleatoriamente, correspondendo às três repetições para cada espécie. (Figura 4.4).

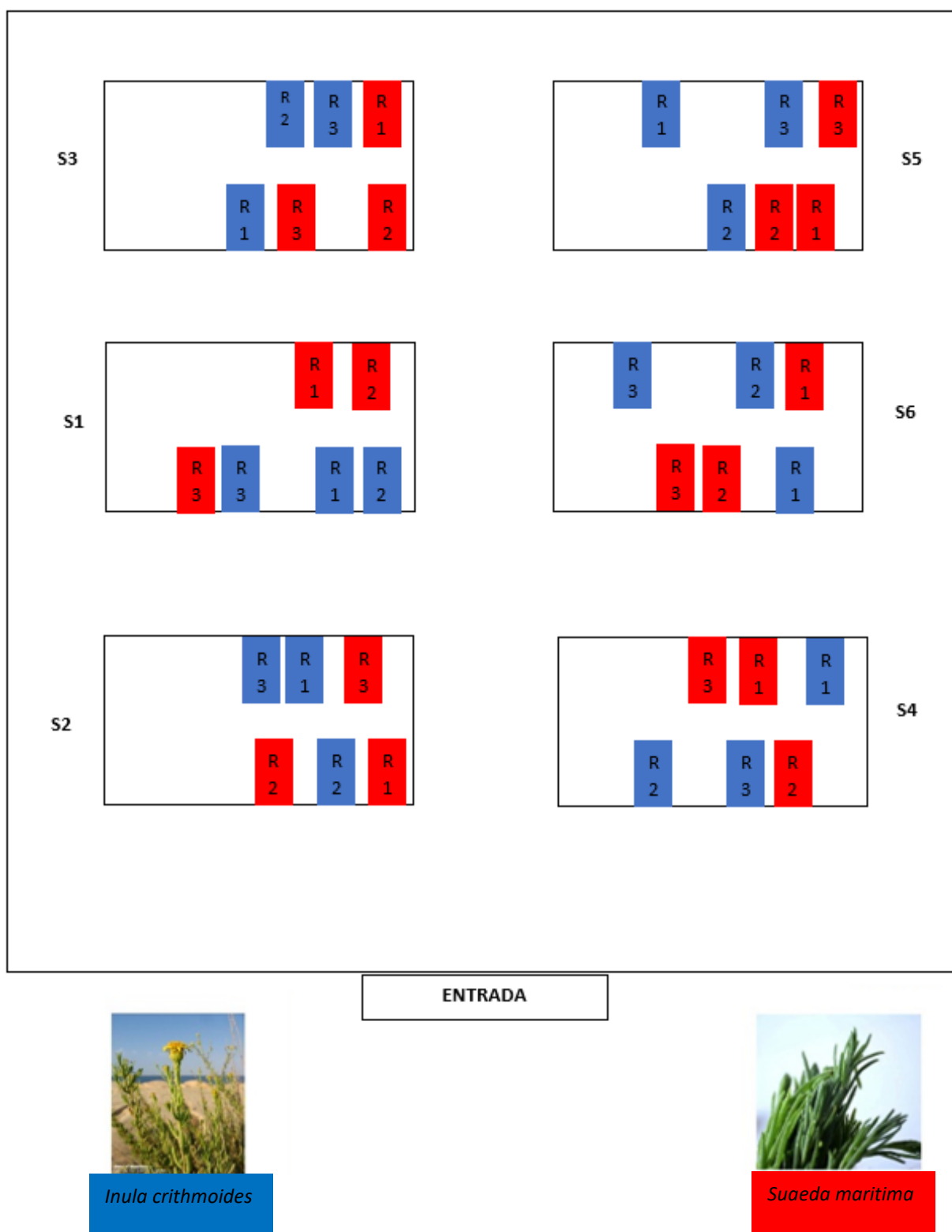


Figura 4.4. Distribuição do ensaio, esquema da estufa.

#### 4.2.6. Colheita do material vegetal

As espécies estudadas, foram sujeitas a vários cortes periódicos para colheita de biomassa. As datas dos cortes foram determinadas pelo crescimento de cada espécie, tendo-se considerado um crescimento aproximado de 15 cm dos ramos de cada espécie, por se considerar, corresponder a uma biomassa (produtividade) economicamente viável. Sempre que o crescimento de cada espécie não se aproximasse do valor referido, não eram efetuados cortes.

Uma vez que a produtividade foi fortemente comprometida pela salinidade da solução nutritiva, nem sempre foi possível proceder ao corte de todas as plantas. A tabela 4.1 mostra as recolhas feitas durante o ensaio.

**Tabela 4.1.** Datas de corte (ou colheitas) de material vegetal feitas durante o ensaio.

<b>Espécie</b>	<b>Corte</b>	<b>Salinidade</b>	<b>Data</b>
<i>Inula crithmoides</i>	1º	S1a S6	06/06/2017
	2º	S1a S3	10/07/2017
	3º	S1e S2	04/09/2017
	4º	S1	08/10/2017
<i>Suaeda maritima</i>	1º	S1 a S6	26/06/2017
	2º	S1 a S3	24/07/2017
		S4a S6	11/09/2017
	3º	S1 a S3	11/09/2017
	4º	S1 e S2	08/10/2017

O tempo decorrido entre a sementeira e o primeiro corte, para *Inula crithmoides* e para *Suaeda maritima*, foram 92 dias e 93 dias, respetivamente.

### **4.3.Modalidades estudadas**

Para o ensaio foram testados seis níveis de salinidade diferentes (S1, S2, S3, S4, S5 e S6) baseadas nas concentrações de NaCl traduzidas pela condutividade elétrica da solução nutritiva final (adubo + NaCl):

- S1- 5 dS m<sup>-1</sup>
- S2- 13 dS m<sup>-1</sup>
- S3- 21 dS m<sup>-1</sup>
- S4- 29 dS m<sup>-1</sup>
- S5- 37 dS m<sup>-1</sup>
- S6- 45 dS m<sup>-1</sup>

Assim, cada modalidade foi composta por três repetições (placas), em que cada repetição ocupou uma área aproximada de 0,14 e 0,22 m<sup>2</sup>. Até ao início da germinação a rega foi feita apenas com água, e posteriormente com a respetiva solução nutritiva. O aumento de NaCl também foi faseado até à concentração mais elevada, para permitir a adaptação das plantas.

### **4.4.Parâmetros estudados nas plantas**

Para o ensaio, foram analisados diferentes parâmetros morfológicos e fisiológicos ao longo do tempo e para cada uma das espécies selecionadas.

A produtividade total, foi quantificada com base na biomassa em fresco da parte aérea colhida por área e por tempo (gm<sup>-2</sup>dia<sup>-1</sup>) decorrido desde a germinação, para o 1º corte e posteriormente o tempo decorrido entre os diferentes cortes (a partir do 2º corte).

Foi ainda quantificada a produtividade comerciável, uma vez que nem toda a biomassa recolhida tem valor comercial.

Foi avaliada a CE das plantas com objetivo de traduzir o “sabor a sal” através da medição da CE do extrato das plantas em fresco. Foram colhidas amostras de cada modalidade, maceradas em laboratório numa proporção de 1:10 com água destilada e efetuado o registo da CE utilizando um condutivímetro (Hanna Inst).

O teor de sólidos solúveis (TSS) fornece uma indicação da quantidade relativa de açúcares totais e foi expresso em grau Brix. Foi determinado através do índice de refração do macerado sem diluição pela utilização de um refratómetro digital (Atago Palette, PR101).

#### 4.4.1. Características Físico-químicas

Ao longo do ensaio, foram recolhidas amostras de cada modalidade e repetição, para cada espécie em estudo.

A fração vegetal utilizada para as respetivas análises físico químicas, corresponderam á parte comercializável das duas espécies estudadas, representadas na figura 4.5.

As amostras de cada espécie, foram transportadas até ao laboratório de Nutrição Vegetal da Universidade do Algarve, onde se realizaram medições biométricas (pesos frescos, altura dos talos e diâmetro do caule) e análises de qualidade dos tecidos (condutividade elétrica (CE) e teor de sólidos solúveis (TSS)).



**Figura 4.5.** Fração vegetal comercializável. a) *Inula crithmoides*; b) *Suaeda maritima*. Fonte: ©Florinda Gomes

#### 4.4.1.1. Qualidade dos Tecidos

##### 4.4.1.1.1. Condutividade Elétrica (CE)

As plantas colhidas, ao longo do ensaio, foram maceradas em laboratório, com recurso a um almofariz, obtendo-se um extrato da planta em fresco, para análise. O extrato foi diluído numa proporção de 1:10 com água destilada e efetuado o registo da CE utilizando um condutivímetro portátil (Hanna Inst, Figura 4.6) e os resultados apresentados em  $\text{dSm}^{-1}$ .



Figura 4.6. Condutivímetro portátil, Hanna Inst..

#### 4.4.1.1.2. Teor de Sólidos Solúveis (TSS)

O total de sólidos solúveis, expresso em ° Brix, foi determinado através do índice de refração pela leitura direta do macerado de cada espécie utilizando um refratômetro digital, figura 4.7 (Atago Palette, PR101).



Figura 4.7. Refratômetro digital, Atago Palette, PR101).

#### 4.4.1.2. Qualidade nutricional

##### 4.4.1.2.1. Preparação de amostras

Em cada corte realizado foi retirada uma amostragem das plantas de *Inula crithmoides* e congeladas a -20 ° C. Posteriormente foram liofilizadas e moídas com um moinho (IKA MF10) de modo a homogeneizar o material vegetal. As amostras foram armazenadas em sacos fechados e colocadas num exsiccador até serem realizadas as análises de composição mineral e conteúdo em vitaminas e carotenoides.

#### 4.4.1.2.2. Composição mineral

A composição mineral foi determinada nas plantas colhidas no primeiro corte, através dos métodos normalizados descritos pela Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C., 1990). Para tal, pesaram-se 200 mg de material vegetal correspondente a cada salinidade, com 3 repetições por tratamento. As amostras foram incineradas por via seca numa mufla à temperatura de 525°C durante 5 horas. Posteriormente procedeu-se à digestão ácida das cinzas com 2 ml de HNO<sub>3</sub> (65%) e 1 ml de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, numa placa de aquecimento a 60 °C até se obter um resíduo esbranquiçado (quando se considerou que toda a matéria orgânica estaria completamente digerida). Finalmente, solubilizou-se o resíduo em 20 ml de HNO<sub>3</sub> a 5%.

A concentração de macronutrientes (K, Mg, Ca e Na) e micronutrientes (Cu, Fe, Zn e Mn) das plantas foi determinada por espectrofotometria de emissão atômica com plasma de micro-ondas (MP-AES; Agilent 4200 MP-AES, Austrália). A concentração de macronutrientes e micronutrientes foi expressa em mg g<sup>-1</sup> e em µg g<sup>-1</sup>, respetivamente.

#### 4.4.1.2.3. Extração e quantificação de vitaminas

A quantificação de vitaminas e carotenoides foi feita nas plantas do primeiro corte de *Inula crithmoides* e determinada de acordo com o método descrito em Santos *et al.*, 2012.

Resumidamente, pesaram-se 250 mg de material vegetal liofilizado. De seguida procedeu-se à extração das vitaminas com acetato de amónio (10 mM) e uma solução aquosa de metanol (50:50 v/v) na presença de BHT (0,01%) e de ácido hipúrico (2,5 µg ml<sup>-1</sup>). As amostras foram homogeneizadas e colocadas num banho de ultrassons a 20 °C e durante 15 minutos e finalmente centrifugadas a 12,500 g durante 20 minutos. Durante o processo de extração as amostras foram mantidas no gelo e no escuro de modo a minimizar a degradação.

O sobrenadante, correspondente à fração das vitaminas hidrossolúveis, foi concentrado com um jato suave de azoto, ressuspenso em 1 mL e filtrado através de um filtro de nylon de 0,22 µm. As amostras foram mantidas a -80 °C até à análise por HPLC (High Performance Liquid Chromatography; Cromatografia Líquida de Alta Eficiência).

Do resíduo da centrifugação procedeu-se à extração das vitaminas lipossolúveis e carotenóides. Para tal, ressuspendeu-se o resíduo em acetato de etilo contendo BHT (0,01%). A extração prosseguiu em banho de ultrassons a 20 °C e durante 15 minutos, após o qual foram centrifugadas a 12,500 g durante 20 minutos. O sobrenadante foi recuperado e o processo repetido mais duas vezes. Os três extratos foram combinados, secos com um jato suave de azoto e dissolvidos em 1 ml de acetato de etilo. Finalmente filtrou-se com filtro de membrana PTFE (politetrafluoretileno) de 0,22 µm e as amostras foram guardadas a -80 °C até à análise.

A quantificação de vitaminas e carotenoides foi feita com um Sistema Analítico HPLC da Dionex Corporation - Summit (Sunnyvale, EUA) acoplado a um detetor de cromatografia de rede de fotódiodos PDA 100, e equipado com um injetor de amostras automatizado. A separação cromatográfica foi feita por uma coluna LiChroCART® RP-18 (5µm, 250x4 mm, LiChrospher®).

As vitaminas hidrossolúveis analisadas foram o ácido ascórbico (vitamina C) e piridoxina (vitamina B6). A coluna foi estabilizada a 25°C e o volume de amostra injetado foi 10 µl. Como eluentes utilizaram-se uma solução de acetonitrilo denominado solvente A e 0,01% de ácido trifluoroacético (TFA) denominado solvente B. Foi aplicado um fluxo de 0,6 ml min<sup>-1</sup> e a seguinte programação de solventes: 0-3 minutos - 8% de A; 3-11 minutos - 98% A; 11-30 minutos - 98% A.

Os carotenoides luteína e β-caroteno também foram analisados utilizando o seguinte procedimento, igualmente usado no procedimento analítico das vitaminas lipossolúveis. O volume de amostra injetado foi de 100µl e a coluna foi estabilizada a 20°C. Aplicou-se um fluxo de 1 ml min<sup>-1</sup>. Os eluentes utilizados foram uma solução de acetonitrilo:água (90:10, v/v) denominado solvente A e acetato de etilo denominado solvente B. A programação de solventes foi a seguinte: 0 minutos 100% A; 0-16 minutos - 40% A; 16-30 minutos - 40% A.

Os cromatogramas foram registados a um comprimento de onda de 280 nm para a análise de vitaminas e a 400 nm para os carotenoides. A quantificação foi feita pelo método do padrão externo, através de retas de calibração efetuadas para cada composto analisado, utilizando as áreas de cada pico. Os valores finais de teor de vitaminas hidrossolúveis foram expressos em mg 100 g<sup>-1</sup> de peso fresco, e em µg 100g<sup>-1</sup> de peso fresco no caso da coлекаliferol e dos carotenoides.

#### **4.4.1.3. Teor de Humidade**

A humidade das plantas foi determinada por gravimetria. A biomassa fresca (peso fresco (PF), em gramas) após a colheita foi imediatamente colocada numa estufa com ventilação a 105°C. Após 16 horas foi determinada a biomassa seca (peso seco (PS), em gramas). A humidade (em %) foi calculada pela seguinte fórmula:

$$\text{Humidade (\%)} = 100 - \left( \frac{PS \times 100}{PF} \right)$$

#### **4.4.2. Produtividade**

As produtividades resultaram das pesagens em fresco da parte aérea, das plantas.

Para a produtividade comercial, foram selecionadas partes da planta, de cada espécie, que apresentava características (aspeto e dimensão), adequados para serem comercializados.

A produtividade total resultou das pesagens de toda a planta colhida, em fresco, em cada corte, antes de se selecionar a parte comercial. Esta foi quantificada com base na biomassa colhida por área e por tempo decorrido desde a germinação (1º corte) ou entre os diferentes cortes (a partir do 2º corte).

Ambas as produtividades foram dimensionadas em gm<sup>-2</sup>dia<sup>-1</sup>.

#### **4.4.3. Biomassa e Parâmetros de crescimento**

Para a determinação da biomassa final, e o crescimento, para cada espécie, foram selecionadas, aleatoriamente, cinco plantas para cada modalidade.

As plantas foram colhidas no momento do último corte, dia 8 de outubro. Foram levadas para laboratório, e as plantas divididas em parte radicular e parte aérea para a determinação de peso fresco e peso seco, obtidos numa balança de precisão (*Sartorius BP 2100*, Goettingen, Alemanha). Também foram avaliados parâmetros morfológicos das plantas, como altura, diâmetro e número de flores.

Para estas análises foram consideradas todas as componentes da parte aérea das plantas, de cada espécie.

A parte radicular não foi considerada para análise, por ter estado confinada à área do alvéolo, e por essa razão o desenvolvimento radicular ficou limitado à pequena área do alvéolo.

#### **4.5. Análise estatística**

Todos os dados recolhidos ao longo do ensaio foram analisados estatisticamente no programa Statistical Package for Social Science (SPSS) versão 25. Para os efeitos das concentrações de NaCl foram efetuadas análises de variância simples (ANOVA) e a comparação das médias pelo teste de Duncan, com intervalo de significância de 95%.

## 5. Resultados e Discussão

### 5.1. Produtividade

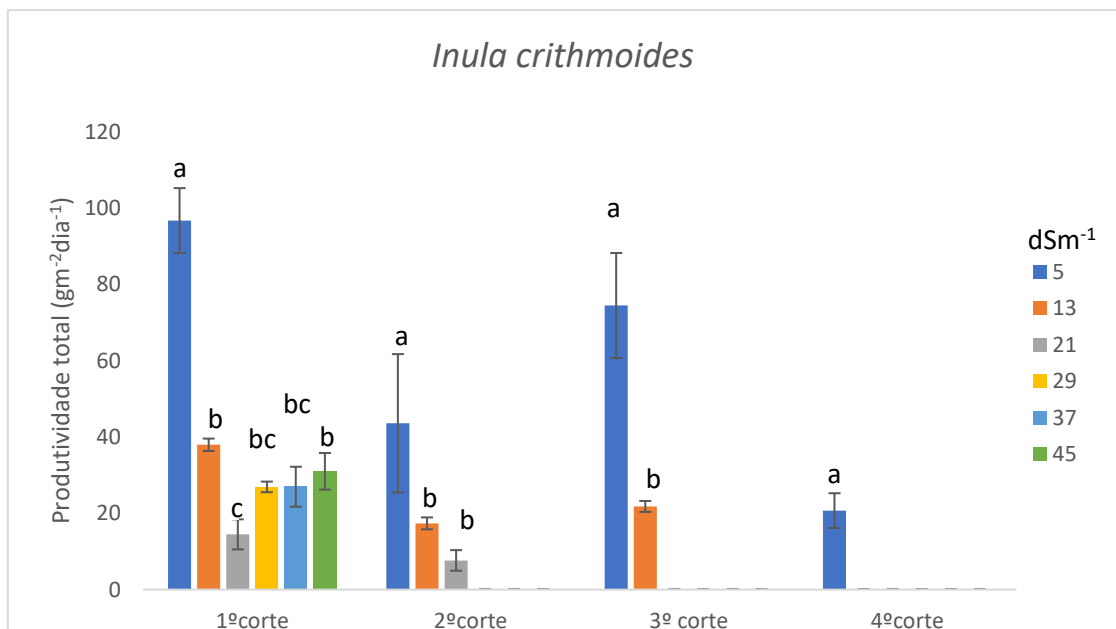
#### 5.1.1. Total e Comercial

As produtividades totais e comerciais das espécies estudadas foram analisadas ao longo do tempo, tendo variado o número de cortes devido aos diferentes ritmos de crescimento das espécies, e o nível de salinidade.

Para a produtividade comercial, foi considerada as folhas dos rebentos jovens que apresentaram características comerciais favoráveis, nomeadamente o aspeto.

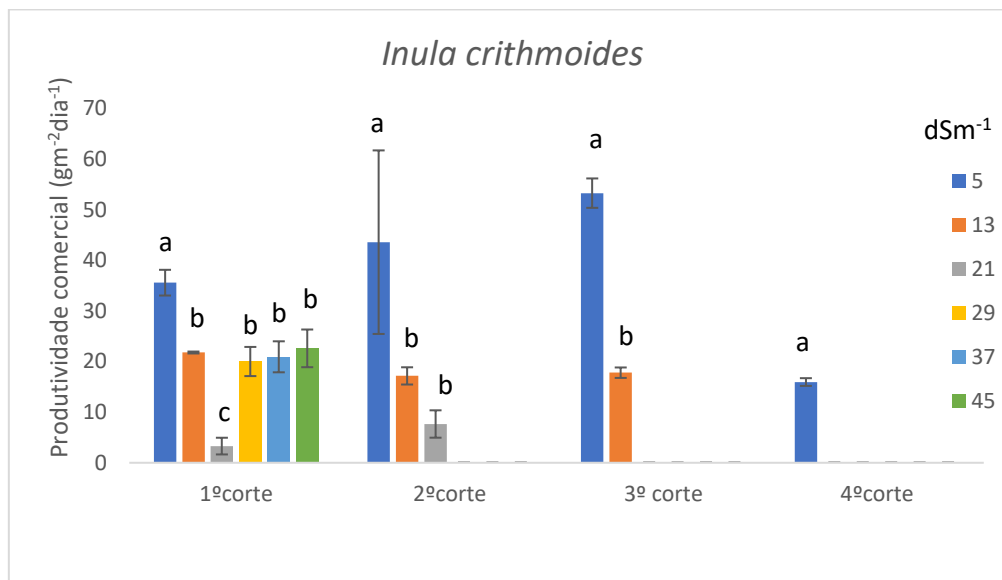
A produtividade total da espécie *Inula crithmoides*, apresentada no gráfico 5.1, mostrou que à salinidade mais baixa (5 dSm<sup>-1</sup>) as plantas tiveram um maior crescimento, para cada um dos quatro cortes, mostrando uma diferença significativa superior em relação aos restantes níveis de salinidade.

Já no segundo corte verificou-se um efeito nitidamente negativo a partir da salinidade de 29 dSm<sup>-1</sup>, resultando numa ausência de biomassa da parte aérea.



**Gráfico 5.1.** Médias e respetivo erro padrão (EP) para a produtividade total (gm<sup>-2</sup>dia<sup>-1</sup>) da *Inula crithmoides* ao longo de 4 cortes, para os diferentes níveis de salinidade (dSm<sup>-1</sup>). Para cada data colunas com a mesma letra não são significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ; teste de Duncan).

Em relação à produtividade comercial, gráfico 5.2, da mesma espécie, verificou-se que segue a mesma tendência que a produção total, podendo-se verificar que foi no terceiro corte, à salinidade de 5 dSm<sup>-1</sup>, que se obteve-se uma produtividade média com interesse comercial, mais elevado, correspondendo a cerca de 53 gm<sup>-2</sup>dia<sup>-1</sup>.



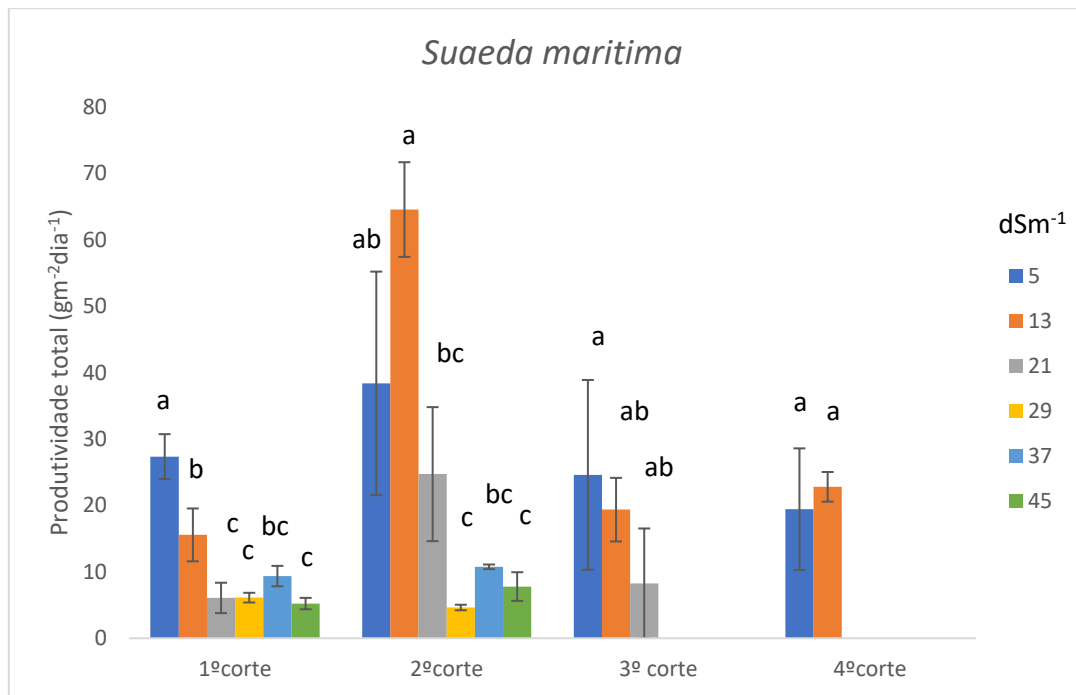
**Gráfico 5.2.** Médias e respetivo erro padrão (EP) para a produtividade comercial (gm<sup>-2</sup>dia<sup>-1</sup>) da *Inula crithmoides*, ao longo de 4 cortes para os diferentes níveis de salinidade (dSm<sup>-1</sup>). Para cada corte colunas com a mesma letra não são significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ; teste de Duncan).

O gráfico 5.3, apresenta as produtividades médias totais da *Suaeda maritima*.

Para esta espécie verificou-se que o segundo corte foi o que apresentou uma maior produtividade total, para todos os níveis de salinidade, em particular para a salinidade de 13 dSm<sup>-1</sup>.

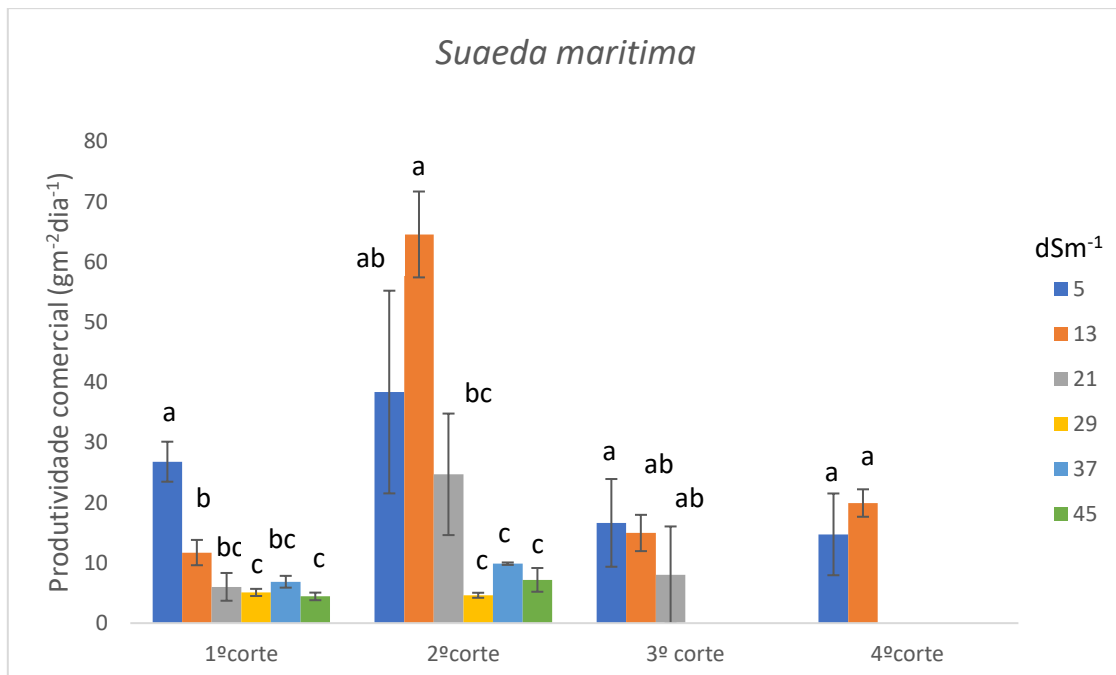
Em comparação com *Inula crithmoides*, esta espécie, revelou suportar maiores níveis de salinidade, tendo sido possível realizarem-se mais cortes ao longo do tempo. Pode-se verificar nos respetivos gráficos de produtividade média total da *Inula crithmoides* (Gráfico.5.2), que para o segundo corte apenas foi possível para as salinidades 5, 13 e 21 dSm<sup>-1</sup>, e para *Suaeda maritima*, só a partir do terceiro corte é que as três salinidades mais altas deixam de ter crescimento (Gráfico 5.3).

No primeiro corte verificou-se uma diferença significativa superior da salinidade mais baixa em relação às restantes. O mesmo não se verificou nos restantes cortes, entre o nível de salinidade de 5 e 13 dSm<sup>-1</sup>, onde não se verificaram diferenças significativas, entre as mesmas.



**Gráfico 5.3.** Média e respectivo erro padrão (EP) para a produtividade total ( $\text{gm}^{-2}\text{dia}^{-1}$ ) da *Suaeda maritima* ao longo de 4 cortes para os diferentes níveis de salinidade ( $\text{dSm}^{-1}$ ). Para cada corte colunas com a mesma letra não são significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ; teste de Duncan).

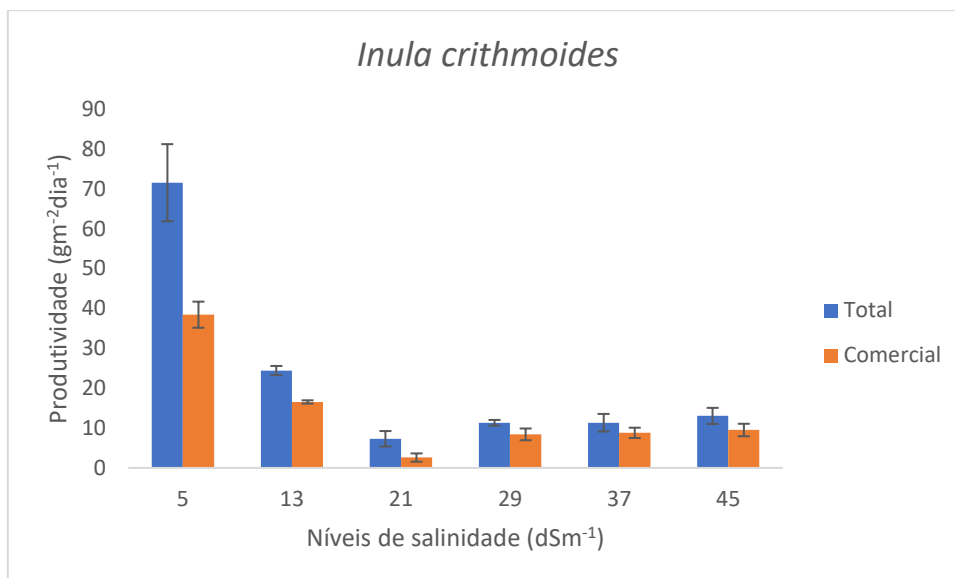
Tal como no caso da *Inula crithmoides*, *Suaeda maritima* seguiu a mesma tendência de produtividade total e comercial (Gráfico 5.4). Também se verificou que esta espécie em comparação à *Inula crithmoides*, apresenta valores de produtividade comercial mais elevadas, atingindo um valor máximo de, cerca de,  $63 \text{ gm}^{-2}\text{dia}^{-1}$ , para a salinidade de  $13 \text{ dSm}^{-1}$ , no segundo corte.



**Gráfico 5.4.** Médias e respetivo erro padrão (EP) para a produtividade comercial ( $\text{gm}^{-2}\text{dia}^{-1}$ ) da *Suaeda maritima* ao longo de 4 cortes para os diferentes níveis de salinidade ( $\text{dSm}^{-1}$ ). Para cada corte colunas com a mesma letra não são significativamente diferentes ( $p>0,05$ ; teste de Duncan).

### 5.1.2. Total vs. Comercial

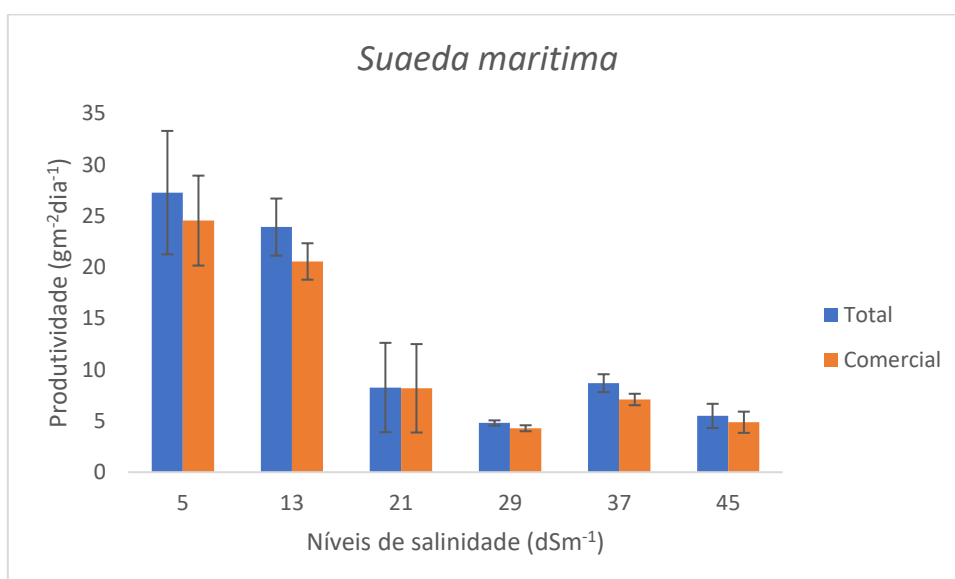
O gráfico 5.5, evidenciou que para *Inula crithmoides* ao nível de salinidade de  $5 \text{ dSm}^{-1}$ , foi a que apresentou uma maior produtividade, quer total ( $71,5 \text{ gm}^{-2}\text{dia}^{-1}$ ) quer comercial ( $38 \text{ gm}^{-2}\text{dia}^{-1}$ ) tendo em conta 214 dias de crescimento onde foram efetuados 4 cortes de material vegetal. Por sua vez a salinidade se  $21 \text{ dSm}^{-1}$ , foi a que apresentou menor produtividade, total e comercial, com valores aproximados de  $7 \text{ gm}^{-2}\text{dia}^{-1}$  e  $3 \text{ gm}^{-2}\text{dia}^{-1}$ , respetivamente.



**Gráfico 5.5.** Médias e respetivo erro padrão (EP) da produtividade total (gm<sup>-2</sup>dia<sup>-1</sup>) e comercial (gm<sup>-2</sup>dia<sup>-1</sup>) da *Inula crithmoides* considerando 214 dias de ensaio para os diferentes níveis de salinidade (dSm<sup>-1</sup>).

No caso da *Suaeda maritima*, gráfico 5.6, os níveis de salinidade que apresentaram melhores produtividades foram as plantas que cresceram nas duas salinidades mais baixas (5 e 13 dSm<sup>-1</sup>).

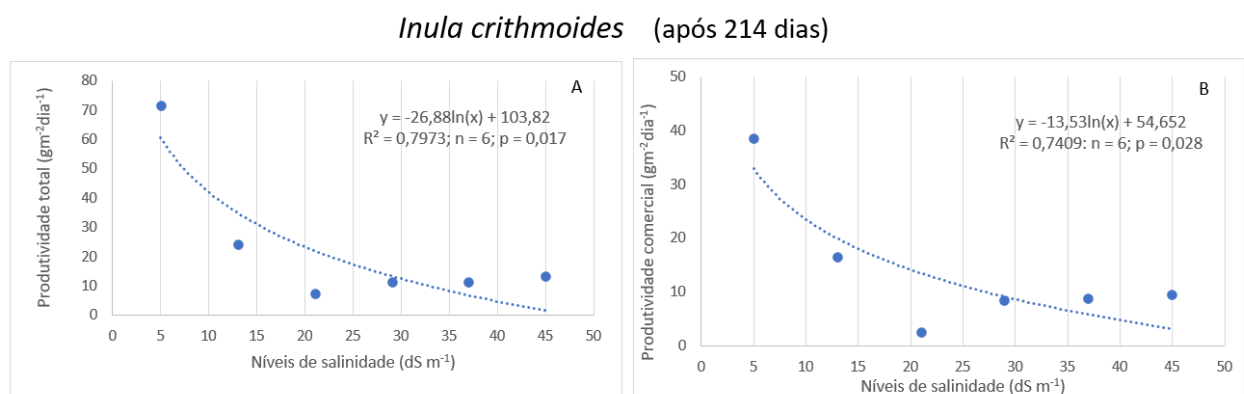
Neste caso, a produtividades total e comercial, mais alta, que se verificam foram de 27,3 gm<sup>-2</sup>dia<sup>-1</sup> e 25 gm<sup>-2</sup>dia<sup>-1</sup>, respetivamente.



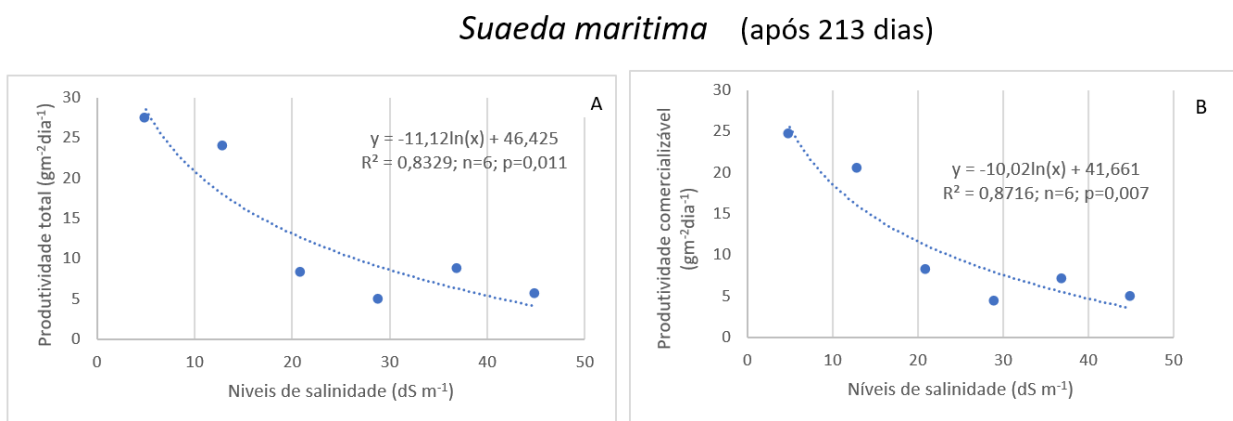
**Gráfico 5.6.** Médias e respetivo erro padrão (EP) da produtividade total (gm<sup>-2</sup>dia<sup>-1</sup>) e comercial (gm<sup>-2</sup>dia<sup>-1</sup>) da *Suaeda maritima* considerando 213 dias de ensaio para os diferentes níveis de salinidade (dSm<sup>-1</sup>).

Tal como acontece com *Inula crithmoides*, também *Suaeda maritima* segue a mesma tendência, no sentido em que, para todas os níveis de salinidades, produtividade total é superior á comercial. Contudo, observou-se que, para *Suaeda maritima* a diferença entre produtividade total e comercial não é tão elevada como para *Inula crithmoides*.

Este facto, pode ser também facilmente observável, nos gráficos 5.7 e 5.8, que apresentam respetivamente as produtividades médias totais e comerciais da *Inula crithmoides* e *Suaeda maritima*, tendo em conta os 214 e 213 dias de crescimento, respetivamente, com respetivas curvas de tendência e equações logarítmicas. Ambas as espécies comportaram-se de forma similar, no sentido do decréscimo das produtividades com o aumento da salinidade.



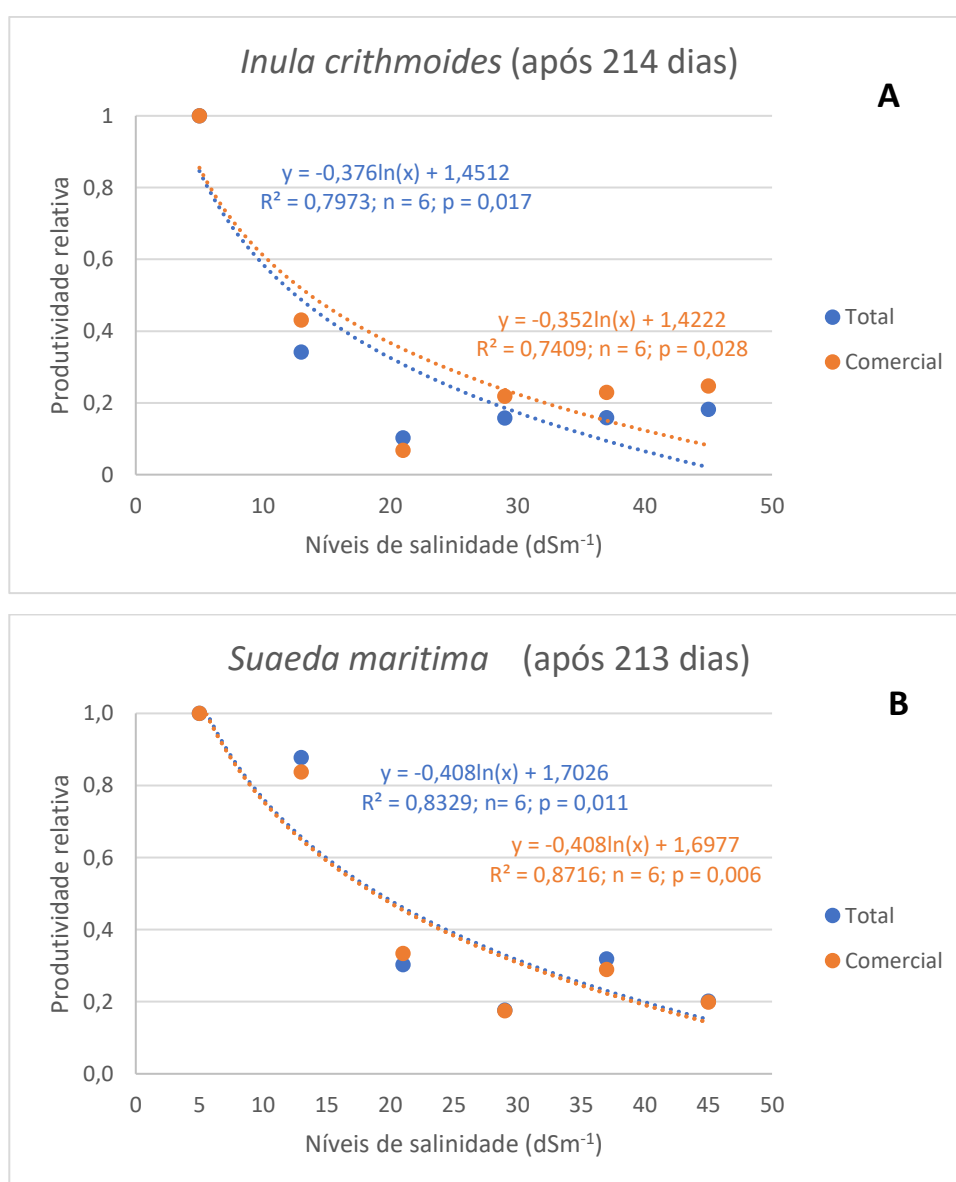
**Gráfico 5.7.** Médias das produtividades da *Inula crithmoides* considerando 214 dias de desenvolvimento.  $R^2$ , coeficiente de determinação,  $n$ , número de amostras,  $p$ , nível de significância. A- Para produtividade total ( $\text{gm}^2\text{dia}^{-1}$ ). B- Para produtividade comercial ( $\text{gm}^2\text{dia}^{-1}$ ).



**Gráfico 5.8.** Médias das produtividades da *Suaeda maritima* considerando 213 dias de desenvolvimento.  $R^2$ , coeficiente de determinação,  $n$ , número de amostras,  $p$ , nível de significância. A- Para produtividade total ( $\text{gm}^2\text{dia}^{-1}$ ). B- Para produtividade comercializável ( $\text{gm}^2\text{dia}^{-1}$ ).

### 5.1.3. Modelos de resposta à salinidade

Para cada espécie, o peso fresco obtido nas produtividades totais e comerciais no decorrer do ensaio foram correlacionados com o nível de salinidade na solução nutritiva. Os melhores modelos, ou seja, aqueles com o maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ) obtido para cada produtividade estão exemplificados nos gráficos 5.9.



**Gráfico 5.9.** Relação entre o nível de salinidade ( $dS m^{-1}$ ) e as produtividades relativas (total e comercial) no final do ensaio.  $R^2$ , coeficiente de determinação,  $n$ , número de amostras,  $p$ , nível de significância. **A-** Para a *Inula crithmoides*. **B-** Para a *Suaeda maritima*.

Com base nesses modelos, foi possível estimar o  $SI_{50}$  (o nível de salinidade associado a uma redução de 50% das produtividades máximas para cada espécie (Tabela 5.1).

**Tabela 5.1.** Rendimento médio da salinidade ( $SI_{50}$ ,  $dSm^{-1}$ ) para as produtividades relativas de cada espécie no final do ensaio.

Espécie	Produtividade relativa	$SI_{50}$ ( $dSm^{-1}$ )
<i>Inula crithmoides</i>	Total	12,6
	Comercial	13,7
<i>Suaeda maritima</i>	Total	19,1
	Comercial	18,8

Pode-se verificar que *Suaeda maritima* apresenta maior  $SI_{50}$  na solução nutritiva comparativamente à *Inula crithmoides*. Num ciclo de produção *Suaeda maritima* pode tolerar uma salinidade de  $18,8 dSm^{-1}$  enquanto *Inula crithmoides* tolera apenas  $13,7 dSm^{-1}$ .

## 5.2. Características Físico Químicas

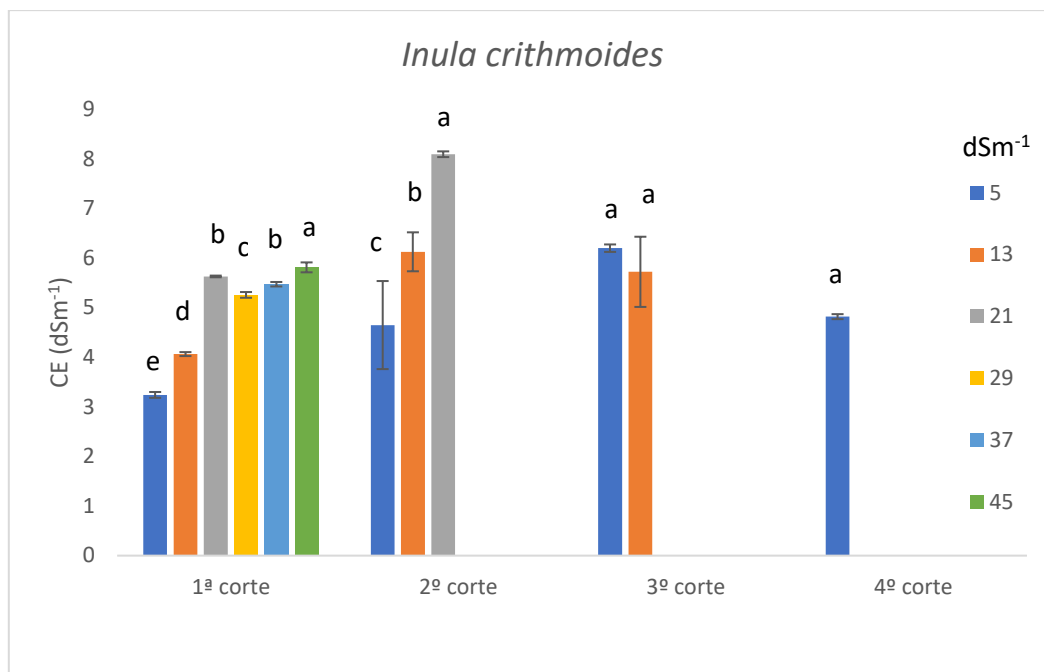
### 5.2.1. Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica, através da capacidade de uma solução aquosa transportar corrente elétrica, indica a concentração total de íões presentes nessa solução (Azerêdo *et al.*, 2008). Esta característica indica a concentração de sais ionizados, fornecendo assim um parâmetro de estimativa de quantidade de sal (NaCl), ou por outro lado, o sabor a sal, da planta.

No gráfico 5.10, pôde-se observar que a condutividade elétrica, para a *Inula crithmoides*, é superior nos níveis de salinidade mais elevados. No primeiro corte verifica-se uma diferença significativa entre todos os níveis de salinidade, sendo que os níveis de salinidade de 21 e 37  $dSm^{-1}$ , não apresentaram diferenças significativas.

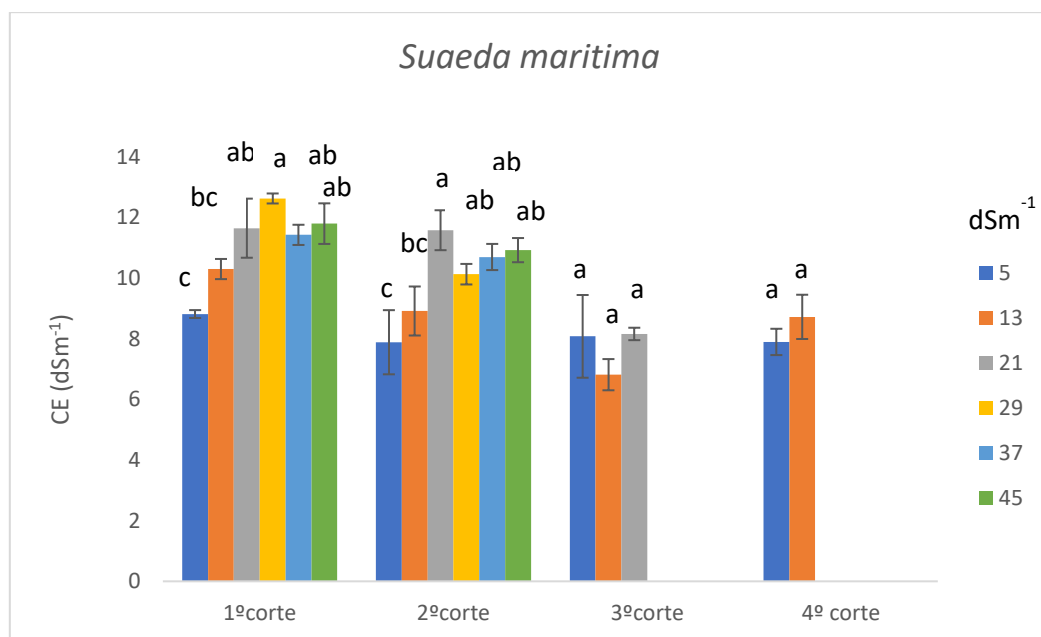
A partir do terceiro corte deixam de se verificar diferenças significativas na acumulação de sais de NaCl na planta, para os diferentes níveis de salinidade.

As condutividades elétricas das plantas, observadas nesta espécie variaram de um valor mínimo de 3  $dSm^{-1}$  (no primeiro corte para a salinidade 5  $dSm^{-1}$ ) até um valor máximo de 8  $dSm^{-1}$ , observado no segundo corte para a salinidade de 21  $dSm^{-1}$ .



**Gráfico 5.10.** Médias e respectivo erro padrão (EP) da condutividade elétrica (CE, dSm<sup>-1</sup>) para a *Inula crithmoides* ao longo de 4 cortes para diferentes níveis de salinidade. Para cada corte colunas com a mesma letra não são significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ; teste de Duncan).

Para *Suaeda maritima*, apenas se verificam diferenças significativas no primeiro corte entre os níveis de salinidade 5 e 29 dSm<sup>-1</sup>, e no segundo corte entre os níveis de salinidade de 5 e 21 dSm<sup>-1</sup>. Nos restantes níveis de salinidade, em qualquer um dos cortes, não se verificaram diferenças significativas, na acumulação de sais de NaCl, gráfico 5.11.



**Gráfico 5.11.** Médias e respectivo erro padrão (EP) da condutividade elétrica (CE, dSm<sup>-1</sup>) para a *Suaeda maritima* ao longo de 4 cortes para diferentes níveis de salinidade. Para cada corte colunas com a mesma letra não são significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ; teste de Duncan).

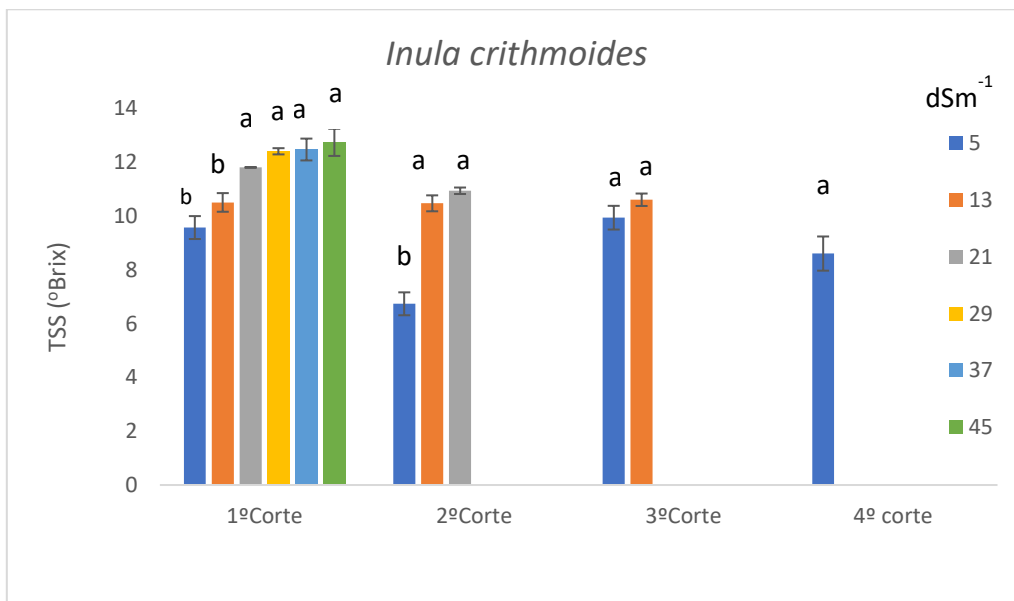
### 5.2.2. Teor de Sólidos Solúveis (TSS)

Tal como se observa para a Condutividade Elétrica, as plantas sujeitas a níveis de salinidade mais elevados, apresentam maiores valores de Teor de Sólido Solveis (°Brix).

Este parâmetro reflete a composição em compostos solúveis em água em células da polpa, como os açúcares, ácidos, sais e outros compostos (Castellanos-Morales *et al.*, 2010).

Quanto maior for o TSS, ou seja, maior o valor dos °Brix, melhores serão as suas características organoléticas (Palha, 2005).

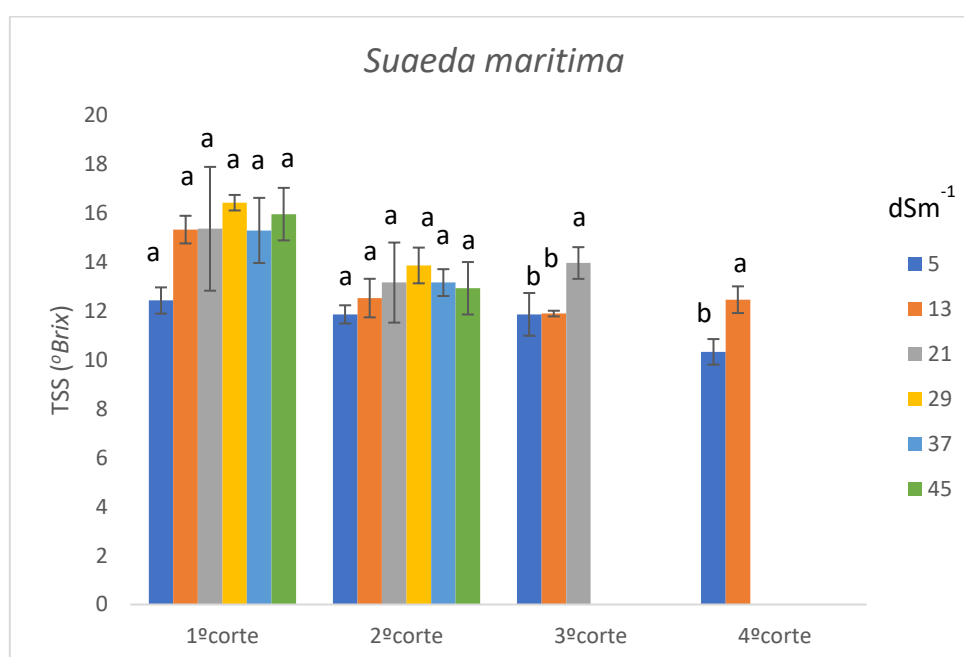
No caso da *Inula crithmoides*, gráfico 5.12, os valores de Teor de Sólidos Solúveis variaram entre um grau Brix mínimo de 6 e um máximo de 13°Brix. Verificando-se que nos níveis de salinidade mais elevados, não se verificaram diferenças significativas, apenas entre os dois níveis de salinidade mais baixos, 5 e 13 dSm<sup>-1</sup>, e os restantes níveis de salinidade. O primeiro corte ocorreu uma diferença significativa do teor de sólidos solúveis produzidos pelas plantas sujeitas aos dois níveis de salinidade mais baixos em relação às demais plantas. Também no segundo corte se verificou uma diferença significativa entre os 5 dSm<sup>-1</sup> e os restantes níveis para os quais se obtiveram produções.



**Gráfico 5.12.** Médias e respectivo erro padrão (EP) do Teor de Sólidos Solúveis (°Brix) para a *Inula crithmoides* ao longo de 4 cortes para diferentes níveis de salinidade. Para cada corte colunas com a mesma letra não são significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ; teste de Duncan).

*Suaeda maritima* apresentou uma maior capacidade de produção de compostos solúveis em água, em relação à *Inula crithmoides*, apresentando um intervalo de valores os 10 a 16 °Brix, gráfico 5.13.

No primeiro e segundo corte não se verificaram diferenças significativas entre as salinidades, apenas no terceiro corte, entre o nível de salinidade de 21 dSm<sup>-1</sup> e os 5 e 13 dSm<sup>-1</sup>, e no último corte, em que se verificou uma diferença significativa entre a as duas salinidades mais baixas (5 e 13 dSm<sup>-1</sup>).

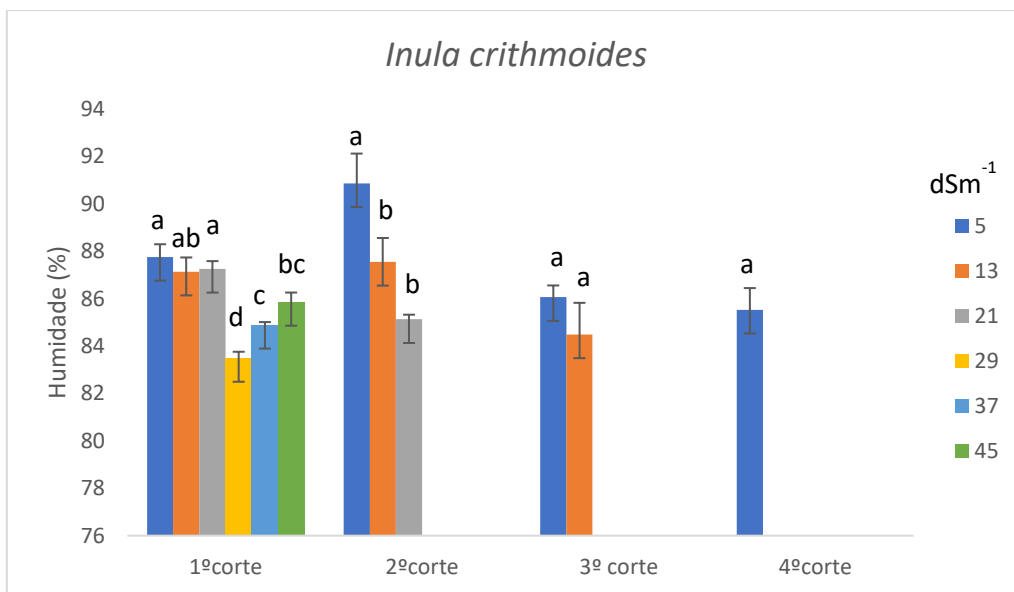


**Gráfico 5.13.** Médias e respetivo erro padrão (EP) do Teor de Sólidos Solúveis (°Brix) para a *Suaeda maritima* ao longo de 4 cortes para diferentes níveis de salinidade. Para cada corte colunas com a mesma letra não são significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ; teste de Duncan).

### 5.2.3. Teor de Humidade

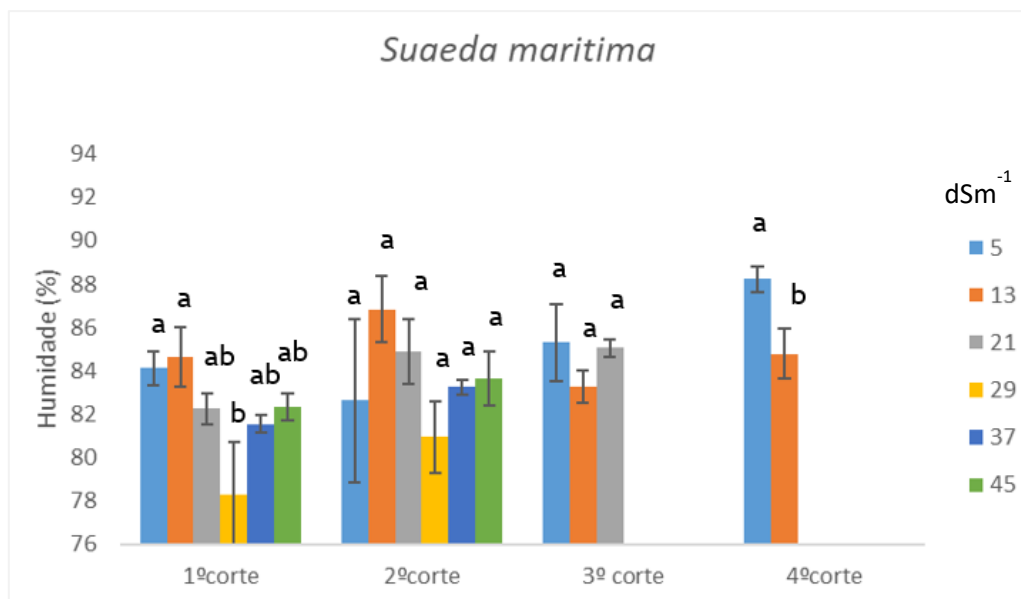
O teor de humidade permitiu dar indicação sobre a percentagem de água que a planta teria, dando assim alguma indicação quanto à sua suculência. Quanto maior a percentagem de água na planta maior a sua suculência

Para *Inula crithmoides*, gráfico 5.14, verificou-se que as plantas que se desenvolveram nos níveis de salinidade mais elevados foram as que apresentaram menor percentagem de humidade. Para o primeiro corte o teor de humidade foi significativamente superior nas salinidades 5 a 21 dSm<sup>-1</sup> e significativamente inferior nas salinidades 29 e 37 dSm<sup>-1</sup>. No segundo corte as plantas da salinidade 5 dSm<sup>-1</sup> apresentaram teor de humidade significativamente superior.



**Gráfico 5.14.** Médias e respetivo erro padrão (EP) do Teor de Humidade (%) para a *Inula crithmoides* ao longo de 4 cortes para diferentes níveis de salinidade. Para cada corte colunas com a mesma letra não são significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ; teste de Duncan).

Já *Suaeda maritima*, apresentou diferenças significativas apenas no quarto corte, entre as duas salinidades mais baixas, entre 5 dSm<sup>-1</sup> e 13 dSm<sup>-1</sup> (gráfico 5.15).



**Gráfico 5.15.** Médias e respectivo erro padrão (EP) do Teor de Humidade (%) para a *Suaeda maritima* ao longo de 4 cortes para diferentes níveis de salinidade. Para cada corte colunas com a mesma letra não são significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ; teste de Duncan).

### 5.3. Qualidade nutricional

Para a caracterização nutricional da planta halófito *Inula crithmoides*, foi analisada a sua composição mineral, vitaminas e carotenoides.

#### 5.3.1. Composição mineral

Para a composição mineral foram quantificados macronutrientes, entre eles, o potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e o sódio (Na). Como micronutrientes foram quantificados, o cobre (Cu), ferro (Fe), zinco (Zn) e o manganésio (Mn).

A Tabela 5.2, mostrou que a concentração de Na, presente nos rebentos jovens foi proporcional ao aumento do nível de salinidade. Por sua vez, a concentração dos restantes macronutrientes, K, Ca, e Mg, nos rebentos jovens, diminuíram com o aumento do nível de salinidade da solução

nutritiva. Sendo o nível de salinidade de 5 dSm<sup>-1</sup>, o que apresentou valores significativamente superiores para estes três macronutrientes, referidos.

Quanto aos micronutrientes não se verificou um decréscimo constante para nenhum dos nutrientes, verificou-se sim, que estes foram absorvidos em maior quantidade em determinados níveis de salinidade. O Cu, foi absorvido em maior quantidade pelas plantas sujeitas às salinidades de 5 dSm<sup>-1</sup>. O Zn apresentou concentrações significativamente superiores nas plantas sujeitas a níveis de salinidade de 5 e 13 dSm<sup>-1</sup>. Em relação aos micronutrientes, Mn e Fe, as suas alterações de acumulação nos rebentos das plantas parecem não ter relação direta com a salinidade.

**Tabela 5.2.** Composição mineral dos rebentos jovens da espécie *Inula crithmoides*. Concentração de macronutrientes (mg g<sup>-1</sup> PS) e micronutrientes (µg g<sup>-1</sup> PS) no primeiro corte. Os resultados são médias ± erro padrão. PS, peso seco.

<i>Inula crithmoides</i>								
dSm <sup>-1</sup>	mg g <sup>-1</sup>				µg g <sup>-1</sup>			
	K	Ca	Mg	Na	Cu	Zn	Mn	Fe
5	26,1 ± 2,7 a	13,3 ± 1,1 a	8,1 ± 0,7 a	59,0 ± 5,6 e	7,3 ± 1,1 a	21,2 ± 1,2 a	46,4 ± 4,0 b	73,9 ± 8,9 b
13	23,5 ± 0,1 b	10,9 ± 0,1 b	7,2 ± 0,1 ab	67,0 ± 1,3 d	4,7 ± 0,2 bc	20,0 ± 2,2 a	44,9 ± 0,4 b	78,8 ± 1,2 ab
21	18,3 ± 0,3 c	9,5 ± 0,1 c	6,2 ± 0,0 bc	86,5 ± 0,8 c	5,4 ± 0,4 b	10,3 ± 1,1 bc	50,4 ± 0,2 a	84,2 ± 0,9 a
29	18,7 ± 0,9 c	9,5 ± 0,7 c	6,1 ± 0,6 c	90,7 ± 2,7 bc	5,2 ± 0,2 b	10,5 ± 1,1 bc	45,8 ± 0,3 b	79,5 ± 5,7 ab
37	18,1 ± 0,1 c	8,3 ± 1,0 c	5,0 ± 1,0 d	92,7 ± 0,8 ab	3,9 ± 0,3 c	9,2 ± 0,3 c	38,1 ± 0,1 c	73,2 ± 2,0 b
45	17,9 ± 0,6 c	8,5 ± 0,3 c	5,0 ± 0,3 d	96,1 ± 1,3 a	5,3 ± 0,1 b	12,4 ± 0,1 b	43,8 ± 0,5 b	82,4 ± 0,8 a

### 5.3.2. Vitaminas e Carotenoides

As vitaminas são constituintes menores dos alimentos, mas essenciais.

Quanto à composição vitamínica, foram identificados e analisados, vitamina B1, vitamina B6, como vitaminas hidrossolúveis. Ao nível dos carotenoides foram analisados o β-caroteno e a Luteína (Tabela 5.3).

Pôde-se observar uma diferença significativa das plantas que cresceram nos níveis de salinidade de 29 dSm<sup>-1</sup> em relação às que cresceram nos níveis de 13 e 45 dSm<sup>-1</sup>, no que diz respeito à concentração da vitamina B6.

A vitamina B1, apresentou um valor significativamente inferior nas plantas que cresceram na salinidade de 45 dSm<sup>-1</sup>, em relação às que cresceram em níveis de 5, 13, 29 e 37 dSm<sup>-1</sup>.

Quanto à síntese de carotenoides verificou-se, que as suas concentrações aumentaram com o aumento do nível de salinidade das soluções nutritivas. Os carotenoides podem atuar como agentes antioxidantes, conferindo assim proteção das estruturas celulares contra o stress oxidativo causado pela salinidade às plantas (Agawu, 2012; Zhifang & Loescher, 2003).

**Tabela 5.3.** Concentração de vitaminas hidrossolúveis (mg 100g<sup>-1</sup> PF) e lipossolúveis (µg 100g<sup>-1</sup> PF), e carotenoides (µg 100g<sup>-1</sup> PF) da espécie *Inula crithmoides*. Letras iguais não são significativamente diferentes (p>0,05, teste de Duncan). PF, peso fresco.

<i>Inula crithmoides</i>				
dS m <sup>-1</sup>	mg 100g <sup>-1</sup> PF		µg 100g <sup>-1</sup> PF	
	B1	B6	βcaroteno	Luteína
5	27 ± 0 a	6,8 ± 0,4 ab	264 ± 12 c	789 ± 2 b
13	26 ± 1 a	3,2 ± 1,7 b	351 ± 1 c	1394 ± 19 a
21	23 ± 1 ab	6,9 ± 0,2 ab	430 ± 37 c	1613 ± 73 a
29	25 ± 2 a	10,5 ± 1,3 a	1239 ± 78 b	1302 ± 187 a
37	28 ± 3 a	6,0 ± 2,1 ab	1613 ± 81 a	1713 ± 144 a
45	16 ± 0 b	2,5 ± 0,3 b	1747 ± 89 a	1736 ± 76 a

#### 5.4. Biomassa e Parâmetros de crescimento

O efeito da salinidade em alguns parâmetros de crescimento, analisado no final do ensaio das duas espécies estudadas, encontram-se apresentados na Tabela 5.4.

Verificou-se que o aumento do nível de salinidade afetou negativamente o crescimento, em altura, da *Inula crithmoides*, verificando-se uma diferença significativamente superior na salinidade mais baixa, 5 dSm<sup>-1</sup>, para as demais salinidades. Quanto ao diâmetro do caule e ao

número de flores, desta espécie, não se verificaram diferenças significativas entre os diferentes níveis de salinidade.

Quanto á *Suaeda maritima*, no momento da colheita final, não apresentou qualquer presença de flores. Ao nível do crescimento, verificou-se um decrescimo de em altura, mais significativo a partir do nível de salinidade de 21 dSm<sup>-1</sup>. Quanto ao diametro do caule as plantas que verificou-se um decrescimo de diâmetro do caule com o aumento da salinidade.

Os resultados relativamente aos pesos finais das plantas, mostraram que para *Suaeda maritima*, as plantas sujeitas ao nível de salinidade de 29 dSm<sup>-1</sup>, tiveram um peso (fresco e seco) significativamente inferior às restantes. Para *Inula crithmoides*, verificou-se que ao nível de salinidade de 5dSm<sup>-1</sup>, foi onde as plantas obtiveram pesos (frescos e secos), significativamente superiores.

**Tabela 5.4.** Relação entre salinidade e altura (cm), diâmetro (cm) e número de flores, e pesos secos (Ps) e frescos (Pf) da espécie *Inula crithmoides* e *Suaeda maritima*, no final do ensaio. Letras iguais não são significativamente diferentes ( $p>0,05$ ; teste de Duncan). Média±Erro Padrão.

Níveis de salinidade (dSm <sup>-1</sup> )	Altura (cm)		Diametro do caule (cm)		Flores (n°)		Pesos (g)			
	<i>Inula crithmoides</i>	<i>Suaeda maritima</i>	<i>Inula crithmoides</i>	<i>Suaeda maritima</i>	<i>Inula crithmoides</i>	<i>Suaeda maritima</i>	<i>Inula crithmoides</i>		<i>Suaeda maritima</i>	
							Pf	Ps	Pf	Ps
5	29,3±1,3 a	53,3±3,3 a	5,2±1,4 a	8,4±0,9 a	3,7±2,3 a	-	40,6±4,8 a	6,3±1,2 a	59,10±13,5 ab	15,7±2,8 a
13	26,0±0,6 b	44,0±4,0 ab	4,4±0,2 a	5,7±0,7 b	0,7±0,3 a	-	21,3±2,1 b	2,9±0,7 b	74,4±10,2 a	15,1±2,5 a
21	13,3±1,2 c	30,0±1,0 c	2,9±0,4 a	6,5±0,9 ab	1,0±0,6 a	-	8,37±2,8 c	3,1±0,8 b	48,0±15,9 ab	10,1±4,9 ab
29	16,3±1,2 c	28,0±2,6 c	3,7±0,3 a	3,6±0,3 c	0,0±0,0 a	-	15,0±3,2 bc	3,6±0,4 b	15,3±12,3 b	4,5±2,5 b
37	15,0±0,0 c	32,7±3,2 bc	3,2±0,8 a	5,0±0,5 bc	1,0±1,0 a	-	12,9±5,3 bc	2,4±0,9 b	52,9±12,7 ab	11,6±1,1 ab
45	15,0±0,6 c	37,3±6,0 bc	3,9±0,9 a	5,6±0,4 b	0,7±0,3 a	-	9,9±2,7 bc	2,3±0,8 b	74,7±10,9 a	18,0±2,9 a

## 6. Conclusões e Considerações Finais

Neste trabalho testou-se o efeito de seis diferentes níveis de salinidade, em duas espécies de plantas halófitas, *Inula crithmoides* e *Suaeda maritima*, com potencial interesse para consumo humano.

O principal objetivo foi o de identificar qual a salinidade mais adequada a cada espécie para se obter um maior desenvolvimento vegetativo e produtividade, sem comprometer a qualidade nutricional e organolética destas espécies.

As análises de produtividade realizadas ao longo do ensaio, mostraram que, para ambas as espécies, o aumento da salinidade originou um efeito negativo na produtividade.

Contudo, pôde-se concluir que para *Inula crithmoides*, o nível de salinidade de 5 dSm<sup>-1</sup>, foi onde as plantas apresentaram uma maior produtividade. No caso da *Suaeda maritima*, as maiores produtividades verificaram-se nas soluções de 13 dSm<sup>-1</sup>.

Além disso, foi possível verificar, através do estudo do rendimento médio da salinidade para as produtividades relativas, que *Suaeda maritima* pode tolerar uma salinidade até 18,8 dSm<sup>-1</sup>, sem que esta sofra um decréscimo de 50% da produtividade relativa. Já *Inula crithmoides*, por ser uma planta mais sensível, começa a ter um decréscimo de produtividade relativa de 50%, logo a partir dos 13,7 dSm<sup>-1</sup>.

As análises físico-químicas, mostraram que a espécie *Suaeda maritima* apresentou uma maior capacidade de acumulação de sais, visto que para o mesmo nível de salinidade, esta apresentou valores de condutividade elétrica (CE), superiores à *Inula crithmoides*.

Também *Suaeda maritima*, apresentou melhores características organoléticas, em teor de sólidos solúveis (TSS), apresentando valores médios entre os 10 e 16,4 °Brix.

Quanto ao teor de humidade, *Inula crithmoides*, apresentou valores médios superiores ao da *Suaeda maritima*, entre os 83,5- 90,9 e 78-88%, respetivamente.

Segundo a análise da composição mineral, realizada apenas para a espécie, *Inula crithmoides*, verificou-se que o aumento da salinidade condicionou a acumulação de macronutrientes, magnésio, cálcio e potássio nas plantas.

As medições realizadas no final do ensaio, quanto à biomassa e parâmetros de crescimento, revelaram que, para *Suaeda maritima* o nível de salinidade de 29 dSm<sup>-1</sup>, foi o que apresentou menor crescimento, ou seja, menor altura das plantas, menor diâmetro do caule e menor peso fresco e seco. No caso da *Inula crithmoides*, o nível de salinidade de 5 dSm<sup>-1</sup>, foi o que apresentou um melhor crescimento, das plantas, não tendo, no entanto, revelado alguma diferença significativa quanto ao diâmetro do caule.

Conclui-se assim, que apesar da *Suaeda maritima* apresentar maior tolerância a altas concentrações de salinidade, comparativamente á *Inula crithmoides*, esta última, apresenta-se como mais produtiva. Os melhores níveis de salinidade para cada uma das espécies, ou seja, os que originaram maiores produtividades, sem alteração das suas qualidades, físicas, químicas e nutricionais, foram  $5 \text{ dSm}^{-1}$  para a *Inula crithmoides*, e  $13 \text{ dSm}^{-1}$  para a *Suaeda maritima*.

## Referências bibliográficas

- Agawu**, E.T. 2012. Comparison between *Salicornia* and *Sarcocornia* ecotypes to optimize yield for vegetable production applying highly saline irrigation. Master of Science in Biotechnology of Drylands.: Ben-Gurion University of the Negev, pp. 139.
- Almeida**, D. P.F. e Reis M. 2011. Introdução aos sistemas de cultura sem solo. *Vida rural*, 41-42p.
- A.O.A.C.**, 1990. Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis.*, 12th ed, Washington, D.C.
- Apse**, M. P., Aharon, G. S., Snedden, W. A., Blumwald, E. 1999. Salt tolerance conferred by overexpression of a vacuolar  $\text{Na}^+/\text{H}^+$  antiport in *Arabidopsis*. *Science*, 285 (5431): 1256– 1258.
- Azerêdo**, G. A.; Oliveira, F. L. N.; Faro, Z. P. (2008). Pulsos eléctricos na Preservação de Alimentos: Factores críticos na inactivação microbiana e efeitos sobre os constituintes alimentares. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, v.26, n. 2: 171 – 178.
- Böer**, B. 1996. Plants as soil indicators along the Saudi coast of the Arabian Gulf. *Journal of Arid Environments*, 33(4): 417-423.
- Buhmann** , A. e Papenbrock , J. 2013. An economic point of view of secondary compounds in halophytes. *Functional Plant Biology* ,40: 952–967.
- Castellanos-** Morales, V., Villegas, J., Wendelin, S., Vierheilig, H., Eder, R., Cárdenas-Navarro, R. 2010. Root colonisation by the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* alters the quality of strawberry fruits (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) at different nitrogen levels. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90 (11): 1774-1782.
- Chinnusamy**, V., Jagendorf, A., Zhu, J. K. 2005. Understanding and improving salt tolerance in plants. *Crop Science*, 45: 437–448.
- Constanza**, R., Arge, R., Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O’Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., Belt, M. 1997. The value of the world’s ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260.
- Costa**, J. C. 2001. Tipos de vegetação e adaptações das plantas do litoral de Portugal continental. In *Albergaria Moreira, M.E., A. Casal Moura, H.M. Granja e F. Noronha (ed.) Homenagem (in honorio) Professor Doutor Soares de Carvalho*: 283-299. Braga. Universidade do Minho.
- Costa**, J.C, Lousã, M., Espirito-Santo, M.D. 1996. A vegetação do Parque Natural Da Ria Formosa (Algarve, Portugal). *Studia Botanica* 15: 69-157.

- Davenport**, R., James, R., Zakrisson-Plogander, A., Tester, M., Munns, R. 2005. Control of Sodium Transport in Durum Wheat. *Plant Physiology*, 137, 807-818.
- De Almeida**, T.MLD. 2009. Flora e vegetação dos salgados de Coina, Corroios e Alcochete. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engr.<sup>a</sup> Agronómica. ISA. pp.99.
- Flowers**, T.J., e Colmer, T.D. 2008. Salinity tolerance in halophytes. *New Phytologist*, 179, 945–963.
- Flowers**, T. J., Galal, H., K., Bromham, L. 2010. Evolution of halophytes: multiple origins of salt tolerance. *Functional Plant Biology* 37:7, 604–612.
- Flowers**, T.J., Hajibagheri, M.A., Clipson, N.J.W. 1986. Halophytes. *The Quarterly Review of Biology*, 61(3): 313-337.
- Flowers**, T. J., Troke, P. F., Yeo, A. R. 1977. The mechanism of salt tolerance in halophytes. *Annul Review of Plant Physiology* 28:89–121.
- Gama**, F.M.M. 2006. Efeito da salinidade no desenvolvimento de porta-enxertos de alfarrobeira. Universidade do Algarve. pp. 53.
- Gil**, R., Bautista, I., Boscaiu, M., Lidón, A., Wankhade, S., Sánchez, H., Llinares, J., Vicente, O. 2014. Responses of five Mediterranean halophytes to seasonal changes in environmental conditions. *AoB Plants*, 6: plu049; doi: 10.1093/aobpla/plu049
- Grattan**, S. R. e Grieve, C. M. 1999. Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. *Scientia Horticulturae*, 78: 127-157.
- Hasegawa**, P.M., Bressan, R.A., Zhu, J. K. e Bohnert, H. J. 2000. Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 51: 463– 499.
- Hoather**, R.C., Rackham, R.F., 1959. Oxidised nitrogen in waters and sewage effluents observed by ultra-violet spectrophotometry. *Analyst* 84, 548. <https://doi.org/10.1039/an9598400548>
- ICN**. s/d. 1130- Estuários. Plano Sectorial da Rede Natura 2000- habitats naturais. pp 1-10.
- Julião**, M.R.A. 2013. Avaliação do potencial da *Salicornia ramosissima* para salada fresca ou em pó (sal verde). Dissertação de mestrado em tecnologia dos alimentos. Faculdade de Ciências e Tecnologias e Instituto Superior de Engenharia da Universidade do Algarve.
- Kant**, S. e Kafkafi, U. 2002. Potassium and abiotic stresses in plants. In: Pasricha, N., e Bansal S. (eds). Potassium for sustainable crop production. Potash Institute of India, Gurgaon, pp 233–251.
- Kenneth**, K. T. 2002. Salinity in the soil environment. *Salinity: Environment-Plants-Molecules*, 21-51.

**Khalid**, R.A., Patrick, W.H., Gambrell, R.P. 1978. Effect of dissolved oxygen on chemical transformations of heavy metals, phosphorus, and nitrogen in an estuarine sediment. *Estuarine and Coastal Marine Science*, 6: 21-35.

**Kumar**, R. 1991. Anti-nutritional factors, the potential risks of toxicity and methods to alleviate them. In: Speedy A, Pugliese P-L, eds. Legume trees and other fodder trees as protein sources for livestock. Proceedings of the FAO Expert Consultation held at the Malaysian Agricultural Research and Development Institute (MARDI) in Kuala Lumpur, Malaysia, 145–160.

**Singh**, D., Buhmann, A.K., Flowers, T.J., Seal, C.E., Papenbrock, J. 2014. *Salicornia* as a crop plant in temperature regions: selection of genetically characterized ecotypes and optimization of their cultivation conditions. *AoB PLANTS* 6.

**Mishra**, A., e Tanna, B. 2017. Halophytes: Potential Resources for Salt Stress Tolerance Genes and Promoters. *Frontiers in Plant Science*. 8:829.

**Santos**, J., Mendiola, J.A., Oliveira, M.B.P.P., Ibáñez, E., Herrero, M., 2012. Sequential determination of fat- and water-soluble vitamins in green leafy vegetables during storage. *J. Chromatogr. A* 1261, 179–188. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2012.04.067>

**Marschner**, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2<sup>a</sup> Ed. Academic Press. pp. 889.

**Munns**, R. e Tester, M. 2008. Mechanisms of Salinity Tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59: 651-681.

**Naturdata**. s/d. *Inula crithmoides* Arcangeli. Biodiversidade Online. Disponível em: [http://naturdata.com/index.php?option=com\\_specieespids=38618:Inula-crithmoideseItemid=66](http://naturdata.com/index.php?option=com_specieespids=38618:Inula-crithmoideseItemid=66), acesso em: 09/01/2018.

**Palha**, M.G. 2005. A planta do morangueiro. In Manual do morangueiro. Eds. Maria Graça Palha, INIAP/EAN. pp. 3-119.

**Panta**, S., Flowers, T., Lane, P., Doyle, R., Haros, G., Shabala, S. 2014. Halophyte agriculture: success stories. *Environmental and Experimental Botany*, 107: 71–83.

**Parida**, A. K. e Das, A. B. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 60: 324-349.

**Pedrol**, J. e Castroviejo, S. s/d. A propósito del tratamiento taxonómico y nomenclatural del género Suaeda Foksskál ex. Scop. (Chenopodiaceae) en Flora Iberica. Disponível em: [http://www.rjb.csic.es/jardinbotanico/ficheros/documentos/pdf/anales/1988/Anales\\_45\(1\)\\_093\\_102.pdf](http://www.rjb.csic.es/jardinbotanico/ficheros/documentos/pdf/anales/1988/Anales_45(1)_093_102.pdf), acesso em: 05/01/2018.

**Pfaf**. n/d. *Inula crithmoides* Golden Samphire PFAF Plant Database. Disponível em: <https://pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Inula+crithmoides>, acesso em: 09/01/2018.

**Ruan**, C.-J., da Silva, J.A.T., Mopper, S., Qin, P., Lutts, S. 2010. Halophyte Improvement for a Salinized World. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 29:6, 329-359.

**Silva**, M.H.A. 2000. Aspectos morfológicos e ecofisiológicos de algumas halófitas do sapal da Ria de Aveiro. Universidade de Aveiro. Departamento de Biologia. pp. 182.

**SoCo.** 2009. Ficha técnica nº4: Salinização e sodificação. Agricultura sustentável e conservação dos solos. Processos de degradação do solo. Disponível em: <http://agrilife.jrc.ec.europa.eu/documents/PTFactSheet-04.pdf>, acesso em: 10/01/2018.

**Tela Botanica.** 2011. *Suaeda maritima* (L.) Dumort. eFlore, la flore électronique. BDTFX v.4.01. Disponível em: <http://www.tela-botanica.org/bdtfx-nn-75399-ethnobotanique>, acesso em: 05/01/2018.

**Utad-jardim botânico.** s/d. Flora Digital de Portugal- Ficha de espécie, *Suaeda maritima*. pp. 1. Disponível em: [https://jb.utad.pt/especie/Suaeda\\_maritima](https://jb.utad.pt/especie/Suaeda_maritima), acesso em: 05/01/2018.

**Ventura, Y., Eshel, A., Pasternak, D., Sagi, M.** 2015. The development of halophyte-based agriculture: past and present. *Annals of Botany*, 115:529- 540.

**Wetson, A.M., Cassaniti, C., Flowers, T.J.** 2008. Do conditions during dormancy germination of *Suaeda maritima*?. *Annals of Botany* 101: 1319-1327.

**Zhifang, G. e Loescher, W. H.** 2003. Expression of a celery mannose 6-phosphate reductase in *Arabidopsis thaliana* enhances salt tolerance and induces biosynthesis of both mannitol and a glucosyl-mannitol dimmer. *Plant Cell Environment*, 26: 275–283.