



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti

Risorse naturali e Ambiente

Corso di laurea Triennale Scienze e Cultura della Gastronomia

**La produzione di ortaggi in contesti alofili: una prospettiva  
culinaria alternativa**

**Vegetable production in halophilic contexts: an alternative  
culinary perspective**

Relatore

Prof. Nicoletto Carlo

Laureanda  
Giomo Erika  
Matricola n. 2017804

ANNO ACCADEMICO 2022/2023



## INDICE

RIASSUNTO.....	5
ABSTRACT.....	7
1 – INTRODUZIONE .....	9
1.1 Problematica della risorsa idrica dolce .....	9
1.2 Acqua dolce: un bene difficile da gestire .....	10
2 PROBLEMATICHE DELLA SALINITA' NEL SETTORE AGROALIMENTARE .....	10
2.1 La salinizzazione dei suoli.....	10
2.2 Cause della salinizzazione .....	12
3 EFFETTI DELLA SALINIZZAZIONE IN AGRICOLTURA.....	13
3.1 Effetti sul suolo .....	13
3.2 Effetti sulle piante non tolleranti .....	14
A- Effetti morfologici.....	14
B- Effetti fisiologici .....	15
C- Effetti sulla produzione.....	16
4- STRUMENTI DI LOTTA ALLA DEGRADAZIONE DEI SUOLI AFFETTI DA SALINITA' .....	17
5- PIANTE ALOFITE: ALTERNATIVA ECOSOSTENIBILE.....	18
5.1- Definizione .....	18
5.2 - Classificazione in base alla concentrazione salina .....	19
5.3 - Classificazione in base alla tolleranza .....	20
5.4- <i>Anatomia delle alofite</i> .....	21
5.5 - <i>Habitat di crescita</i> .....	21
6- LA SALICORNIA.....	22
6.1 – Descrizione .....	22
6.2- Habitat e distribuzione .....	22
6.3 -Valori nutrizionali.....	23
7 - IL CRITHMUM MARITIMUM.....	24
7.1- Descrizione.....	24
7.2 - Habitat e distribuzione.....	25
7.3 - Valori nutrizionali.....	25
8 – CAKILE MARITIMA – RUCOLA MARINA .....	26
8.1 Descrizione e habitat .....	26

9 - BETA VULGARIS subsp. MARITIMA .....	28
10 - SALSOLA SODA .....	29
10.1 - Descrizione e habitat .....	29
10.2 Valori nutrizionali.....	30
11 - ALOFITE DI NUOVA GENERAZIONE: ALIMENTAZIONE GOURMET.....	30
11.1- The Tidal Garden.....	32
11.2 - Aponiente .....	33
12 - FATTORIE VERTICALI MARINE OFF- SHORE.....	34
12.1 Materiali, metodi e risultati .....	36
12.2 Prestazioni di germinazione all'aperto a lungo termine in DVSSF .....	38
CONCLUSIONI.....	41
BIBLIOGRAFIA.....	43
SITOGRAFIA .....	45

## RIASSUNTO

La tesi ha come obiettivo quello di prendere in considerazione delle alternative di agricoltura sostenibile e nuove tecniche di coltivazione per far fronte alla problematica della carenza di acqua dolce utilizzata per l'irrigazione delle piantagioni principali, essenziali per l'alimentazione umana. Nella prima parte della tesi vengono puntualizzate le criticità che il mondo dell'agricoltura deve affrontare al giorno d'oggi dato l'incremento della popolazione e il continuo calare delle risorse idriche dolci a nostra disposizione, per far fronte alla richiesta di ortaggi e derivati sul mercato. Lo scopo della tesi è dare una nuova prospettiva all'utilizzo dell'acqua salata di mare che ricopre il 70% della superficie terrestre e che quindi potrebbe, parzialmente, sostituire l'acqua dolce che al giorno d'oggi è in continua diminuzione.

Una soluzione per arginare questa problematica potrebbe essere quella di puntare a coltivare ortaggi che possono svilupparsi in presenza di acqua salata, in modo da limitare lo sfruttamento della riserva idrica dolce.

Nella seconda parte dell'elaborato vengono descritte delle tipologie di piante alofite che possono essere allevate con successo in presenza di acqua salata, data il loro particolare metabolismo, che gli permette di crescere sia in acqua dolce che salata. Inoltre in questo capitolo vengono messe in evidenza le piante alofite e le loro rispettive funzionalità in termini di salute, gastronomia e ambientale in maniera più dettagliata.

Nella terza viene descritta una nuova tecnica di agricoltura che è stata studiata di recente e che potrebbe portare un notevole miglioramento nel settore dell'agricoltura: le fattorie marine verticali Offshore. L'innovazione chiave di questa ricerca consiste nella creazione di un sistema autosufficiente che sfrutta l'evaporazione solare dell'acqua marina per produrre acqua dolce e supportare coltivazioni autonome. Un tale sistema promette di rivoluzionare il settore dell'agricoltura e dell'approvvigionamento idrico, affrontando le sfide legate alla crescita demografica prevista per il 2050. Le implicazioni positive di questa scoperta sono molteplici. La distribuzione verticale dell'evaporatore e delle camere di crescita permette di ridurre l'ingombro complessivo del dispositivo, liberando spazio prezioso per l'agricoltura.

Inoltre, il processo di produzione di acqua dolce e la crescita delle coltivazioni sono interamente sostenuti da energia solare e acqua marina, il che rende il sistema ecologicamente responsabile e a basso costo. L'automazione completa del processo lo rende estremamente facile da gestire.



## **ABSTRACT**

The thesis aims to consider alternatives of sustainable agriculture and new cultivation techniques to cope with the problem of the lack of fresh water used for irrigation of the main plantations, essential for human nutrition.

In the first part of the thesis are pointed out the critical issues that the world of agriculture has to face nowadays given the increase in population and the continuous decrease of fresh water resources at our disposal, to meet the demand for vegetables and derivatives on the market.

The aim of the thesis is to give a new perspective to the use of salt sea water that covers 70% of the earth's surface and therefore could, partially, replace fresh water that nowadays is constantly decreasing.

The second part of the paper describes the types of plants that can be successfully cultivated in the presence of salt water, given their particular metabolism, which allows them to grow both in fresh and salt water. In addition, this chapter highlights Halophyte plants and their respective functions in terms of health, gastronomy and the environment in more detail.

The third part describes a new agricultural technique that has been studied recently and could bring a considerable improvement in the agricultural sector: offshore marine farms. The key innovation of this research is the creation of a self-sustaining system that exploits solar evaporation of seawater to produce fresh water and support autonomous crops. Such a system promises to revolutionize the agriculture and water supply sector, addressing the challenges related to population growth expected in 2050. The positive implications of this discovery are manifold. The vertical distribution of the evaporator and growth chambers reduces the overall footprint of the device, freeing up valuable space for agriculture. In addition, the process of producing fresh water and growing crops are entirely supported by solar energy and seawater, which makes the system environmentally responsible and low-cost. The complete automation of the process makes it extremely easy to manage.





# **1 – INTRODUZIONE**

## **1.1 Problematica della risorsa idrica dolce**

Le risorse idriche rappresentano un elemento la cui presenza e disponibilità ha sempre giocato un ruolo fondamentale nello sviluppo agroalimentare. Prendendo in considerazione le dinamiche dei consumi agroalimentari e le sfide poste dalla domanda di mercato globale, la presenza e l'uso di acqua aumenterà di importanza nei prossimi decenni. L'elemento risorsa idrica, inoltre, va considerato con particolare attenzione, in quanto ha assunto un ruolo predominante per la sopravvivenza e la qualità delle produzioni agricole, ma parimenti è oggetto di uno degli scenari di cambiamento più preoccupanti, vale a dire le conseguenze sul ciclo idrogeologico e, quindi, sulla disponibilità e sulla distribuzione spazio-temporale delle risorse idriche a fronte di una domanda d'acqua da parte di tutte le attività umane in costante aumento.

A livello economico, la siccità provoca perdite in tutti i settori per i quali è previsto l'uso della risorsa (civile, industriale e turistico) e gravi danni ambientali come il deterioramento dei corsi d'acqua superficiali e sotterranei, la salinizzazione lungo le coste e il prosciugamento delle aree umide. Partendo da tali considerazioni generali, risulta strategico per il futuro dell'agricoltura analizzare, in modo integrato e approfondito, le caratteristiche strutturali, gli andamenti e gli scenari di cambiamento sull'uso dell'acqua in agricoltura.

La crescente carenza e la scarsa qualità delle risorse idriche rappresentano una seria minaccia per i sistemi alimentari di tutto il mondo. Negli ultimi vent'anni è diminuita del 20% la disponibilità pro-capite di acqua dolce. Un calo dovuto anche all'aumento della popolazione, che rende necessaria una maggiore produzione con un inferiore dispendio di risorse idriche (World Bank, 2016). Attraverso l'indicatore OSS 6.4.2, la FAO monitora l'impatto delle attività umane sulle fonti naturali di acqua dolce. Nell'ultimo rapporto viene data una rappresentazione spaziale di tipo disaggregato delle risorse idriche: 1,2 miliardi di persone, un sesto della popolazione globale, vivono in aree agricole gravemente soggette a carenza idrica e a scarsità di risorse (Tester e Langridge, 2010). In tutto il mondo, l'11% dei terreni dipendenti dalla piovosità e il 14% dei pascoli sono esposti a episodi frequenti di siccità, il 60% delle terre coltivate irrigate è vittima di un elevato stress idrico. Le zone maggiormente colpite da entrambi i fenomeni sono l'Africa Settentrionale e l'Asia Orientale e Sud-orientale: in queste zone circa una persona su cinque ha scarso accesso alle risorse idriche, fenomeno che invece

interessa meno del 4% della popolazione di Europa, America Settentrionale e Latina, Caraibi e Oceania (La Repubblica, 2014).

## **1.2 Acqua dolce: un bene difficile da gestire**

Per rispondere a questa situazione critica, il SOFA (Stato dell'Alimentazione e dell'agricoltura) ritiene necessari investimenti per la raccolta e la conservazione delle acque in zone irrigate con apporti naturali, e il recupero e la modernizzazione dei sistemi irrigui sostenibili. Parallelamente, c'è bisogno di migliori pratiche agronomiche: adozione di colture resistenti alla siccità, ottimizzazione degli strumenti di gestione delle risorse idriche e un'attenta progettazione dei sistemi di scambio e di tariffazione di quello che dovrebbe essere riconosciuto come un bene economico. Le pratiche impostate su un regime di gratuità, infatti, non rendono il consumatore cosciente del valore reale dell'acqua, non favorendone un consumo oculato.

L'agricoltura concorre oltre il 70% dei prelievi delle risorse idriche a livello globale. In tale contesto, l'agricoltura svolge un ruolo di primo piano, in termini sia positivi che negativi. (Lambert e Turner, 2000; Barrett-Lennard, 2002). Positivi in quanto il settore primario è quello che opera da sempre ponendo una profonda attenzione alla politica del territorio e contribuisce ad evitare il degrado territoriale. In termini negativi, il settore agricolo svolge un ruolo attivo nelle cause di scarsità idrica dolce.

## **2 PROBLEMATICHE DELLA SALINITÀ NEL SETTORE AGROALIMENTARE**

### **2.1 La salinizzazione dei suoli**

Tutti i suoli contengono sali la cui quantità dipende dalle condizioni climatiche, morfologiche, pedologiche e idrogeologiche del territorio. Quando la quantità di sali solubili quali, solfati, cloruri e bicarbonati di sodio, potassio, calcio e magnesio, diviene eccessiva, a tal punto tale che le colture ne risentono negativamente, il terreno viene classificato come salino. Con questo termine si intende l'eccessiva concentrazione di sali all'interno di un terreno, concentrazione che, soprattutto in superficie, può rendere il suolo poco fertile impedendo la crescita e la nascita

di microorganismi e quindi anche la coltivazione di nuove piante e provoca una consistente perdita di suolo coltivabile (FAO, 2012).

I suoli che presentano caratteri alcalini sono definiti *Solonetz* (FAO, ISRIC e ISSS, 1998). Per essere definiti in tal modo devono presentare un orizzonte detto “sodico” nei primi 100 cm dalla superficie del suolo. I suoli Solonetz sono caratterizzati da un’elevata alcalinità e possono essere differenziati in tre distinte classi:

- bassa,  $ESP < 6\%$
- media,  $6 < ESP < 15\%$
- alta,  $ESP > 15\%$

(ESP, Exchangeable Sodium Percentage, è la percentuale di sodio scambiabile adsorbita al complesso di scambio)

È previsto che entro i prossimi 25 anni la salinizzazione causerà la perdita del 30% degli attuali terreni agrari, un valore che è destinato a salire fino al 50% entro il 2050. Queste proiezioni appaiono tanto più preoccupanti qualora si consideri che la popolazione umana sta crescendo a un ritmo tale che nel 2050 avremo superato i 10 miliardi di individui, mentre l'aumento annuo della produzione agricola ammonterebbe al solo 1.8%. Uno dei problemi più urgenti per l’agricoltura odierna è l'accumulo di salinità nei terreni: si stima che circa un terzo delle terre irrigue nel mondo siano affette da eccessivi carichi salini, e che ogni anno 10 milioni di ettari, nel mondo, siano mediamente abbandonati a causa di questo problema (Flowers et al., 1986).

I suoli salini o salsi oggi rappresentano tra il 12 e il 14% delle aree coltivabili nel mondo. Dieci milioni sono gli ettari abbandonati ogni anno per salinizzazione. In Europa i paesi con maggiori problemi sono l'Ungheria ed i paesi dell'area mediterranea (Spagna, Portogallo e Grecia). In Italia l'accumulo di sali nel suolo si osserva in diverse regioni e 500 ha sono già salini mentre 400.000 ha sono considerati a rischio (Fritegotto, 2014).

La salinizzazione è inoltre uno dei principali fenomeni che causano il processo di desertificazione dei terreni, un processo che al giorno d’oggi interessa oltre 100 paesi minacciando la sopravvivenza di più di un miliardo di persone.

Tali zone sono identificate sulla base dei valori assunti dall’indice di aridità (IA), che esprime il rapporto tra la precipitazione media annua e l’evapotraspirazione media annua. Le zone che più ne risentono sono quelle aride, dove circa il 70% risultano minacciate. Ma il problema si manifesta, in modo molto evidente, anche nelle zone temperate: da stime effettuate dall’Unione Europea risulta che il 27% del territorio italiano è esposto ad un elevato rischio di

desertificazione, in modo particolare nelle regioni Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia e Sardegna (Istat, 2020). Nei Paesi del bacino Mediterraneo l'aridità, l'elevata frequenza di eventi siccitosi, la cattiva gestione delle risorse naturali, in particolare suolo, acqua e copertura vegetale, e la pressione umana su ecosistemi fragili, hanno prodotto la degradazione delle terre e aumentato il rischio di desertificazione.

## **2.2 Cause della salinizzazione**

Le cause di accumulo dei sali solubili nel suolo possono essere distinte in due principali categorie:

- salinizzazione suolo primaria con cause naturali e fattori predisponenti;
- salinizzazione suolo secondaria con cause antropiche.

*I fattori predisponenti e le cause naturali* - Le condizioni naturali che predispongono un suolo ad arricchirsi in sali nel tempo sono: il clima arido che comporta assenza di piogge ed elevata evapotraspirazione, le condizioni morfologiche e quelle pedologiche e la posizione geografica che lo espone ad apporti di salsedine o di sali di tipo autoctono o alloctono.

In modo particolare è considerata con attenzione la salinità causata dall'innalzamento del livello del mare, a seguito del riscaldamento globale, con lo scioglimento dei ghiacciai ed espansione degli oceani (Fig. 1). Di conseguenza molte aree costiere potrebbero essere soggette a processi erosivi e di sommersione e potrebbe aumentare la concentrazione di sali nei fiumi e nelle falde idriche più superficiali che per la spontanea risalita capillare possono arricchire un suolo agendo anche dal basso oltre che lateralmente. (Tanji et. al, 2002)

Con l'esaurimento della risorsa sotterranea, per un meccanismo di compensazione, c'è un richiamo verso l'acquifero di acque provenienti dal mare che progrediscono sempre più verso la falda d'acqua dolce causando l'aumento della concentrazione in sali per intrusione del cuneo salino del mare verso la falda.

La sensibilità del suolo all'accumulo dipende anche dalle sue caratteristiche di granulometria; un drenaggio imperfetto legato alla presenza di strati impermeabili, come potrebbero essere depositi argillosi lagunari spesso presenti nel sottosuolo dei terreni alluvionali costieri, causa anche il permanere in prossimità della superficie di acqua di scarsa qualità. (Munns,1999)

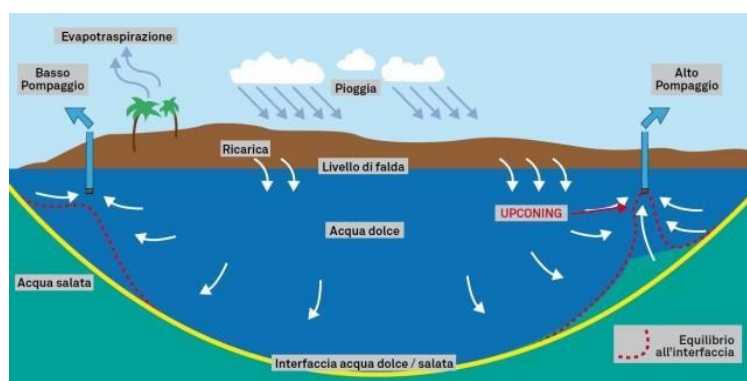


Fig..1: Meccanismo di compensazione con richiamo di acqua marina all'interno dei fiumi e delle falde idriche.

*Cause antropiche* - comprendono tutte quelle pratiche agricole che espongono il suolo alla contaminazione di sale.

Può essere causato da addizioni di materiale esogeno ai suoli, con l'intento di ridare una seconda vita ad un sottoprodotto (organico o inorganico) di un particolare processo produttivo. Solitamente vengono addizionati ceneri, zolfo, liquami e altri reflui zootecnici, digestato, acque reflue, fanghi di depurazione con l'intento di apportare effetti benefici, ma che molte volte utilizzati nelle modalità e nei tempi di somministrazione errati, provocano l'effetto contrario. Questa accortezza va applicata anche quando è richiesta l'erogazione alle colture dei prodotti fitosanitari che sebbene abbiano come target la vegetazione, possono contaminare anche il suolo.

Un'altra causa riguarda quella delle attività che susseguono alla produzione agricola e che comportano il degrado del suolo, con relativo accumulo tossico di sali nel suolo di un ambiente naturale. Ne è un esempio la pratica in cui si va ad eliminare o ridurre l'effetto tampone delle zone umide costiere del cuneo salino ad opera della bonifica meccanica non opportunamente organizzata e monitorata che può sollecitare il processo di salinizzazione delle pianure costiere (Carbognin e Tosi, 2003).

### **3 EFFETTI DELLA SALINIZZAZIONE IN AGRICOLTURA**

#### **3.1 Effetti sul suolo**

Le conseguenze negative associate al problema della salinizzazione sono molteplici, e riguardano principalmente la biosfera e la pedosfera. L'effetto più preoccupante associato ad un aumento della salinità è l'amplificazione del potenziale osmotico dell'acqua, racchiuso nel suolo, che provoca stress idrico per le piante e non riescono più ad assorbire i nutrienti necessari.

La salinizzazione estende l'impermeabilità degli strati profondi del suolo impedendo l'uso per la coltivazione. Il sodio presente in eccesso determina lo sbilanciamento del rapporto tra ioni mono e polivalenti, compromettendo la struttura del suolo e, in alcuni casi, la totale e irreversibile destrutturazione del suolo che non potrà più essere in grado di ospitare specie vegetali per fini agroalimentari.

Inoltre, gli ioni che derivano dai sali possono comportare una variazione della reazione del suolo, ovvero del suo pH, con successivo cambiamento del chimismo degli ioni in soluzione e dunque possibili effetti tossici per le piante e deficit di nutrienti (Bolem et al., 2008).

Questa problematica si ripercuote poi in altri contesti quali: biodiversità, andando a compromettere la vita e delle funzioni della biocenosi presenti nel suolo; funzioni specifiche del suolo con incremento del potenziale di erosione e desertificazione, riduzione della struttura del suolo, distruzione degli aggregati e compattazione degli strati; ciclo idrogeologico con variazione sul regime di umidità del suolo con aumento del pericolo, della frequenza, della durata, e dell'intensità di fenomeni estremi, quali ad esempio allagamenti o viceversa situazioni di siccità; ciclo biogeochimico con l'alterazione dei composti assorbiti dalle piante come nutrimento.

I suoli salini al giorno d'oggi rappresentano tra il 12 e il 14 % delle aree coltivabili nel mondo. Dieci milioni sono gli ettari abbandonati ogni anno per salinizzazione. (FAO., 2012).

## **3.2 Effetti sulle piante non tolleranti**

### **A- Effetti morfologici**

I principali sintomi morfologici riguardano alterazioni più o meno evidenti della colorazione delle foglie, e un visibile ispessimento della lamina fogliare; inoltre, si possono manifestare, sempre sulla foglia, bruciature marginali e necrosi. Se le condizioni saline perdurano, si assiste a precoce filloptosi, con un conseguente riduzione del ciclo biologico e produttivo.

In piante non tolleranti si collegano alterazioni del metabolismo quali un aumento della resistenza stomatica e della resistenza al movimento dell'acqua all'interno dei tessuti, una

conseguente riduzione dei ritmi di assimilazione di  $\text{CO}_2$ , in alcuni casi, anche una diminuzione della quantità di fitoregolatori come gibberelline e citochinine. (Lokhande and Suprasanna., 2012)

### **B- Effetti fisiologici**

L'eccesso di ioni nella soluzione circolante sul sistema suolo-pianta causa un incremento del potenziale osmotico dell'acqua del terreno, diminuendo l'acqua disponibile per le piante provocando un deficit idrico. L'aumento della concentrazione di alcuni ioni comporta un effetto tossico e denaturante nei confronti degli enzimi del citoplasma, inibendo la sintesi proteica a livello degli acidi nucleici, provocando un'alterazione della struttura delle membrane cellulari e dell'integrità funzionale dell'organo in maniera irreversibile.

Nelle piante si nota una riduzione di crescita iniziale, riduzione dell'area fogliare e nei casi più gravi avviene imbrunimento, necrosi diffuse e morte dei tessuti.

Lo stress dovuto da salinizzazione causa un'alterazione dell'assorbimento di ioni da parte della pianta, con conseguenti squilibri nella concentrazione di elementi nutritivi all'interno dei tessuti dovuto all'antagonismo tra gli ioni, in particolare Na vs K e Ca e Cl vs  $\text{NO}_3$ . (Fig.2)



Fig. 2 Processo di osmosi in suoli marini (FAO, 2021)

In condizioni di stress salino le cellule subiscono danni sia strutturali che metabolici perché l'energia chimica accumulata a seguito della fotosintesi, viene utilizzata in gran parte per attivare meccanismi di difesa allo stress. Solo una minor parte è utilizzata per l'accrescimento (Munns e Gilliam, 2015).

Come si vede nel grafico sotto riportato (Fig.3), la respirazione mitocondriale e fotosintesi riducono la propria efficienza e man mano che aumenta lo stress salino, aumenta l'energia impiegata per l'attivazione di sistemi di difesa o di stress tolleranza con conseguente

limitazione dei processi di accrescimento e sviluppo. Quando questo equilibrio tra energia prodotta e consumata si rompe, la pianta entra in uno stato di senescenza e morte cellulare (Munns e Gilliam, 2015)

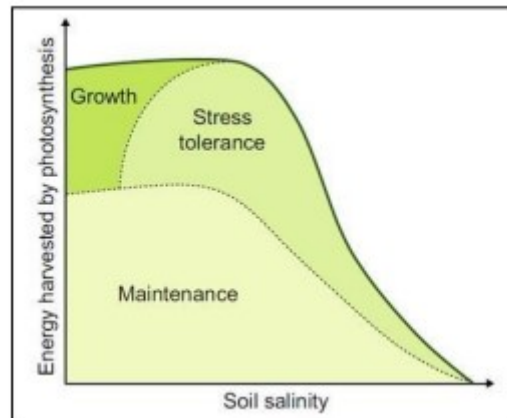


Fig. 3 Produzione e utilizzo dell'energia chimica in piante sottoposte a stress salino (Munns e Gilliam, 2015).

### C- Effetti sulla produzione

Il fenomeno della salinizzazione comporta cali di produzione in diverse specie di ortaggi più sensibili. Elevati livelli di sali nell'umidità del suolo inibiscono la germinazione e la crescita della maggior parte delle colture commerciali, riducono significativamente la produzione di biomassa, la resa economica e la complessiva sopravvivenza della pianta. Le piante sono soggette a carenze nutritive dovute a competizioni più o meno specifiche fra ioni tossici e macronutrienti vitali (come fosforo e azoto). Di conseguenza le piante salinizzate soffrono di carenze nutrizionali. Un suolo ricco di sale riduce i processi biologici essenziali (limitando flora e fauna) e limita o blocca l'assorbimento di importanti nutrienti dalla materia organica limitandone la loro disponibilità.

Le riduzioni di produttività variano in funzione della varietà colturale, delle condizioni climatiche durante la stagione vegetativa e degli effetti del sale all'esterno delle radici e all'interno della pianta.

La salinità, generalmente, favorisce l'aumento della percentuale di materia secca. Inoltre, causa una riduzione della densità delle radici, un aumento del rapporto chioma/radici, una riduzione della crescita dell'area e della taglia della foglia, riduce il peso, la taglia e il numero dei frutti finali. Negli ortaggi più comunemente consumati si può notare uno scadimento qualitativo



Non tutte le colture sono ugualmente sensibili ai sali nel suolo, ci sono diversi gradi di tolleranza nei confronti della salinità da parte delle colture ed esiste una classificazione in base alla loro capacità di sopportare lo stress salino (Tab. 1).

Tab. 1 Tolleranza di alcune colture orticole alla salinità del terreno: i limiti indicati rappresentano i livelli di salinità (mS/cm) (FAOSTAT:Food and Agricultural Organization of the United Nations statistical data,2013)

Sensibili (1.0 – 1.2)	Moderatamente sensibili (1.3 – 2.0)	Leggermente sensibili (2.2 – 3.5)	Moderatamente tolleranti (4.0 – 5.2)	Tolleranti (> 5.5)
<b>Orticole:</b>				
Carota,	Fava, Lattuga,	Cocomero,	Bietola da orto,	Asparago
Fagiolo,	Peperone,	Melone,	Zucchini,	
Fagiolino,	Spinacio,	Cetriolo,	Cavoli da foglia	
Fragola,	Patata, Porro,	Melanzana,		
Pisello,	Cavolo	Pomodoro,		
Cipolla,	cappuccio,	Carciofo,		
Ravanello	Cavolfiore,	Cavolo broccolo,		
	Cavolo rapa,	Zucca		
	Sedano			

#### 4- STRUMENTI DI LOTTA ALLA DEGRADAZIONE DEI SUOLI AFFETTI DA SALINITA'

In questo contesto di emergenza per il settore agroalimentare è importante predisporre degli interventi per affrontare, nella modalità più opportuna, i suoli affetti da salinità.

La diversificazione delle colture e dei sistemi di produzione basati su specie tolleranti alla salinità saranno probabilmente il punto strategico per la futura crescita agricola ed economica nelle regioni con suoli affetti da salinità.

Il reclutamento di alofite selvatiche, con potenziale economico, è stato suggerito diversi decenni fa come un modo per ridurre i danni causati dalla salinizzazione del suolo e dell'acqua. Per la vegetazione dei terreni marginali, la selezione di specie tolleranti rappresenta il primo punto essenziale per la buona riuscita di un nuovo impianto. Un rapido sviluppo radicale, la produzione di elevata biomassa, elevata efficienza di uso idrico sono tra i caratteri richiesti per il materiale vegetale da impiegare a tali scopi. Altri criteri di selezione possono essere i vantaggi che da un punto di vista ecologico le specie apportano a questi suoli degradati, e gli aspetti di natura economica quale la produzione di combustibile, di materiale per la costruzione e/o di foraggio per la pastorizia (Lal, 2001; Rockwood et al., 2004).

La pianificazione di interventi volti a combattere la diffusione di suoli affetti da salinità e migliorare le condizioni edafiche di aree già interessate dal processo di salinizzazione risulta essere molto complessa e dispendiosa (Lambert e Turner, 2000). Al contrario, l'utilizzo di specie vegetali, in particolare arboree e arbustive, tolleranti lo stress salino può senz'altro garantire un'azione di fitorimedio, per effetto dell'accumulo di sali nella biomassa delle piante. Inoltre, è importante perseguire determinati obiettivi quali:

- ✓ Generare una rete di monitoraggio della deformazione del suolo superficiale basata su dati forniti dal satellite;
- ✓ Utilizzare le informazioni del monitoraggio per migliorare lo studio della falda acquifera attraverso tecniche innovative;
- ✓ Studiare le subsidenze lungo le coste che possono contribuire all'intrusione salina nelle falde acquifere costiere;
- ✓ Utilizzare le tendenze globali dei cambiamenti climatici per prevedere e gestire i futuri scenari climatici e i loro potenziali effetti sulle risorse sotterranee.

## **5- PIANTE ALOFITE: ALTERNATIVA ECOSOSTENIBILE**

Il processo di salinizzazione porta i terreni agricoli a condizioni inaccettabili per la crescita di molte colture convenzionali, proprio per questo la selezione di specie in grado di tollerare ambienti salini e allo stesso tempo produrre adeguati livelli di biomassa risulta indispensabile. Inoltre, questa alternativa potrebbe presentarsi come un nuovo valore di mercato, avere un positivo potenziale di utilizzo nei processi produttivi, e può anche essere considerata come un'opportunità per risparmiare acqua dolce.

In questo contesto l'utilizzo di piante alofite, sia per la desalinizzazione che per il recupero di aree degradate, si presenta come una promettente soluzione al problema.

### **5.1- Definizione**

Con il termine Alofita, derivante dal greco ἅλς “sale” e φυτόν “pianta”, si intende comunemente una parte di vegetazione terrestre che assume caratteri xeromorfi, in dipendenza dalla ricchezza di sali solubili del substrato in cui cresce.

Le piante Alofite tollerano alte concentrazioni di sale, che generalmente compromettono la capacità di sopravvivenza di circa il 99% delle specie vegetali comunemente coltivate.

Secondo alcune ricerche (Flowers e Colmer.,2008, 2015) le alofite sono piante capaci di completare il loro ciclo vitale su suoli con concentrazioni saline di almeno 200 mm di NaCl. Alcune alofite mostrano un optimum di crescita in condizioni saline, mentre altre crescono meglio su suoli con un basso tenore di salinità.

I principali meccanismi di adattamento, di queste piante, all'elevata salinità sono:

- A. lo sviluppo di resistenza all'entrata di cloruro di sodio nella cellula;
- B. l'accumulo del cloruro di sodio entro i vacuoli cellulari;
- C. l'eliminazione di cloruro di sodio mediante cellule secernenti presenti nel fusto e nelle foglie;

## 5.2 - Classificazione in base alla concentrazione salina

Generalmente vengono suddivise in tre categorie sulla modalità di accumulo e metabolismo della sostanza salina (Pressarakli et al.,2019):

- **obbligate**, o eualofite, capaci di completare il ciclo di crescita in ambienti estremamente salati, con condizioni di salinità anche maggiori dell'1.5%; possono essere suddivise in due tipi: quelle con foglie succulenti e quelle con il fusto succulento. Le prime trattengono gli ioni nei tessuti succulenti delle foglie, mentre le altre accumulano gli ioni nel cilindro vascolare del fusto. Nei loro tessuti la concentrazione salina può arrivare fino al 10%, e questo gli permette di assorbire acqua dall'ambiente esterno grazie all'elevata tensione di assorbimento osmotico generata. Comprende generi come Suaeda, Salicornia e Atriplex; Possono essere suddivise in due sottogruppi: exo-recretoalofite e endo-recretoalofite. Le prime hanno ghiandole saline che estrudono all'esterno i sali in eccesso assorbiti, mentre le seconde, hanno vescicole saline che possono provvisoriamente ospitare gli ioni secreti dalla pianta. Comprende generi come Suaeda, Salicornia e Atriplex;
- **transitorie**, che caratterizzano terreni intermedi tra suoli salini e no;
- **facoltative**, che crescono in suoli non salini ma che tollerano un grado di salinità non superiore allo 0.5% (*Aster tripolium*, *Artemisia maritima*, *Plantago maritima* e *Suaeda maritima*)

Nel grafico riportato sotto è possibile notare come le diverse concentrazioni saline possano influenzare la crescita delle diverse categorie di alofite (Fig. 4). Il gruppo I rappresenta le alofite obbligate, il gruppo II quelle transitorie, il gruppo III include le facoltative, mentre il gruppo IV comprende le normali glicofite.

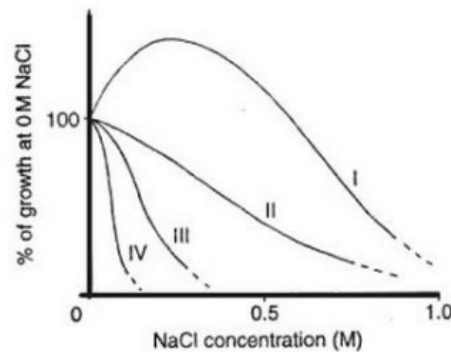


Fig. 4 Variazione della crescita delle alofite a diverse concentrazioni saline (Ruiz et al 2015)

Per vivere in questi ambienti hanno sviluppato delle strategie di resistenza al NaCl che possono essere sia la tolleranza al sale che l'evitare il sale. La prima strategia presuppone degli adattamenti fisiologici e biochimici tali da permettere alla cellula di rimanere viva e funzionante, mentre la seconda consiste in adattamenti che fanno in modo di minimizzare l'assorbimento del sale da parte delle radici. Ci sono poi le alofite escretive che hanno cellule ghiandolari capaci di secernere l'eccesso di sale al di fuori della pianta. Altre, dette alofite succulente, immagazzinano acqua nei loro tessuti con la quale diluiscono l'eccesso di sale.

### 5.3 - Classificazione in base alla tolleranza

Un'ulteriore classificazione delle alofite può essere effettuata sulla base della risposta interna al contenuto di sali.

Possono essere suddivise in:

- *succulente*, piante che possono tollerare elevate concentrazioni di cloruro nella loro linfa cellulare (es. *Salicornia herbacea*)
- *non-succulente*, piante che resistono ai sali mediante desalinizzazione dei loro tessuti e secernono eccessi di sale attraverso ghiandole saline (es. *Spartina alterniflora*)

- *accumulatrici*, piante senza meccanismo per la rimozione di sale, quindi la concentrazione di sale nei tessuti di tali piante aumentano fino alla morte della pianta (es. *Juncus gerardi*, *Suaeda fruticosa*)

#### **5.4- Anatomia delle alofite**

Le foglie sono piccole, carnose e succulente, in alcune piante anche stentate, in modo da ridurre al minimo l'evaporazione dell'acqua dalla superficie fogliare.

Lo stelo è solitamente più ispessito e legnoso, la crescita è ridotta in lunghezza.

Le alofite, nel loro complesso, dispongono di adattamenti ad alta efficienza: una cuticola lipidica (quindi idrorepellente) oltremodo spessa, che delimita tutte le parti epigee, stomi infossati in cripte stomatiche idonee a saturarsi di umidità agendo da “tappo” verso l'interno del vegetale, presenza di peli fittissimi, pure loro idonei a creare un microstrato di aria ferma, satura di umidità, in cui la perdita di acqua per ulteriore traspirazione sia rallentata.

Infine, la presenza di colori chiari, nei peli come nei petali dei fiori, in particolare il bianco, per riflettere i raggi solari ed evitare il surriscaldamento, e anche la presenza di pigmenti flavonici e antocianici, idonei a variare la lunghezza d'onda dei raggi ultravioletti, riducendone la dispersione di acqua (Waisel, 1972).

#### **5.5 - Habitat di crescita**

Principalmente questa specie di pianta cresce in un habitat ricco di cloruro di sodio e altri sali neutri, che generalmente si sviluppano a causa di fenomeni di risalita capillare di acqua marina o inondazioni mareali, oppure sali basici come carbonato e bicarbonato di sodio.

Un tipico ambiente che presenta questi requisiti sono le barene che rappresentano una tra le morfologie più diffuse e tipiche dei bacini di marea presenti lungo le coste a bassa energia o degli specchi d'acqua costieri protetti dall'azione diretta del moto ondoso da spit e isole barriera. Esse sono un elemento fondamentale del paesaggio lagunare e svolgono un ruolo insostituibile nei processi idromorfologici e ambientali; queste porzioni di territorio infatti hanno la capacità di mantenere la propria quota all'interno della fascia di escursione mareale, dal medio mare sino a +0.60 cm s.m. , attraverso processi di accrescimento per deposito superficiale di sedimento e materia organica durante i periodi di sommersione e di crescita dell'apparato radicale della vegetazione alofita . La sommersione periodica e lo sviluppo di specie vegetali tolleranti al sale rappresentano quindi le principali condizioni per lo sviluppo di una barena (Roner, et al., 2021). La vegetazione riveste un ruolo fondamentale nella crescita e nella stabilizzazione della struttura della barena: da un lato i fusti e le foglie delle piante che

permettono il rallentamento della propagazione del flusso di marea e favoriscono la sedimentazione del materiale sospeso, dall'altro le radici, trattenendo il sedimento, ne impediscono la ripresa in sospensione e quindi l'erosione.



Fig. 5 Paesaggio lagunare con barena.

## 6- LA SALICORNIA

### 6.1 – Descrizione

La salicornia è una pianta spontanea, nota anche come “Finocchio marino”, “fagiolo di mare” o “asparago di mare”, è una specie appartenente alla famiglia delle *Chenopodiaceae* e la particolarità che la contraddistingue è la sua affinità coi terreni salati.

Le salicornie sono dotate di adattamenti peculiari che ne permettono l'insediamento su terreni salini o salmastri, e per questo sono dette piante alofite.

Sono piante annuali commestibili e succulente che raggiungono altezze di statura comprese tra i 5 ed i 45 centimetri, presenta fusti eretti, ramificati a piramide, articolati e rigonfi al centro; le foglie sono piccole, opposte, appressate al fusto dal quale si distinguono difficilmente; sono di colore verde, rossastro o verde-giallino. È un arbusto perenne ma fiorisce e si raccoglie da maggio e per tutto il periodo estivo. I fiori della Salicornia sono ridotti, rudimentali e infossati all'interno dei manicotti fogliari, hanno la forma di piccole squame, riuniti in gruppi di tre e che producono come frutto piccoli acheni ricoperti di peluria (Flowers e Colmer., 2008)

### 6.2- Habitat e distribuzione

La specie risulta ad ampia diffusione nella regione mediterranea, ampiamente diffusa in Europa, Asia e America settentrionale, solitamente si trova presso acquitrini salmastri o nel

bagnasciuga marino, dove la marea crea ristagni d'acqua, ed è molto diffusa anche sui terreni fangosi e sabbiosi delle saline (Fig.6). Essa può sopportare salinità estreme, superiori a quelle marine, ma la concentrazione ottimale per favorire una crescita veloce varia tra 150 e 300 mm NaCl. La specie certamente commestibile è rappresentata dalla *Salicornia* europea per l'appunto comune sulle coste del Mediterraneo (Renna et al., 2020).



Fig.6 Immagini raffiguranti la *Salicornia*

### 6.3 -Valori nutrizionali

Ha numerose proprietà nutrizionali quali: sodio, potassio, zolfo, calcio, fosforo, ferro, zinco, manganese, rame. È anche una fonte naturale di iodio con alto valore biologico.

La pianta commestibile di *Salicornia* ha un apporto energetico considerevole, che si aggira intorno alle 65 kcal/ 100 g con un apporto di proteine oltre 13 g/100g, inoltre, contiene pochissimi carboidrati (circa 3 gr/100 gr), mentre i lipidi sono irrilevanti ma di ottima qualità (polinsaturi essenziali e Omega 3).

Contiene anche fibre alimentari. Per quanto riguarda le vitamine, contiene un discreto contenuto di retinolo, l'equivalente di vitamina e provitamine A e di vitamina C, mentre risultano del tutto assenti colesterolo, lattosio e glutine.

È ricca di aminoacidi quali la metionina e la lisina, e di preziosi antiossidanti, come i bioflavonoidi, tra cui la quercetina.

Per quanto riguarda il profilo acido si possono riscontrare: 39,6% di acido linolenico, 22,14% di acido palmitico, 20,02% di acido linoleico, 5,53% di acido stearico e il 3,97% di acido oleico. (Viana Castaneda-Loaiza, et al., 2020)

Viene riportata qui sotto una tabella che dimostra i valori nutrizionali delle diverse tipologie di *Salicornia* (Tab. 2).

Tab.2 Valori nutrizionali delle diverse tipologie di Salicornia

Nutrienti g/hg FW	<i>S. bigelovii</i> *	<i>S.fruticosa selvatica spagna</i> **	<i>S. fruticosa coltivata</i> **	<i>S. herbacea</i> ***
Umidità	88,4	84	92	90
lipidi totali	0,4	0,7	0,45	0,2
proteina grezza	1,5	1,5	1	1,7
carboidrati totali	4,5	5,8	2,6	2,2
fibra dietetica grezza	0,8	3,5	0,7	1,2
ceneri	4,4	4,5	3,5	4,7
energia (Kcal/100g)	27,4	35,4	18,4	17,4

\*fonte: Lu et al, 2009, "Nutritional characterization of *s. bigelovii* and variation during storage"

\*\*fonte: Viana Castañeda-Loaiza et al, 2020, "Wild vs cultivated halophytes: Nutritional and functional differences"

\*\*\* fonte: Min et al, 2002, "Chemical composition of *S. herbacea*"

\*\*\*\* fonte: Ventura et al, 2013, "Halophyte crop cultivation: the case for *Salicornia* and *Sarcocornia*"

## 7 - IL CRITHMUM MARITIMUM

### 7.1- Descrizione

È una alofita facoltativa, chiamata anche Finocchio marino, è una pianta suffruticosa perenne, con fusto di consistenza legnosa alla base, di color verde glauco, alta fino a 50 cm. Presenta un forte odore aromatico, odorante come di un misto finocchio-mentato, dal sapore amarognolo, salato e leggermente piccante (Fig.7). La radice è rizomatosa, lignificata e si insinua tenacemente nelle fenditure delle rocce, allungandosi fino a 5 metri. Spesso sono presenti tre o quattro ramificazioni radicali dall'odore gradevole.

Le foglie sono carnose, succulente, glabre e per quanto riguarda i tessuti della foglia, essa esternamente ha l'epidermide ricoperta di una spessa cuticola e cere. Questo rivestimento limita le perdite di acqua, per resistere all'aridità e all'eccesso di salinità.

I fiori sono molto piccoli e sono formati da un piccolo calice a 5 petali arrotondati all'apice di colore bianco o verdastro, raramente rosei e sono disposti in infiorescenza ad ampie ombrelle.

Il frutto è un diachenio ovoidale di 5-6 mm, è formato da un tessuto spugnoso ed è di colore





giallastro. A maturità diventa color porpora scuro e si apre e all'interno si trova un minuscolo nocciolo (Pignatti, 2017-2019).

Fig.7 Il Finocchio marino

## 7.2 - Habitat e distribuzione

Il Finocchio marino prospera negli ambienti salini (coste rocciose, moli e frangiflutti) è diffuso nelle aree costiere europee in particolar modo in quelle dei paesi meridionali e occidentali, generalmente lungo tutte le coste del mar Mediterraneo. Le scogliere sono caratterizzate da un terreno più ricco in materiale organico, in azoto totale e in carbonio organico. Inoltre, anche il livello di sodio, potassio e magnesio è più elevato rispetto alle colline di sabbia dove la presenza elevata di calcio è dovuta probabilmente per l'accumulo di gusci e conchiglie in decomposizione. È molto comune trovarla anche lungo le coste di altri continenti, come Canada e in generale Nord America, come specie alloctona naturalizzata (Atia et al., 2011)

## 7.3 - Valori nutrizionali

Il *Crithmum maritimum* L. contiene una quantità significativa di acido ascorbico, sono presenti elementi minerali, composti iodati, pectine, lipidi e polifenoli. I principali costituenti sono: olio essenziale, vitamine, sali minerali, iodina. Da questi principi attivi derivano proprietà aromatiche, carminative, digestive, diuretiche. Inoltre, alcuni studi ne confermano le attività antiossidanti, inibitorie della colinesterasi e vasodilatatrici.

I semi presentano numerosi globuli di olio che si accumulano nell'endosperma. La quantità di olio è molto elevata infatti rappresenta il 44,4% del peso secco dei semi. L'olio contiene l'acido palmitico (C16:0), palmitoleico (C16:1), stearico (C18:0), oleico (C18:1), linoleico (C18:2) e linolenico (C18:3). In particolare, l'acido oleico rappresenta il 78% quindi è il componente principale (Abdallah, et al., 2010).

La quantità di vitamina C presente è molto elevata: circa 76,6 mg per 100 g di materiale fresco e questo la rende un ottimo antiscorbutico. È noto che in passato sulle coste del Mediterraneo i marinai portavano a bordo scorte di finocchio di mare fresco o conservato sotto aceto, come un alimento gradevole e capace di prevenire lo scorbuto.

Anche la medicina popolare moderna e l'erboristeria attribuiscono al *Crithmum* diverse proprietà terapeutiche; viene usato come vermifugo e per migliorare la funzionalità del fegato o per l'insufficienza urinaria, come eupeptico, coleretico e galattagogo, come depurativo e contro il meteorismo. Come la maggior parte delle Apiacee anche il *Crithmum* contiene diversi olii essenziali, tra i quali ricordiamo l'eugenolo, il timolo, il carvacrolo e il critmene (Sanchez-Faure et al., 2020)

Tab. 3 Composizione nutrizionale *C. maritimum*

Nutrienti g/hg FW	<i>C. maritimum</i> ^	<i>C. maritimum</i> ^^
Umidità	87,6	87
lipidi totali	0,4	0,4
proteina grezza	1,6	1,5
carboidrati totali	7,3	9,0
fibra dietetica grezza	3,7	5,8
ceneri	2,8	1,5
energia (Kcal/100g)	39,2	45,6

^fonte: Renna, 2018, "Reviewing sea fennel as emerging halophyte vegetable crop"

^^fonte: Sanchez-Faure et al, 2020, "Exploring the potential of common iceplant, seaside arrowgrass and sea fennel as edible halophytic plants "

## 8 – CAKILE MARITIMA – RUCOLA MARINA

### 8.1 Descrizione e habitat

La rucola di mare è una specie erbacea appartenente alla famiglia delle *Brassicaceae*, chiamata anche *Cakile maritima*, nasturzio marino o ravastrello (Fig.8). È una pianta annuale succulenta ed è costituita da fusti prostrati (15-45cm), ramificati, con foglie alterne, lunghe 3-6 cm, da obovate a profondamente pinnate. L'infiorescenza è rappresentata da un racemo apicale denso, con fiori che presentano 4 petali di colore variabile dal lilla al porpora, e solitamente il periodo di fioritura è tra gennaio e dicembre. Il frutto è un bilomento formato due articoli differenziati,

monospermi, il superiore più grande ovoidale o conico, l'inferiore obconico-rombico, indeiscente. I semi di 2,3-4,7 x 1-2,5 mm, sono oblungi, rugosi, marroni.

*Cakile maritima* è una specie che cresce allo stato spontaneo e si riproduce per impollinazione entomofila. La dispersione dei semi avviene grazie al vento e alle maree: i frutti, atti al galleggiamento, possono diffondersi anche a considerevoli distanze dalla pianta madre, però la germinazione è stimolata da una bassa concentrazione di cloruro di sodio (50-100 mM di NaCl), invece è influenzata negativamente da concentrazioni superiori (200-300 mM di NaCl).

La normale durata della vita della pianta in campo è di 4-5 mesi, tuttavia si possono riscontrare eccezioni. Inoltre, è stata osservata la mancanza di micorrize e ciò è da correlare alla presenza di glucosinolati (composti glucosidici contenenti zolfo) all'interno dei tessuti. Nonostante la plasticità fenotipica del fusto e delle foglie il numero cromosomico è costante in tutti gli individui studiati (Conversa et al., 2023).



Fig.8 Particolari della specie *Cakile maritima*.

È una specie pioniera che vive principalmente in prossimità del mare, sulle sabbie costiere instabili perché continuamente disturbate e rielaborate dalle maree e dal vento. La deposizione locale di detriti organici, in particolare alghe, lungo la spiaggia da maree primaverili equinoziali fornisce azoto per decomposizione della materia organica e questo consente la rapida e vigorosa crescita della pianta. Essa è presente nelle aree costiere atlantiche dell'Europa e nel bacino del Mediterraneo. In Italia cresce lungo quasi tutte le coste su sabbie litoranee e in ambienti ruderali subsalsi ricchi in nitrati. È anche arrivata nell'emisfero sud, in Brasile, Uruguay, Australia, Nuova Zelanda e perfino in Nuova Caledonia.

La rucola marina è una pianta a basso contenuto di calorie e grassi (0.5 g per 100g), è una buona fonte di vitamina C (50 mg per 100g), beta-carotene, calcio e magnesio.

Sotto riportata la Tabella 4 con tutti gli elementi nutritivi presenti nella *Cakile maritima* (Pifferi e Zanetti, 2017).

Tab. 4 Valori nutrizionali *Cakile maritima*

NUTRIENTE	QUANTITA' per 100g
Acqua	84g
Energia	25 kcal
Proteine	2.5g
Carboidrati	4g
Grassi	0.5g
Fibre	2g
Sodio	160mg
Potassio	400mg
Calcio	100mg
Magnesio	40mg
Vitamina C	50mg
Beta-carotene	2mg

## 9 - BETA VULGARIS subsp. MARITIMA



Comunemente bietola marittima, è una pianta erbacea perenne o biennale, raramente annuale, con radice non ingrossata, a differenza della specie coltivata, la comune barbabietola, che ha la radice più grossa (Anoè, 1984). Gli esemplari di questa specie possono essere molto variabili per dimensioni e forma. Spontanea in luoghi salati e lungo i litorali. Questa pianta allo stato selvatico è diffusa su gran parte del territorio nazionale, nei luoghi argillosi o sabbiosi litoranei, nei prati coltivati o incolti, dove cresce durante tutto il periodo primaverile; quella presente lungo le coste del Mediterraneo; per usi fitoalimurgici si possono usare le foglie come erba da minestra.

Non è molto saporita, ma il tenore in ferro e vitamine ne fa un alimento molto utile, dato il contenuto di antinutrienti, in particolare acido ossalico se ne sconsiglia il consumo a chi soffre di problemi renali e rischia la formazione di calcoli (Morales, 2014). Sotto riportata la Tabella 5, con tutti gli elementi nutritivi presenti nella *Beta vulgaris* subsp. *maritima* (Pifferi e Zanetti, 2017)

Tab.5 Valori nutrizionali della *Beta vulgaris* subsp. *maritima*

NUTRIENTE	QUANTITA' per 100g
Acqua	89.6g
Proteine	2.6g
Carboidrati	6.3g
Grassi	0.3g
Fibre	2.5g
Vitamina C	45mg(63%RDA)
Vitamina A	1000 IU (25% RDA)
Vitamina K	260 mcg (325% RDA)
Potassio	480 mg (110% RDA)
Magnesio	36 mg (9% RDA)
Calcio	200 mg (20% RDA)
Ferro	2,7 mg (16% RDA)

RDA = dose giornaliera raccomandata

## 10 - SALSOLA SODA

### 10.1 - Descrizione e habitat

Appartenente alla famiglia delle *Chenopodiaceae*, la *Salsola soda* è conosciuta anche con altri nomi: barba del Negus, riscolo, barba di frate, lischi, senape dei frati e più comunemente agretto. La specie è nativa dell'Eurasia e del Nord Africa, ed è conosciuta soprattutto in Italia (in particolare in Sicilia) e Spagna, dove in passato si incentrava la sua coltivazione; è diffusa anche sulla costa atlantica dell'Europa ed è stata importata anche negli Stati Uniti.

È una pianta annuale, legnosa, dalle dimensioni ridotte che può, al massimo, raggiungere i 70



centimetri di altezza. I germogli delle piante sono commestibili e comunemente consumati durante il periodo primaverile. In passato la pianta veniva utilizzata anche come fonte di carbonato di sodio, da cui il nome soda ed è molto conosciuta nella medicina popolare come antipertensive, diuretiche, antitumorali, emollienti, antinfiammatorio e antimicrobico (Graifenberg et al., 2003)

Fig. 9 Salsola Sola

## 10.2 Valori nutrizionali

Gli agretti sono molto ricchi di acqua e per questo hanno poche calorie; infatti, una porzione da 100 g fornisce solo 22 kcal. I carboidrati e la fibra sono i macronutrienti più abbondanti, 2.2g di carboidrati e 2.3g di fibra ogni 100 g. Hanno un ridotto apporto di proteine vegetali, mentre è irrilevante l'apporto di grassi. Si caratterizza per un buon contenuto di vitamine, in particolar modo vitamina A (392 µg per 100 g), vitamina C e piccole quantità di vitamine del gruppo B. Per quanto riguarda l'apporto di sali minerali, gli agretti hanno un buon contenuto di calcio (131 mg per 100 g) insieme a fosforo e ferro.

Essi contengono antiossidanti come la clorofilla e i carotenoidi, responsabili del colore verde e verde scuro di questa verdura. La Salsola Soda contiene anche la Luteina, una tipologia di carotenoide che ritroviamo anche in spinaci e bietta, e che svolge un'azione protettiva nei confronti della vista (Wosje et al., 2010).

## 11 - ALOFITE DI NUOVA GENERAZIONE: ALIMENTAZIONE GOURMET

Il recente interesse per la diversificazione dei consumi alimentari e gli attuali processi di salinizzazione e desertificazione dei terreni agricoli, hanno posto l'attenzione sulle piante alofite come nuovo alimento, caratterizzate da una particolare composizione biochimica.

Oltre agli aspetti nutrizionali, fonti alimentari desuete come le alofite permetterebbero l'apertura di nuove prospettive di innovazione culinaria, conseguenti al loro adattamento e insediamento nel preesistente patrimonio gastronomico. Innovazione che si potrebbe sviluppare su più fronti, soprattutto se si considera l'estrema varietà e biodiversità che queste specie possono offrire. Già possiamo apprezzare i risultati di queste applicazioni nella ristorazione, mondo che cela le principali fucine e centri di sperimentazione alimentare (De Bellis e Barbieri, 2015).

*Tartelletta di erbe alofite* (Fig.10 da ristorante Venissa), con base di farina di mandorle e contiene una purea di erbe di laguna su cui sono piantati semi di zucca violina, salicornia, *Salsola soda* (barba del frate), *Salsola kali* (*Salicornia spinosa*), *Atriplex portulacoides* (porcellana di mare)



Fig. 10. *Tartelletta di erbe alofite.*

*Risotto* dal gusto iodico e fresco (Fig. 11 dal ristorante Cracol a Bacoli), molto ispirato al luogo con ostriche, finocchietto marino e l'agrume che rafforzano il trait d'union con il paesaggio abruzzese.



Spostandosi sulla grande distribuzione si possono intravedere le prime attenzioni rispetto questo fenomeno gastronomico da parte di piccole realtà

territoriali. Anche in questo caso si riportano tre esempi di prodotti totalmente diversi tra loro, ma accomunati dall'uso delle alofite. Nella provincia veneta, a Dolo, troviamo lo storico torronificio Scaldasferro, che in edizione limitata realizza un *torrone con miele di barena*.

Segue la distilleria Tosolin, che a Marsure di Povoletto (UD) seleziona erbe spontanee, come santonico, astro marino e finocchietto marino dalla laguna di Grado per il suo prodotto di punta, *l'amaro Tosolin*.

Infine, è d'obbligo quantomeno nominare il "paccasassi" di Rinci (Fig.13), una perla gastronomica.

Il "paccasassi" indicato come presidio Slow Food dato il suo importante ruolo nella Riviera del Conero, nelle Marche. Proprio in questa zona abbiamo un modello esemplare di un'azienda che basa la sua produzione su questo prodotto tradizionale, Rinci, riuscita a raggiungere livelli di eccellenza tanto da essere chiamata a fare da capofila in un rogetto più ampio come "Bio Veg Conserve - Nuove conserve vegetali biologiche da varietà autoctone di finocchio marino coltivato in biologico". Quest'ultimo, avendo riconosciuto il valore culturale della pratica, si prepone di implementare sistemi agricoli che permettano produzione e trasformazione di questa specie che, seppur presente in maniera diffusa, resta protetta. Si è quindi arrivati a adattare un sistema di agricoltura biologica per diffondere l'uso di varietà autoctone esportabile anche in altri contesti. (A. C. Speranza e A. De Vita, 2013)



Fig.12 Amaro Tosolin, Liquore di erbe mediterranee.



Fig.13 Il Paccasassi di Rinci.

### 11.1- The Tidal Garden

È un progetto ambientale, di ricerca e divulgazione culinaria che opera nella laguna veneziana e continua a dimostrare il legame vitale tra gastronomia e natura esplorando il potenziale commestibile delle alofite. Ha come obiettivo quello di elogiare le specie vegetali scartate e promuovendo la conservazione e la gestione delle paludi, degli estuari e delle zone umide costiere come fonti di vita adattamento culturale ai cambiamenti climatici, con lo scopo di porre un costante promemoria della bellezza e della fragilità della vita, della potenza del mondo



naturale e l'importanza dell'adattamento. Guidato da un Team di chef, agricoltori e ricercatori, il progetto sostiene l'emergere di nuove abitudini alimentari come mezzo per conservare il paesaggio della laguna di Venezia in tempi di innalzamento del livello del mare.

*«Non esiste cibo naturale come non esiste un paesaggio naturale. Entrambi sono frutto della continua e necessaria negoziazione tra natura e cultura. La cucina, ad ogni livello, è terreno di questo negoziato. L'alta cucina in particolare, come succede anche in altri ambiti, è ambiente privilegiato di progettazione e sperimentazione i cui risultati potranno avere poi ricadute ad altri livelli. Come già per altri alimenti, anche per le alofite l'alta cucina si è rivelata idealmente più ricettiva. Tuttavia, The Tidal Garden cerca continuamente di infiltrare*

Fig.14 Menù a base di piante alofite proposto da The Tidal Garden.



*queste piante nel pasto quotidiano di tutti, rendendole accessibili e apprezzabili, superando le iniziali diffidenze»* racconta Lorenzo Barbasetti, co-founder del progetto The Tidal Garden.

## 11.2 - Aponiente

Aponiente è un progetto ristorativo guidato dallo chef Angel Leòn in Spagna ed è conosciuto da tutto il mondo per il suo impegno a favore della conservazione e la gestione dei paesaggi costieri e per l'enorme capacità di innovazione legata al recupero di prodotti sottovalutati, attraverso la ricerca di nuovi ingredienti come il Fitoplancton marino o la Zostera marina.



Per questo motivo è stato insignito delle Tre stelle Michelin dal 2017, e due anni dopo ha ottenuto la prima e storica Michelin Sustainable Green Star, in riconoscimento del suo costante impegno a favore della gastronomia sostenibile.

L'applicazione della teoria ecologica in cucina, la ricerca, la creatività gastronomica e la massima valorizzazione del prodotto, insieme al lavoro di sensibilizzazione ambientale, sono i tratti distintivi di Aponiente.

Lo scopo di questo progetto è quello di recuperare e riattivare i terreni salinizzati, ripristinando il socio-ecosistema e ristabilendo l'equilibrio naturale, prendendosi cura del capitale naturale delle paludi per promuovere i servizi ecosistemici, procurarsi cibo in base alla sua ricca biodiversità e come fonte di reddito, ricchezza e occupazione per il territorio.

Alcuni esempi di nuovi ingredienti sono:

- A. **Miele di mare**, proviene da una pianta marina chiamata *Ruppia maritima*, estratta dagli estuari di Trebujena (cadice). Per ottenerlo la pianta viene essiccata per due settimane, quindi spruzzata e aggiunta all'acqua. La consistenza mielata è ottenuta mediante evaporazione a bassa temperatura. Questo miele ha le stesse proprietà del miele normale, ma con alcune sfumature salate che lo rendono unico.
- B. **Oli marini** attraverso estrazioni lipidiche di alcune microalghe come fitoplancton marino e oli di harissa.

- C. **Cereale marino** che deriva dalla *Zostera marina*. È stato determinato che esso contiene una maggiore quantità di proteine di alta qualità (13%), carboidrati (l'82% di cui più del 50% è amido), meno del 2% nei grassi (verdure), nonché vitamine A ed E che nessun altro tipo di cereale ha o alte concentrazioni di vitamine del gruppo B. Ha anche acidi grassi come gli omega 3 e 6, aminoacidi che non esistono nei cereali comuni, minerali e anche una percentuale significativa di glucosio.

## **12 - FATTORIE VERTICALI MARINE OFF- SHORE**

Acqua, energia e sicurezza sono i tre elementi più critici per raggiungere gli Obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite per il 2030. Un'ulteriore alternativa, oltre la coltivazione delle alofite, per contrastare la salinizzazione dei terreni e la carenza di acqua nel settore agricolo è quella di sviluppare un sistema di allevamento marino offshore, autosufficiente e alimentato dall'energia solare, per affrontare la crescente carenza globale di acqua pulita, risorse di terreni agricoli e approvvigionamento alimentare.

I ricercatori della University of South Australia e della Hubei University of Technology in Cina hanno sviluppato un sistema a due strati che utilizza l'evaporazione solare per produrre acqua dolce e coltivare verdure sull'acqua del mare attraverso sistemi di agricoltura sostenibili. I risultati del loro studio sono stati pubblicati sul *Chemical Engineering Journal* in un articolo dal titolo "Una fattoria solare marittima galleggiante a doppio strato verticale autonoma, abilitata all'evaporazione solare interfacciale" (Pan et al., 2023). Sebbene l'agricoltura marina sia già stata in una certa misura sviluppata, attualmente deve affrontare diversi problemi e presenta alcune importanti limitazioni. In primo luogo, questo tipo di agricoltura è adatta principalmente solo per piante acquatiche specializzate e per alcune piante idroponiche tolleranti al sale, che da sole non sarebbero in grado di soddisfare la crescente domanda alimentare globale. In secondo luogo, a causa delle risorse limitate richiede una supervisione frequente e manutenzione continua, aumentando così il costo complessivo. Secondo i ricercatori, tuttavia, finora ci si è concentrati molto sullo sviluppo della tecnologia di evaporazione solare interfacciale (ISE) per la desalinizzazione dell'acqua di mare, ma in pochi hanno cercato di mettere a punto sistemi di agricoltura sostenibile applicabili a queste strutture.

L'evaporazione solare interfacciale (ISE) ha recentemente ricevuto un notevole interesse di ricerca a causa dell'abbondanza sia di energia solare che di acqua di mare, nonché del suo impatto ambientale minimo. È stata riconosciuta come una tecnologia promettente per la desalinizzazione dell'acqua di mare, la raccolta e il rilascio dell'umidità atmosferica, il raffreddamento dei pannelli solari e la bonifica del suolo. Il vantaggio principale rispetto alle tecnologie sviluppate in precedenza è che la tecnologia di desalinizzazione basata su ISE crea una fonte autosostenibile di acqua pulita che ha il potenziale non solo di supportare il fabbisogno di acqua potabile di milioni di persone, ma anche di aumentare le esigenze agricole. Pertanto, le tecnologie ISE potrebbero anche rappresentare una potenziale nuova strategia per affrontare le carenze di acqua dolce nell'agricoltura marina (Yu, et al., 2023). È stato sviluppato un parco marino solare verticale multifunzionale a doppio strato (DVSSF: multifunctional double-layered vertical solar sea farm) che ha ottenuto l'irrigazione autoadescante mediante ISE dell'acqua di mare (strato inferiore) e la coltivazione agricola (strato superiore) attraverso la stratificazione longitudinale. Questa soluzione migliora sostanzialmente l'utilizzo della superficie marina per garantire una produzione sostenibile di acqua pulita per uso agricolo. Lo strato inferiore del DVSSF è la camera di produzione di acqua pulita, che utilizza semplicemente la tecnologia ISE per far evaporare efficacemente l'acqua di mare sotto l'irradiazione solare per generare acqua pulita. I nastri di trasporto dell'acqua che collegano le due camere consentono il trasporto continuo dell'acqua pulita condensata dalla camera di evaporazione inferiore alla camera superiore contenente il terreno. Esperimenti all'aperto hanno dimostrato che tre diverse verdure comuni (broccoli, lattuga e Pak Choi; Fig.15) potrebbero tutte crescere bene sulle superfici dell'acqua di mare con un tasso di germinazione > 80%. Pertanto, con vincoli geologici e manutenzione minimi, questo DVSSF può alleviare efficacemente il dilemma dell'insufficiente fornitura di prodotti agricoli causata dalle attuali riduzioni in corso nella disponibilità sia di acqua pulita pro capite che di terreni arabili, che forniranno un mezzo promettente per facilitare la moderna agricoltura marina (Heshan et al., 2019).

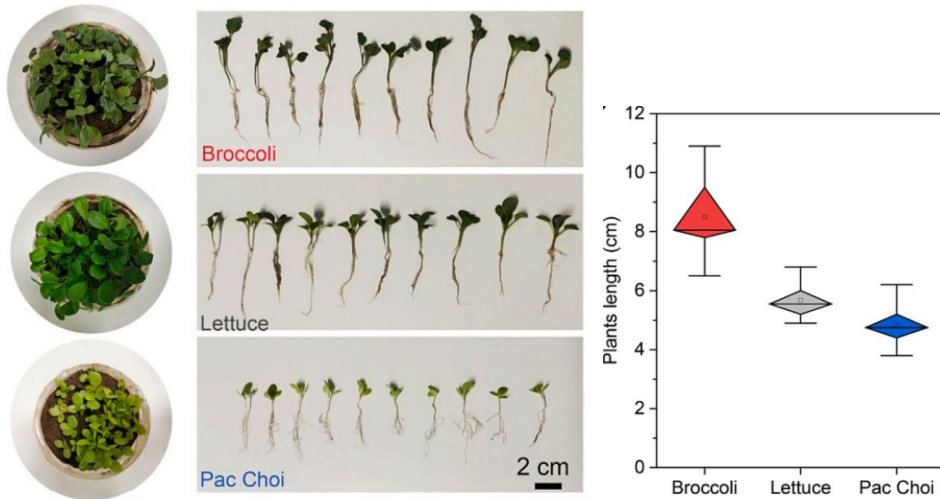


Fig. 15 Fotografie di sementi coltivate, a sinistra. Lunghezza delle piante a 20 giorni dalla germinazione, a destra.

## 12.1 Materiali, metodi e risultati

Il sistema DVSSF è composto da tre sottosistemi (Fig.16):

- 1) un sistema di evaporazione solare (strato inferiore), composto da evaporatori fototermici e schiuma di polistirene (PS) con fori come supporto dell'evaporatore,
- 2) un sistema di condensazione e trasferimento dell'acqua (nastri d'acqua)
- 3) un sistema di coltivazione delle piante (strato superiore).

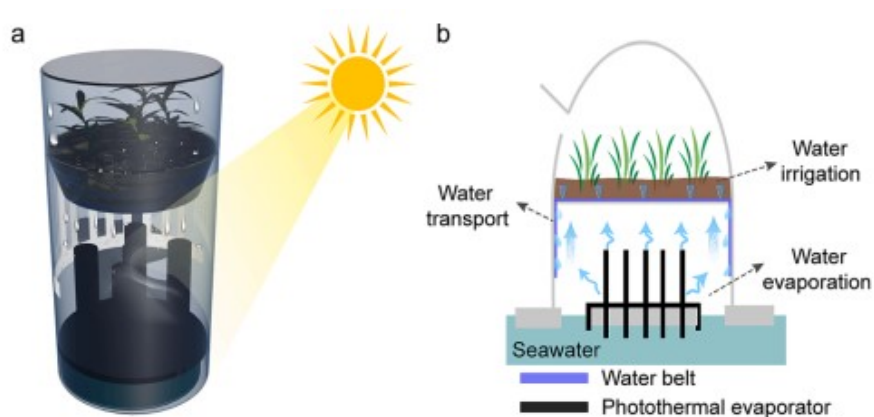


Fig. 16 (a) Illustrazione schematica del DVSSF autonomo. (b) Vista in sezione trasversale del DVSSF autonomo.

Durante il funzionamento pratico, la schiuma PS galleggia sulla superficie dell'acqua e una piccola parte dell'evaporatore fototermico veniva immersa nell'acqua sfusa per consentire il trasporto dell'acqua alle superfici di evaporazione. Un simulatore solare (lampada allo xeno Newport Oriel) con angolo di luce incidente regolabile fornisce la luce solare simulata. Per la condensazione e il trasporto dell'acqua, nastri idrofili (carta di bambù) sono disposti verticalmente sulla superficie laterale interna del contenitore cilindrico (raggio di 10 cm, altezza 25 cm) e attraverso le camere inferiore e superiore. Per la camera di coltivazione superiore viene utilizzata una copertura trasparente per coprire il terreno (simile ad una serra). I nastri di trasporto dell'acqua assorbono il vapore condensato nella camera di evaporazione solare inferiore e trasferiscono l'acqua pulita nella camera superiore del terreno per l'irrigazione delle piante. Sotto l'irradiazione solare, le piante sullo strato superiore consumano acqua attraverso la fotosintesi e la traspirazione e, allo stesso tempo, gli evaporatori fototermici nella camera inferiore assorbono la luce solare per l'evaporazione dell'acqua di mare e la produzione di acqua pulita. L'intero processo è spontaneo senza alcun intervento umano. In questo sistema, il vapore generato può essere condensato e raccolto come acqua pulita per la successiva irrigazione delle piante. È stato utilizzato un sistema di evaporazione solare chiuso per stimare il tasso di condensazione del vapore/tasso di raccolta dell'acqua pulita (Heshan et al. 2019). A scopo di confronto è stato realizzato anche un dispositivo senza evaporatori fototermici. I risultati hanno confermato che l'introduzione degli evaporatori fototermici ha migliorato significativamente l'evaporazione dell'acqua di mare. Nel dispositivo prototipo è stata osservata chiaramente acqua condensata sulla parete interna entro 30 minuti, mentre per l'esperimento di controllo senza evaporatori non è stata osservata acqua condensata evidente (Fig. 17).

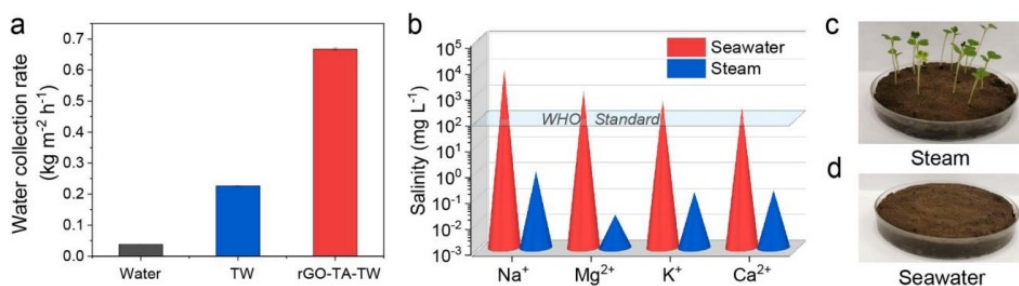


Fig.17 (a)Tassi di raccolta di acqua pulita dall'evaporazione solare dell'acqua di mare. (b) Salinità dell'acqua di mare e dell'acqua condensata raccolta. (cd) Prestazioni di germinazione dei semi con irrigazione utilizzando acqua condensata proveniente da ISE e acqua di mare.

## 12.2 Prestazioni di germinazione all'aperto a lungo termine in DVSSF

Sono stati preparati quattro diversi sistemi DVSSF per test all'aperto a lungo termine:

- I) senza nastri d'acqua o evaporatori fototermici;
- II) con nastri ad acqua ma senza evaporatori fototermici;
- III) senza nastri ad acqua ma con evaporatori fototermici;
- IV) sia con nastri d'acqua che con evaporatori fototermici.

I test all'aperto sono stati condotti presso il Mawson Lakes Campus, UniSA, South Australia, per due settimane, utilizzando acqua di mare. Sono stati registrati l'umidità e la temperatura all'interno della camera di semina di ciascun DVSSF e i corrispondenti parametri dell'ambiente esterno (Fig.18). DVSSF IV ha consentito l'evaporazione continua dell'acqua di mare e la condensazione del vapore, mantenendo allo stesso tempo condizioni ambientali adeguate per la crescita delle piante grazie alla separazione spaziale della minore evaporazione solare. L'osservazione della superficie del terreno durante i test ha mostrato che nel DVSSF I-III le superfici del terreno si sono asciugate entro 3 giorni e sono state completamente essiccate e screpolate dopo 14 giorni, con conseguente assenza di germinazione dei semi. Al contrario, nel DVSSF IV la superficie del terreno era sempre bagnata, determinando un'eccellente germinazione dei semi. Il contenuto di umidità del suolo misurato nel DVSSF I-III è diminuito continuamente ed è rimasto intorno al 5% dopo 10 giorni. Pertanto, un sistema DVSSF che possiede sia evaporatori fototermici che cinture d'acqua (cioè, il dispositivo IV) è adatto per applicazioni pratiche (Zhao et al., 2022).

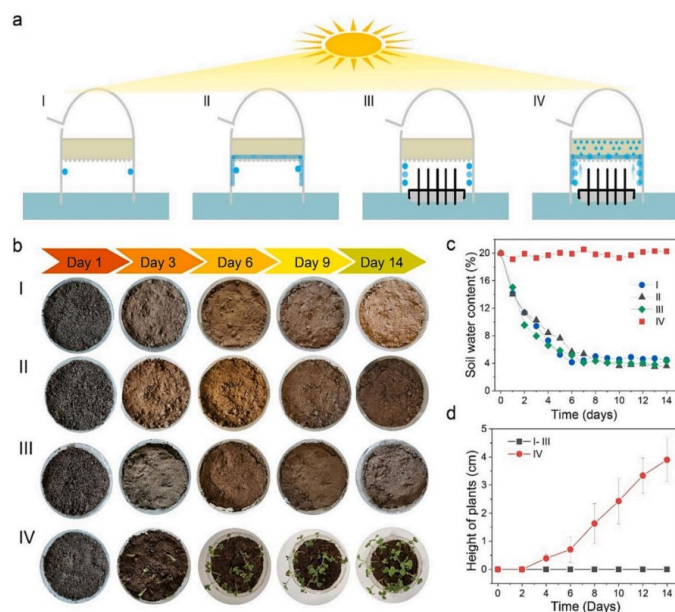


Fig.18 (a) Illustrazione schematica dei progetti di differenza dei DVSSF. (b) Fotografie della superficie del suolo durante test all'aperto a lungo termine. (c) Variazione temporale del contenuto di acqua nel suolo nei quattro DVSSF. (d) Variazione temporale dell'altezza delle piante durante test all'aperto a lungo termine.

L'innovazione chiave di questa ricerca, quindi, consiste nella creazione di un sistema autosufficiente che sfrutta l'evaporazione solare dell'acqua marina per produrre acqua dolce e supportare coltivazioni autonome.

Un tale sistema promette di rivoluzionare il settore dell'agricoltura e dell'approvvigionamento idrico, affrontando le sfide legate alla crescita demografica prevista per il 2050, quando la popolazione mondiale potrebbe raggiungere i dieci miliardi di persone.

Le implicazioni positive di questa scoperta sono molteplici. La distribuzione verticale dell'evaporatore e delle camere di crescita permette di ridurre l'ingombro complessivo del dispositivo, liberando spazio prezioso per l'agricoltura. Inoltre, il processo di produzione di acqua dolce e la crescita delle coltivazioni sono interamente sostenuti da energia solare e acqua marina, il che rende il sistema ecologicamente responsabile e a basso costo. L'automazione completa del processo lo rende estremamente facile da gestire.

Il progetto mira a incrementare la produzione e l'efficienza dell'impianto, prevedendo un aumento delle dimensioni e del numero dei dispositivi. La sperimentazione è ancora in corso, e ci si aspetta che il prototipo possa diventare ancora più semplice ed economico da

implementare in futuro. Al momento, l'acqua dolce prodotta dal dispositivo è sufficientemente pura da poter essere consumata e ha una salinità inferiore ai livelli prescritti dalle linee guida sanitarie internazionali per l'acqua potabile (Hou-Jun Li, et al., 2023) (Fig.19).

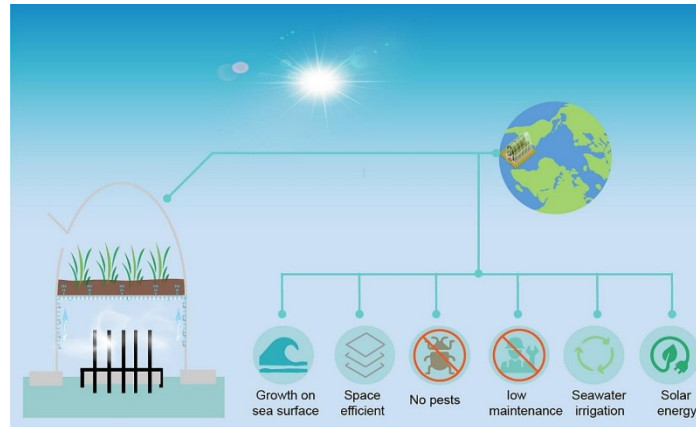


Fig.19 Benefici delle fattorie marine offshore.



## CONCLUSIONI

La produzione alimentare deve aumentare fino al 70% entro il 2050 per soddisfare i bisogni alimentari di una popolazione in crescita che dovrebbe raggiungere i 9 milioni entro il 2050. Questo aumento rappresenta una sfida a causa di due problemi principali che dobbiamo affrontare oggi: la scarsità di terra e di acqua. L'urbanizzazione e il degrado del territorio a livello mondiale sono le principali cause della scarsità di territorio per la produzione agricola. La salinizzazione del suolo è un fattore importante che contribuisce al degrado.

Per soddisfare la futura domanda alimentare, dobbiamo non solo sviluppare tecnologie alternative e più efficienti per aumentare la resa, ma anche ampliare la diversità delle colture coltivate e consumate.

Una diversificazione delle nostre diete con l'inclusione di colture tradizionali o trascurate che sono ricche di micronutrienti, richiedono meno input (fertilizzanti, acqua, pesticidi) per la crescita e possono adattarsi ad ambienti degradati (ad esempio terreni salini) potrebbe essere una situazione vantaggiosa per tutti per affrontare il problema della sicurezza alimentare e della scarsità delle risorse.

Le alofite possono essere un gruppo vegetale alternativo commerciale per l'uso di terreni salini e per allentare la pressione sulla richiesta di terra e acqua di buona qualità. Sebbene ci siano molte storie di successo nella produzione e commercializzazione di alofite, sono necessari studi sul campo su larga scala e a lungo termine per ottenere prodotti redditizi e accettabili dai consumatori. Sono necessari ulteriori studi sull'accettazione delle colture alternative da parte dei consumatori affinché le alofite vengano riconosciute dal mercato e dai consumatori.

Inoltre, l'integrazione di un sistema di agricoltura come le Fattorie marine Off-shore ha dimostrato un notevole successo per produrre acqua pulita per la crescita delle colture, con la capacità di alleviare la gravità della carenza idrica globale e l'insicurezza alimentare.

Questo progetto di agricoltura verticale con vincoli geologici minimi può fornire un modo promettente per l'irrigazione agricola su molti corpi idrici, tra cui acqua di mare, fiumi e laghi salati. Questo approccio ha un grande potenziale per migliorare in modo significativo il nesso globale acqua-energia-cibo, fornendo nuove soluzioni alle crisi esistenti di acqua dolce, terra e cibo.



## BIBLIOGRAFIA

- Adams, Australian Saltmarsh Ecology, 2009, cap. 1, pg. 6
- Anjum N. A., Gill S. S., Ahmad I., Tuteja N., Soni P., Pareek A. 2012. “Understanding stress responsive mechanisms in plants: an overview of transcriptomics and proteomics approaches,” in Improving Crop Resistance to Abiotic Stress, Vols. 1, 2, eds N. Tuteja, S. S. Gill, A. F. Tiburcio, and R. Tuteja
- Atia A., Barhoumi Z., Mokded R., Abdelly C., Smaoui A. 2011. Environmental ecophysiology and economical potential of the halophyte *Crithmum maritimum* L. (Apiaceae). *Journal of Medicinal Plants Research* 5 (16), 3564–3571.
- Atlante dei prodotti tipici agroalimentari di Puglia, pg 105
- Bianco V.V.; Renna M.; Santamaria P.; “Ortaggi liberati - Dieci prodotti straordinari della biodiversità pugliese”, 2018, e-book scaricabile
- BülentOkur<sup>1</sup>, NesrinÖrçen<sup>2</sup>, “Chapter 12 – Soil salinization and climate change”
- Burri G., Accademia Italiana della cucina, “Civiltà della Tavola”, articolo a pg 12-13,
- Centofanti, T., & Bañuelos, G. (2015). Evaluation of the halophyte *Salsola soda* as an alternative crop for saline soils high in selenium and boron. *Journal of environmental management*, 157, 96-102.
- Davy AJ, Bishop GF, Costa C. S. B., “*Salicornia* L. (*Salicornia pulsilla* J. Woods, *S. ramosissima* J. Woods, *S. europaea* L., *S. obscura* P.W. Ball & Tutin, *S. nitens* P.W. Ball & Tutin, *S. fragilis* P.W. Ball & Tutin and *S. dolichostachya* Moss)”, 2001
- Dizionario Treccani (definizione consultabile sul sito)
- FAO 2012. FAO Statistical Year Book. 2012. World Food and Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome, p. 366
- Flowers T.J., Galal H.K., Bromham L. 2010. Evolution of halophytes: multiple origins of salt tolerance in land plant. *Functional Plant Biology* 37, 604–612.
- FAO, The state of the world’s land and water resources for food and agriculture (SOLAW) – Managing systems at risk. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome and Earthscan, London. 2011
- Flowers, T.J.; Colmer, T.D. Salinity tolerance in halophytes. *New Phytol.* 2008
- Generalić Mekinić, I. et al., 2016. Sea fennel (*Crithmum maritimum* L.): phytochemical profile, antioxidative, cholinesterase inhibitory and vasodilatory activity. *J Food Sci Technol.*

- Giorgini Dr.ssa Beatrice, “Le Fondamenta della salute: intestino”, pg.96, scaricabile qui
- Glenn E.P., Louis F. Pitelka, Mary W. Olsen, “The Use of Halophytes to Sequester Carbon”, 1992
- Graifenberg, A., Botrini, L., Giustiniani, L., Filippi, F., & Curadi, M. (2003, July). Tomato growing in saline conditions with biodesalinating plants: *Salsola soda* L., and *Portulaca oleracea* L. In International Symposium on Managing Greenhouse Crops in Saline Environment 609 (pp. 301-305).
- Hamed K.B., Debez A., Chibani F., Abdelly C., “Salt response of *Crithmum maritimum*, an oleagineous halophyte”, *Trop. Ecol.*, 2004
- Himabindu Y., Chakradhar T., Reddy M. C., Kanygin A., Redding K. E., Chandrasekhar T. 2016. Salt-tolerant genes from halophytes are potential key players of salt tolerance in glycophytes. *Environ.*
- Iannuzzi, A. M., Moschini, R., De Leo, M., Pineschi, C., Balestri, F., Cappiello, M., ... & Del-Corso, A. (2020). Chemical profile and nutraceutical features of *Salsola soda* (agretti): Anti-inflammatory and antidiabetic potential of its flavonoids. *Food Bioscience*, 37, 100713.
- Kadereit, G., Piirainen, M., Vanderpoorten, A., & Lambinon, J., “Cryptic taxa should have names: Reflections in the glasswort genus *Salicornia* (Amaranthaceae)”, 2012
- Kim, Joon-Kuk, Jeon, Bo-Young, Park, Doo-Hyun, “Development of Kanjang (Traditional Korean Soy Sauce) Supplemented with Glasswort (*Salicornia herbacea* L.)”, 2011
- Ksouri, R., Ksouri, W. M., Jallali, I., Debez, A., Magne, C., Hiroko, I., & Abdelly, C.,” Medicinal halophytes:
- Kurinsky Samuel,” *The Glassmakers: an Odissey of the Jews, the First Three Thousand Years*”, 1991
- Linee Guida per la conservazione e il ripristino di ambienti lagunari interni soggetti ad erosione, paragrafi da 1.3.0 a 2.0.0 compresi
- Maciel E., Ana Lillebø, Pedro Domingues, Elisabete da Costa, Ricardo Calado, M. Rosário, M. Domingues, “Polar lipidome profiling of *Salicornia ramosissima* and *Halimione portulacoides* and the relevance of lipidomics for the valorization of halophytes”, 2018
- Meot Duros, L. & Magné, C., 2009. Antioxidant activity and phenol content of *Crithmum maritimum* L. leaves. *Plant Physiology and Biochemistry*.
- Pifferi D. e Zanetti S., 2017; alofite commestibili in Italia

Ruiz K. B., S. Biondi, E. A. Martínez, F. Orsini, F. Antognoni, S.-E. Jacobsen, “Quinoa – a Model Crop for Understanding Salt-tolerance Mechanisms in Halophytes”, 2015

Yang, J., X. Zhang, H. Qu, Z.G. Yu, Y. Zhang, T.J. Eey, Y.W. Zhang, S.C. Tan, A moisture-hungry copper complex harvesting air moisture for potable water and autonomous urban agriculture, Adv. Mater. 2020

## SITOGRAFIA

<http://www.biologiamarina.eu/Alofite/>

<http://www.biologiamarina.eu/Alofite/>

<http://www.biovegconserva.it/il-progetto>

[http://www.istitutoveneto.org/venezia/documenti/tesi\\_laurea\\_dott/tesi\\_salviato/cap\\_3.pdf](http://www.istitutoveneto.org/venezia/documenti/tesi_laurea_dott/tesi_salviato/cap_3.pdf)

[https://actaplantarum.org/flora/flora\\_info.php?id=6766](https://actaplantarum.org/flora/flora_info.php?id=6766)

<https://en.wikipedia.org/wiki/Glasswort>

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Pr%C3%A9s\\_sal%C3%A9s\\_du\\_Mont-Saint-Michel](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pr%C3%A9s_sal%C3%A9s_du_Mont-Saint-Michel)

<https://guide.michelin.com/it/it/veneto/burano/ristorante/venissa>

[https://it.wikipedia.org/wiki/Crithmum\\_maritimum](https://it.wikipedia.org/wiki/Crithmum_maritimum)

<https://seawaterworks.com/>

<https://www.alimentinutrizione.it/tabelle-nutrizionali/005700>

<https://www.alimentinutrizione.it/tabelle-nutrizionali/110660>

<https://www.biologiamarina.org/cenni-di/chimica-del-mare/salinita/>

<https://www.crea.gov.it/web/alimenti-e-nutrizione/-/linee-guida-per-una-sana-alimentazione-2018> <https://www.fondazioneSlowFood.com/it/arca-del-gusto-slow-food/paccasassi/>

<https://www.latimes.com/archives/la-xpm-2008-jul-10-fi-seafarm10-story.html>

<https://www.lexico.com/en/definition/glasswort>

<https://www.lucianopignataro.it/a/ristorante-caracol-a-bacoli/135477/>

<https://www.rinci.it/>

<https://www.slowfood.org.uk/ff-products/romney-salt-marsh-lamb/>

LARN al portale: <https://www.efsa.europa.eu/it/interactive-pages/drvs?lang=it>

Linee guida per una sana alimentazione 2018 - Linee guida per una sana alimentazione 2018 - Alimenti e Nutrizione - CREA pg. 101-109

Linee guida per una sana alimentazione 2018 - Linee guida per una sana alimentazione 2018 - Alimenti e Nutrizione - CREA pg. 142

Online etymology dictionary

opuscolo: [https://img1.wsimg.com/blobby/go/848bace5-5b09-4b9d-b6a9-2e4405284f9a/downloads/1cc49vqn8\\_632176.pdf](https://img1.wsimg.com/blobby/go/848bace5-5b09-4b9d-b6a9-2e4405284f9a/downloads/1cc49vqn8_632176.pdf)

Plantago coronopus - Wikipedia

Rinci - Meraviglie di Gusto - Paccasassi del Conero, salse e composte.

Salicornia Risotto (finedininglovers.com)

Salicornia veneta Pignatti & Lausi {ID 6711} - Salicornia veneta

- Forum Acta Plantarum Salicornia: benefici, usi e controindicazioni - INRAN

Scheda IPFI, Acta Plantarum Crithmum\_maritimum

Torrone in Edizione Limitata al miele di barena veneziana e mandorle pugliesi - Scaldaferrò