UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente
Corso di Laurea Magistrale in Biologia Marina

TESI DI LAUREA MAGISTRALE

DISTRIBUZIONE E DINAMICA DELLA FANEROGAMA MARINA ALIENA *HALOPHILA STIPULACEA* (HYDROCHARITACEAE) NEL PORTO DI PALINURO (SALERNO)

Laureando
Selene Di Genio

Relatore
Chiar.mo Prof. Carlo Cerrano
Correlatore
Dr.ssa Maria Cristina Gambi
Dr.ssa Martina Gaglioti

ANNO ACCADEMICO 2019-2020
Ottobre 2019

INDICE

1. INTRODUZIONE **1**

1.1. Specie aliene nel Mediterraneo 1
1.2. Specie aliene in Italia 3
1.3. La fanerogama marina *Halophila stipulacea*..... 10
1.3.1. Tassonomia e morfologia..... 11
1.3.2. Biologia e riproduzione nelle aree native 14
1.3.3. Distribuzione nel mondo 16

1.4. *H. stipulacea* specie invasiva nel Mediterraneo e nei Caraibi ... 20
1.4.1. *H. stipulacea* invasiva nel Mediterraneo 22
1.4.2. *H. stipulacea* invasiva nei Caraibi 29
1.5. *H. stipulacea* nel porto di Palinuro 31

2. SCOPO DELLA TESI **37**

3. AREA DI STUDIO, MATERIALI E METODI **39**

3.1. Area di studio 39
3.2. Materiali e Metodi..... 41

4. RISULTATI **48**

4.1.Insediamento di *H. stipulacea* della Macchia A 48
4.2.Insediamento di *H. stipulacea* del Molo 57
4.3.Confronto tra l' insediamento della Macchia A e Molo 65

5. DISCUSSIONE **70**

6. CONCLUSIONI **84**

7. BIBLIOGRAFIA **87**

8. APPENDICE **105**

Capitolo primo

INTRODUZIONE

1.1. Specie aliene nel Mediterraneo

Le specie alloctone o aliene sono quegli organismi che si sono introdotti al di fuori della loro distribuzione naturale, presente o passata, attraverso un'azione o mediazione diretta o indiretta (intenzionale o non intenzionale) da parte dell'uomo. Il Mar Mediterraneo è particolarmente suscettibile all'invasione di specie aliene. Oltre allo stretto di Gibilterra, che è una ben nota via di accesso al Mediterraneo, l'apertura del Canale di Suez nel 1869 ha favorito, nel corso degli anni, l'introduzione di specie tropicali o subtropicali dal Mar Rosso, fenomeno che è stato nominato migrazione lessepsiana dall'ingegnere francese F.M. De Lesseps che ha progettato e realizzato il canale di Suez in epoca Napoleonica. Altri vettori principali dell'introduzione delle specie aliene sono l'acquacoltura e il trasporto marittimo (fouling delle carene e ballast water), inoltre, l'aumento della temperatura media dell'acqua avvenuto negli ultimi anni è un fattore ambientale che facilita il processo.
L'invasione biologica è tra le componenti più importanti del cambiamento globale, minando la struttura e la funzione degli ecosistemi autoctoni. Le specie aliene, spesso specie invasive, hanno superato la competizione o hanno sostituito le specie autoctone. Si osservano importanti cambiamenti nella

qualità e nella quantità della composizione specifica delle comunità, alterazioni fisiologiche delle specie interessate, parziali mortalità e, soprattutto, un cambiamento del paesaggio sommerso mediterraneo. Gli effetti delle invasioni sono particolarmente preoccupanti poiché, assieme agli effetti del cambiamento globale, sono attualmente fuori controllo. Se le specie esotiche sono in grado di adattarsi alle nuove condizioni ambientali e di riprodursi, possono competere con le specie autoctone e modificare i processi ecosistemici sconvolgendo l'equilibrio naturale della comunità (Anil et al., 2002; Occhipinti-Ambrogi & Savini, 2003; Occhipinti-Ambrogi, 2007) Il Mar Mediterraneo è un vero e proprio hot-spot per tali introduzioni in considerazione della sua posizione geografica e dell'intenso traffico navale che lo attraversa. Negli ultimi decenni, più di 950 nuove specie aliene sono state incontrate negli ambienti costieri del Mar Mediterraneo orientale. La maggior parte delle specie introdotte dal Mar Rosso sono arrivate nel bacino orientale più caldo e geograficamente più prossimo. Questa situazione potrà variare nei prossimi anni a causa del cambiamento climatico. L'afflusso di specie alloctone marine all'interno del Mediterraneo è inesorabile, con alcune specie esotiche invasive bentoniche (IAS), tra cui l'alga verde *Caulerpa cylindracea* (Forsskàl) J. Agardh, 1873 (Caulerpaceae) e l'alga rossa *Asparagopsis armata* Harvey, 1855 (Bonnemaisoniaceae) che hanno

colonizzato ampie fasce del bacino. Anche i pesci, con un certo numero di specie pelagiche, in particolare *Fistularia commersonii* Rappell, 1838, (Fistulariidae), *Sphyraena viridensis* Cuvier, 1829, barracuda boccagialla (Sphyraenidae) e *Siganus luridus* Rappell, 1829, sigano (Siganidae), sono regolarmente catturati dai pescatori nella maggior parte del Mediterraneo. Altre specie invasive sono il nudibranco *Melibe viridis* (Kelaart, 1858) (Tethydidae), il mollusco opistobranco *Bursatella leachii* (Blainville, 1817), il granchio *Percnon gibbesi* (H. Milne Edwards, 1853) (Plagusiidae), e la medusa *Rhopilema nomadica* Galil, 1990 (Rhizostomatidae), un vero problema per i pescatori, bagnanti e operatori di centrali elettriche nella parte orientale del Mar Mediterraneo.

1.2. Specie aliene in Italia

Per quanto riguarda la nostra penisola, l'Italia, con oltre 7.000 km di costa, si trova nel centro del Mediterraneo, dividendo i bacini Occidentale e Orientale. Lo stretto di Messina e la Sicilia sono il passaggio da sud a nord e da est a ovest, e sono cruciali nell'analisi della diffusione di specie aliene all'interno del Mediterraneo. Il numero totale di specie aliene marine registrate lungo la costa italiana durante il periodo selezionato 1945–2009 è relativamente alto: 165 specie, in molti casi native delle regioni tropicali del mondo (Occhipinti-

Ambrogi et al., 2011). Il maggior numero di specie è stato osservato nell'Adriatico settentrionale, in particolare nella Laguna di Venezia, che è l'hot-spot principale per l'introduzione ed attecchimento di specie aliene. Del numero totale di specie, il 46% non è stato in grado di stabilire popolazioni nei mari italiani; il 15% (24 specie) ha rapidamente aumentato la sua popolazione e ampliato la sua area geografica, di conseguenza possono essere considerate specie invasive. Un primo elenco di specie aliene marine in Italia è stato pubblicato da Occhipinti-Ambrogi (2002), con una versione aggiornata presentata dall'ASG nel 2004, durante il 39° Simposio europeo di biologia marina (EMBS) tenutosi a Genova (Italia) (Gruppo Alloctoni SIBM coordinato da A. Occhipinti-Ambrogi 2004). Un ulteriore aggiornamento è disponibile in Occhipinti-Ambrigi et al. (2011) e in SIBM (2015). L'insieme delle specie aliene comprende 33 Macrophyta, 1 Porifera, 2 Ctenophora, 15 Cnidaria, 33 Annelida Polychaeta, 31 Mollusca, 26 Crustacea, 2 Picnogonida, 7 Bryozoa, 4 Tunicata e 11 Osteichthyes. Il Tirreno nord-occidentale e il mare Adriatico centrale mostrano il numero più basso di specie aliene, mentre i numeri sono molto alti nel Mare Adriatico settentrionale (51 specie, di cui 39 nella Laguna di Venezia), nel Tirreno centro-orientale (47), il Mar Ionio settentrionale (42) e il Mar Ligure (38) (A. Occhipinti-Ambrogi et al., 2011) (Fig. 1).

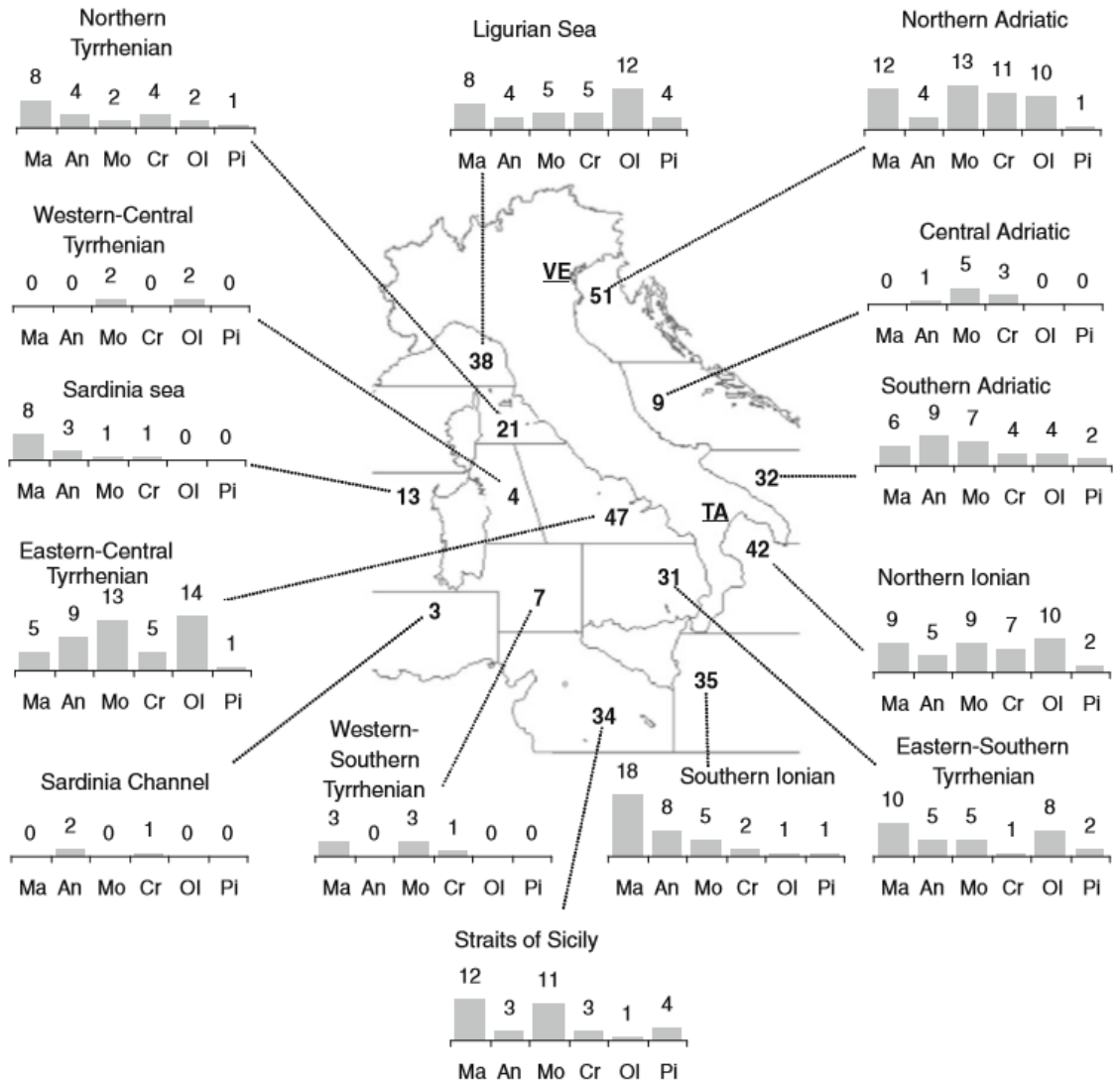


Figura 1. Numero (in grassetto) di specie aliene registrate nei mari Italiani, lagune incluse. Le linee continue indicano i limiti tra i mari. Il numero di specie aliene appartenenti a differenti taxa ono indicati sopra le barre: Ma Macrophyta, An Anellida, Mo Mollusca, Cr Crustacea, OI altri invertebrati, Pi Pesci. Sono anche indicati i due principali hotspot di introduzione (VE Venezia, TA Taranto) (da Occhipinti-Ambrogi et al., 2011).

Non tutte le specie hanno stabilito con successo popolazioni durature nei mari italiani: per 76 specie (46% del totale) è stato possibile osservare solo alcuni individui vivi/ colonie in un unico luogo. Questo è in particolare il caso delle specie ittiche, che possono essere state occasionalmente registrate con uno o pochi individui. Al contrario, 66 specie (40%) si sono stabilite nei mari italiani e altre 24 specie (15%) hanno sviluppato una crescita della popolazione di massa, diventando invasiva e interessando diversi habitat marini a diversi livelli. Casi ben documentati di invasioni nei mari e nelle lagune italiane sono: le alghe *Caulerpa taxifolia* (Mar Ligure, Tirreno, Sicilia, Sardegna) e *Caulerpa cylindracea* (Mar Ligure, Tirreno, Sicilia, Sardegna, sud-Adriatico), *Sargassum muticum* (Adriatico settentrionale) e *Undaria pinnatifida* (Adriatico settentrionale, Ionio settentrionale), i molluschi *Anadara transversa*, citata come *A. demiri* in Morello et al. (2004) (Adriatico centrale e settentrionale, Ionio, Tirreno meridionale), *Musculista senhousia* (Adriatico settentrionale, Ionio), *Ruditapes philippinarum* (Adriatico settentrionale) e *Rapana venosa* (Adriatico settentrionale), il crostaceo *Dyspanopeus sayi* (Adriatico settentrionale), il briozoo *Tricellaria inopinata* (Adriatico settentrionale) e, più recentemente, come riportato da Boero et al. (2009), anche il ctenoforo *Mnemiopsis leidyi* (Adriatico settentrionale, Mar Ligure, Tirreno, Ionico). Per gli invertebrati, gli esempi più chiari sono due

bivalvi introdotti intenzionalmente a scopi agricoli e diffusi dalle associazioni di pescatori in natura, avendo sviluppato grandi popolazioni naturali: l'ostrica del Pacifico, *Crassostrea gig*as e la vongola di Manila, *Ruditapes philippinarum*, che hanno prevalso sulle ostriche autoctone (*Ostrea edulis*) e sulle vongole (*Tapes decussatus*) nelle lagune dell'Adriatico settentrionale. Sono anche conosciuti come potenti vettori per introduzioni involontarie di altre specie non bersaglio, nascoste nel materiale di imballaggio, o come epibionte sui gusci. Un altro esempio è il polichete sabellide *Branchiomma luctuosum*, in competizione con il verme tubicolo nativo mediterraneo *Sabella spallanzanii*.

Alcune specie sono note come modificatori dell'habitat, come ad esempio: le alghe *Womersleyella setacea* e *Caulerpa cylindracea* causando una diminuzione della diversità e grandi differenze nella struttura e nella composizione delle specie legate agli assemblaggi non invasivi (Piazzi & Balata 2009) e *Sargassum muticum*, una specie che forma un baldacchino che riduce il PAR (Radiazione fotosinteticamente attiva) con ripercussioni sugli strati sottostanti, con conseguente riduzione del numero di specie e della copertura superficiale (Curiel et al., 1998); la spugna *Paraleucilla magna*, una specie bioingegneria (Longo et al., 2007); il bivalve *Musculista senhousia*, responsabile delle alterazioni dei fondali sabbiosi (Mistri, 2003); il granchio

Eriocheir sinensis, che causa l'erosione dei sedimenti (Dittel & Epifanio, 2009). Ovviamente, la modifica dell'habitat più significativa nelle acque costiere italiane è stata provocata dalle due specie di *Caulerpa*, che hanno invaso ampie porzioni dei prati Posidonia oceanica già degradati in molti settori del Mediterraneo (Montefalcone et al., 2007, 2010).

Lo studio di Occhipinti-Ambrogi et al. (2011) rivela che lungo le coste italiane ci sono località che mostrano un numero molto elevato di alieni registrati, rispetto alla media: la Laguna di Venezia nel Mare Adriatico settentrionale, il Golfo di Taranto nel Mar Ionio e le piccole isole che circondano la Sicilia.

In generale, le lagune costiere e i porti presentano il maggior numero di specie esotiche, e ciò può essere giustificato da condizioni favorevoli all' insediamento di nuove specie. Il disturbo naturale e antropogenico che caratterizza tali ambienti produce un biota depauperato a bassa competizione che può essere facilmente occupato da specie opportunistiche, compresi i nuovi invasori portati dalla navigazione e / o dall'acquacoltura (Occhipinti-Ambrogi & Savini, 2003). Per questo motivo, le lagune e i porti costieri hanno assistito a spettacolari esempi di invasioni biologiche, come quelli nella baia di San Francisco negli Stati Uniti (Cohen & Carlton, 1998) e nella laguna di Thau in Francia (Verlaque, 2001).

La Laguna di Venezia nel Mare Adriatico settentrionale, con i suoi affollati porti ricreativi e commerciali, nonché una fiorente attività di maricoltura, è la località italiana con il più alto numero di specie aliene marine. In Sicilia e nelle isole minori circostanti il numero di specie aliene è aumentato. Situata all'incrocio tra il settore orientale e quello occidentale del Mediterraneo, la Sicilia è caratterizzata da un intenso traffico marittimo, comprese le flotte da pesca e ricreative. L'improvvisa diffusione di specie aliene precedentemente stabilite nel bacino levantino coincise con significativi cambiamenti idrografici in concomitanza con il riscaldamento delle acque del Mediterraneo (Occhipinti-Ambrogi & Galil 2010): le condizioni climatiche e la posizione geografica della Sicilia favoriscono l'insediamento di specie eritree che hanno attraversato il canale di Suez, come il pesce osseo *Siganus luridus* (Azzurro & Andaloro, 2004). I dati disponibili ci consentono di valutare le navi (54%) e l'acquacoltura (19%) come le principali cause della presenza di specie aliene nei mari italiani. Questo risultato differisce da ciò che è stato osservato nel bacino del Mediterraneo in generale. Mentre la maggior parte degli alieni (81%) nel Mediterraneo orientale è entrata attraverso il Canale di Suez, nella maricoltura del Mediterraneo occidentale (42%), le navi (34%) o entrambi (9%) sono i principali mezzi di introduzione (Galil, 2009). Per cui le attività umane hanno aiutato notevolmente la dispersione a lunga distanza di molte

specie, e sono responsabili dell'introduzione delle macrofite marine aliene in tutto il globo.

Diverse alghe non autoctone sono invasive e hanno profondi effetti negativi, ma molto meno si conosce riguardo gli effetti delle fanerogame aliene, l'altro gruppo di macrofite marine.

1.3 La fanerogama marina *Halophila stipulacea*

Ci sono solo pochi dati riguardo le specie di fanerogame al di fuori della loro area nativa e sono ad oggi conosciuti solo tre casi di fanerogame marine introdotte in ambienti non nativi: *Halophila stipulacea* (origine: Oceano Indiano e Mar Rosso, alloctona: Mediterraneo e Caraibi; Lipkin, 1975a; Ruiz & Ballantine, 2004), *Zostera japonica* (origine: Pacifico Occidentale temperato e subtropicale, alloctona: Pacifico Orientale temperato, Harrison & Bigley, 1982) e *Halophila ovalis* (origine: Indo Pacifico tropicale, alloctona: Antigua nell' Atlantico tropicale, Short et al., 2010). La più conosciuta è *H. stipulacea* (Fig. 2) che dal Mar Rosso ha invaso il Mediterraneo orientale dopo l'apertura del Canale di Suez, probabilmente mediato dal traffico marittimo (Ruiz & Ballantine, 2004; Gambi et al., 2009),
trasportato a bordo di piccole imbarcazioni, attaccato agli attrezzi da pesca e rilasciato in nuovi habitat (Lipkin,1975a).

Figura 2. Halophila stipulacea *nel porto di Palinuro. (Foto Di Genio S.)*

1.3.1 Tassonomia e morfologia

Halophila stipulacea:

Domain: Eukaryota; Kingdom: Plantae

Phylum: Spermatophyta; Subphylum: Angiospermae

Class: Monocotyledonae; Order: Hydrocharitales

Family: Hydrocharitaceae; Genus: *Halophila*

Species: *Halophila stipulacea*

Il genere *Halophila* è il genere più specioso tra le fanerogame marine (Kuo & Den Hartog 2001) con circa 12 specie appartenenti alla famiglia Hydrocharitaceae, ordine Alismatiales. Caratteristica del genere è rappresentata da un paio di grandi e persistenti lamine trasparenti, di forma

ellittica e che avvolgono il corto picciolo delle foglie, come illustrato nella Fig. 3.

Figura 3. Halophila stipulacea dettaglio guaina fogliare che avvolge il picciolo delle foglie.
(Foto Gambi M.C., Iacono B)

In particolare, *H. stipulacea*, la più grande tra le specie del genere, è una pianta costituita da un sistema di talli reptanti (rizomi) ramificati, delicati, composti da nodi e infranodi, con radici solitarie (non ramificate) e corti talli eretti emessi nei nodi. I talli eretti sono avvolti da una guaina e portano fasci di 2 foglie con corti piccioli. Tipici della specie sono le foglie di forma lineare ed oblunga con una consistenza membranosa (lunghe oltre 60 mm e larghe 3-8 mm), percorse da 3 nervature, con 10-40 vene secondarie ascendenti che sorgono dalla nervatura principale, con il margine finemente seghettato e l'apice ottuso (Fig. 4 e 5). I fiori maschili sono pedicellati con 3 stami (con tepali lunghi 3-4 mm e antere lunghe 2-3,5 mm), i fiori femminili sessili o subsessili, prodotti in ciascun nodo fogliare con un pistillo provvisto di 3

stigmi filiformi. Frutto ellissoidale, di 5 mm di lunghezza, con un apice lungo, sessile e posto alla base del nodo fogliare (Fig. 4 e Fig. 5).

Figura 4. Fiore maschile di Halophila stipulacea pedicellato con stami aperti e antere visibili (Foto Gambi M.C., Iacono B)

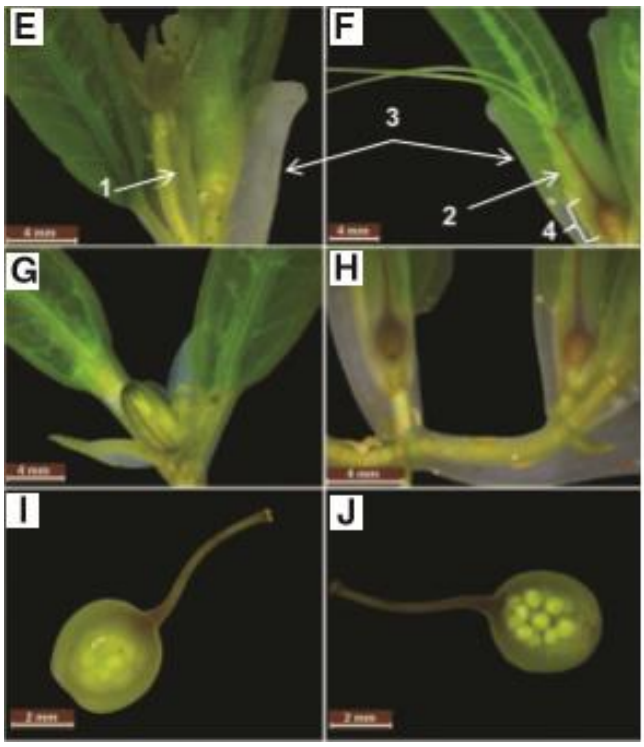


Figura 5. (E-J) Fiori e frutti di H. stipulacea; (E) fiore maschile maturo; (F) fiore femminile maturo attaccato alle foglie; si noti che le guaine dei fiori (freccia 1 e 2) sono più piccoli delle guaine fogliari (freccia 3), e che le guaine del fiore maschile (freccia 1) sono più vicini l' uno all' altra che le guaine del fiore femminile (freccia 2), le quali sono più separate a causa della larghezza della capsula del seme (specialmente nella parte inferiore delle guaine (freccia 4); (G) giovane fiore maschile attaccato alle foglie; (H) 2 fiori femminili nello stesso frammento vegetale con foglie; (I) frutto; (J) semi all' interno di un frutto tagliato. (da. Nguyen et al., 2018)

1.3.2. Biologia e riproduzione di H. stipulacea nelle aree native

H. stipulacea è un'angiosperma marina tropicale con area nativa che si estende a est verso l'India, a ovest verso l'Africa continentale orientale, a sud fino al Madagascar e a nord fino al Mar Rosso e Golfo Persico (Den Hartog, 1970). È la specie di fanerogama più dominante nel Golfo più settentrionale di Aqaba (GoA), formando prati discontinui in ambienti superficiali e profondi, da 1 a 50 m di profondità (Sharon et al., 2009, 2011; Winters et al., 2016), e costituendo una componente integrante dell'ecosistema della barriera corallina (ElShaffai, 2011; Winters et al., 2016).

Le nuove foglie vengono prodotte a intervalli di 4-12 giorni, con una media di 8,1 giorni. La vita della singola foglia è di 74 giorni, e il turnover delle foglie è dell'1,54% giorno 1 (Wahbeh, 1984).

Ecologia: Cresce nei sedimenti sublitorali su sabbia, fango e coral rubble (detriti a coralli morti) (Galil, 2006), tra 0 e 45 metri di profondità, tanto in baie quanto in zone aperte.

Riproduzione: Il ciclo vitale è bifase eteromorfico, con sporofito dominante e gametofito estremamente ridotto, senza vita libera. Piante dioiche con fiori maschili e femminili solitari prodotti alla base delle foglie, avvolti in guaine, senza perianzio. I semi prodotti sessualmente vengono depositati sui sedimenti e possono essere distribuiti attraverso disturbi naturali (tempeste).

La riproduzione in *Halophila stipulacea* varia notevolmente tra la sua area nativa e le aree in cui la specie si è introdotta. Nella sua area di origine si riproduce sia sessualmente che asessualmente (stolonizzazione) e la sua stagione di fioritura inizia a maggio e termina ad ottobre, producendo fiori sia con stami (maschili) che con pistilli (femminili) a profondità di 2,5-5 m (Malm, 2006), con una forte propensione verso i fiori femminili tra luglio e ottobre (Nguyen et al., 2018). Insediamenti costituiti solo da piante femminili o maschili sono stati trovati a profondità comprese tra 2 e 20 m. I rapporti tra piante femminili e maschili sono di 0,9 a profondità comprese tra 2,5 e 10 m e di 0,5 a profondità comprese tra 12,5 e 15 m. La percentuale di fasci riproduttivi è significativamente maggiore nelle popolazioni poco profonde (2-5 m) rispetto alle popolazioni profonde (7-15 m), vale a dire il 20-11% contro il 6-10%, rispettivamente. I semi maturi sono stati prevalentemente prodotti a profondità comprese tra 2 e 5 m (Malm, 2006). La pianta si propaga anche in modo vegetativo (asessuato); la frammentazione delle piante crea propaguli vitali (anche a partire da soli due fasci) che si depositano in habitat adiacenti o si disperdono attraverso correnti d'acqua, e una volta attecchiti nel sedimento producono altri fasci per stolonizzazione.

1.3.3. Distribuzione di *Halophila stipulacea* nel mondo.

Continente /Paese/ Regione	Distribuzione	Origine	Primo avvistamento	Invasivo	Referenze	Note
ASIA						
Bahrain	Presente	Autoctono		Non invasivo	Den Hartog, 1970	Ras al Bar; Nuwaidrat
India	Presente	Autoctono		Non invasivo		Present based on regional distribution
-Tamil Nadu	Molto diffuso	Autoctono		Non invasivo	Parthasarathy et al., 1991	
Israel	Presente	Autoctono			Schwarz and Hellblom, 2002; Malm, 2006	Gulf of Aqaba
Jordan	Presente	Autoctono			Wahbeh, 1984; Abu-Hilal et al., 1988	Gulf of Aqaba
Lebanon	Presente	Introdotto			Lipkin, 1975a; Lakkis and Novel-Lakkis, 2007	Sidon; Beirut
Qatar	Presente	Autoctono		Non invasivo	Den Hartog, 1970	Doha
Saudi Arabia	Presente	Autoctono		Non invasivo	Price and Cole, 1992; Kenworthy et al., 1993	Mugeirma; Dawhat ad Dafi; multiple locations along Red Sea

Turkey	Presente	Introdotto			Turkozan and Durmus, 2000; Ates et al., 2008; Meric et al., 2008	Fethiye Beach; Gumuldur
United Arab Emirates	Presente	Autoctono		Non invasivo	Philips et al., 2002	Marawah; Jebel Dhanna; Dohat An Nakhla; Abu Dhabi Islands
AFRICA						
Comoros	Presente	Autoctono		Non invasivo	Green and Short, 2003	
Egypt	Presente	Autoctono			Lipkin, 1975a; Lipkin, 1979; Jacobs and Dicks, 1985; Gab-Alla, 2001; El-Hady et al., 2012	Native in the Red Sea but introduced in the Mediterranean Sea
Eritrea	Presente	Autoctono		Non invasivo	Den Hartog, 1970	Massawa
Kenya	Presente	Autoctono		Non invasivo	Den Hartog, 1970	Nyali Beach, Mombasa; Mokowe, Lamu; Gazi Bay
Libya	Presente	Introdotto		Invasivo	Sghaier et al., 2011	Al-wahesh Lagoon, Tobruk Bay
Madagascar	Presente	Autoctono		Non invasivo	Den Hartog, 1970	Nossi Be; Fort Dauphin
Mauritius	Presente	Autoctono		Non invasivo	Den Hartog, 1970	Grand River; Isle d'Ambre; Grand Bay
Mozambique	Presente	Autoctono		Non invasivo	GBIF, 2014	

Seychelles	Presente	Autoctono		Non invasivo	Allem, 1984	La Rue Beach, Mahe Island
Tanzania	Presente	Autoctono		Non invasivo	GBIF, 2014	
-Zanzibar	Presente	Introdotto		Non invasivo	Kamermans et al., 2002	Kiwengwa; Dongwe
Tunisia	Presente	Introdotto			Sghaier et al., 2011	Marina Cap Monastir; Kerkennah Island
AMERICA CENTRALE E CARAIBI						
Aruba	Presente	introdotto	2013	Invasivo	Willette et al., 2014	San Nicolas
Curaçao	Presente	introdotto	2012	Invasivo	Willette et al., 2014	St. Joris Bay
Dominica	Presente	introdotto	2007	Invasivo	Willette and Ambrose, 2009; Willette et al., 2014	Majority of west coastline
Grenada	Presente	introdotto	2002	Invasivo	Ruiz and Ballantine, 2004	Flamingo Bay
Guadeloupe	Molto diffuso	introdotto	2010	Invasivo	Kerninon, 2012	
Martinique	Molto diffuso	introdotto	2008	Invasivo	Willette et al., 2014	
Netherlands Antilles	Presente	introdotto	2012	Invasivo	Willette et al., 2014	St. Eustatius
Saint Lucia	Presente	introdotto	2008	Invasivo	Willette and Ambrose, 2009	Present in Anse La Raye, Marigot and Labrelotte Bays. Threat to native seagrasses
Saint Vincent and the Grenadines	Molto diffuso	introdotto	2011	Invasivo	Willette et al., 2014	

United States Virgin Islands	Presente	introdotto	2012	Invasivo	Willette et al., 2014	Widespread on St. John; localized on St. Thomas
SUD AMERICA						
Venezuela	Localizzato	Introdotto	2013	Invasivo	Vera et al., 2014	Puerto Azul; Playa Manza
EUROPA						
Albania	Presente	Introdotto			Sghaier et al., 2011	Karavasta Lagoon
Cyprus	Molto diffuso	Introdotto	1869	Invasivo	Lipkin, 1975b	
Greece	Molto diffuso	Introdotto	1869	Invasivo	Lipkin, 1975b; Malea, 1994	Cape Mapatan; Aigina; Syros; Kythnos; Antikyra; Chios Island
Italy	Presente	Introdotto		Invasivo	Procaccini et al., 1999; Gambi et al., 2009	Palinuro porto
Malta	Presente	Introdotto		Invasivo	Lipkin, 1975a	Marsaxlokk porto

Tabella 1. Tabella di distribuzione globale di H. stipulacea. Fonte: CABI, https.//www.cabi.org/isc/datasheet/114669

Mappa di distribuzione nel mondo di H. stipulacea.

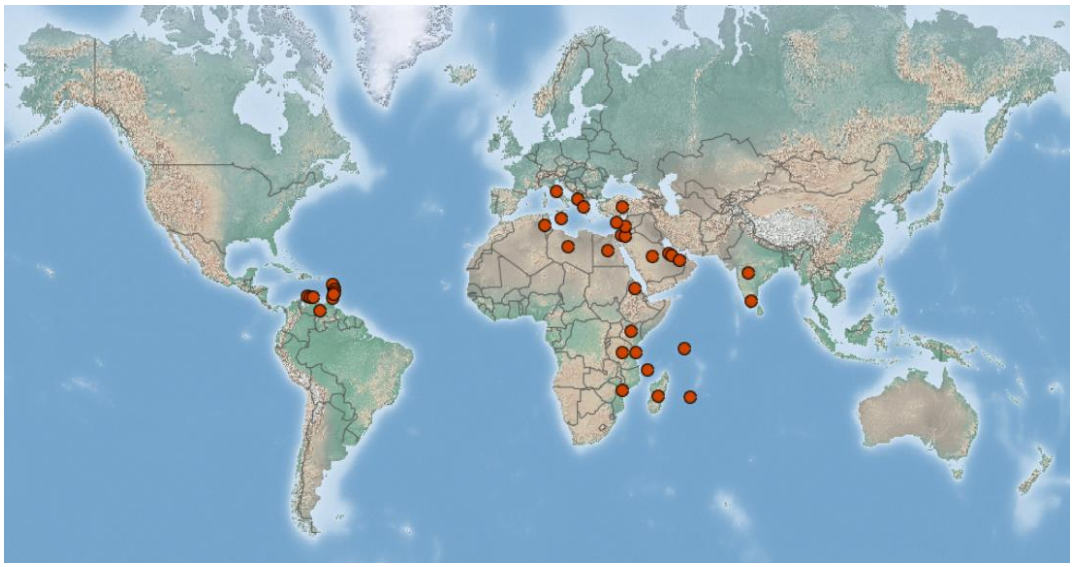


Figura 6. Mappa di distribuzione globale di H. stipulacea. Fonte: CABI, https://www.cabi.org/isc/datasheet/144669

1.4. H. stipulacea come specie invasiva nel Mediterraneo e nei Caraibi.

H. stipulacea negli ultimi 150 anni si è espansa in molte parti del Mediterraneo (vedi Gambi et al., 2009; Sghaier et al., 2011) e si sta diffondendo rapidamente anche nel Mar dei Caraibi (Willette et al., 2014), dove sta già spostando le alghe autoctone e le comunità associate (Steiner & Willette, 2015). La potenziale minaccia alla biodiversità locale rappresentata da questa specie è considerata grave: *H. stipulacea* è stata inclusa nelle "100 peggiori specie aliene invasive del Mediterraneo" (Streftaris & Zenetos, 2006). Con il recente raddoppio della capacità del Canale di Suez (luglio 2015), e con il Mar Mediterraneo che è una delle regioni che si riscaldano più

velocemente a causa del cambiamento climatico globale (Marbà & Duarte, 2010), c'è grande preoccupazione nel favorire il carattere invasivo di *H. stipulacea* nel Mediterraneo. L'invasività di H. *stipulacea* potrebbe essere promossa da diversi tratti plastici, che permettono a questa specie di prosperare in una vasta gamma di condizioni, tra cui diverse temperature, salinità e luce (Por, 1971).

H. stipulacea è in grado di modificare la sua morfologia in risposta ai cambiamenti delle condizioni ambientali: mostra un aumento delle dimensioni delle foglie, e del fascio in generale, lungo i gradienti di profondità (Hulings, 1979; Lipkin, 1979; Schwarz & Hellblom, 2002), foglie piccole (larghezza e lunghezza) si rilevano ad elevati livelli di luce (Schwarz & Hellblom, 2002) e/o alta temperatura ed elevate condizioni idrodinamiche, in genere quindi a bassa profondità (Cancemi et al., 1994, Procaccini et al., 1999; Mejia et al., 2016). Gli adattamenti includono anche aggiustamenti nelle risposte fotosintetiche (Schwarz & Hellblom, 2002; Sharon et al., 2009, 2011; Mejia et al., 2016) e nella sintesi di metaboliti secondari, come i fenoli totali (Mejia et al., 2016).

L’introduzione accidentale in nuove aree può essere causata da frammenti delle piante trasportate da reti da pesca e ancore di imbarcazioni da diporto. Le barche da pesca o da diporto sono il vettore proposto per l'introduzione di

questa specie nel Mar Mediterraneo, attraverso il Canale di Suez (Lipkin, 1975a). Un vettore, che è alla base dell'introduzione della specie nei Caraibi, sono le imbarcazioni da diporto probabilmente provenienti dal Mediterraneo (Ruiz & Ballantine, 2004).

1.4.1. Halophila stipulacea invasiva in Mediterraneo

Sebbene frammenti di piante di *Halophila stipulacea* sono stati osservati in Mediterraneo orientale già nel 1894 (Fritsch, 1895), il primo arrivo e segnalazione di piante viventi ed in prati ben consolidati è relativo a trent'anni dopo nell'isola di Rodi (Forti, 1927, Issel, 1928). Tali primi eventi rispetto all'apertura del Canale di Suez nel 1869, insieme alla distribuzione più ampia e abbondante delle specie nel Mar Egeo negli anni '50, ha indotto Peres & Picard (1958) ad affermare che *H. stipulacea* potesse essere un elemento "paleo-mediterraneo" che era cioè sopravvissuto alla crisi del Miocene (Taviani, 2002) come relitto nel Mar Mediterraneo orientale. Nella sua importante revisione sulla migrazione lessepsiana (penetrazione delle specie del Mar Rosso nel Mar Mediterraneo attraverso il canale di Suez), Por (1971) argomentò al contrario che *Halophila stipulacea* era stata uno dei primi invasori nel Mar Mediterraneo perché era una specie "pre-adattata" ad attraversare le barriere di salinità attraverso il Canale. Apparentemente, la

specie è rimasta limitata al Mediterraneo orientale per diversi decenni dove è stata segnalata fino alla costa albanese (Golfo di Valona, Kashta & Pizzuto 1995), ma successivamente (circa a partire dagli anni ’90) ha mostrato una progressiva e relativamente rapida colonizzazione verso le zone occidentali di questo bacino, attraverso Malta, la costa ionica della Sicilia (Biliotti & Abdelahad 1990, Alongi et al., 1992), e la Tunisia (Sghaier et al., 2011). Più recentemente, *H. stipulacea* è stata introdotta anche nel Mar dei Caraibi (Ruiz & Ballantine 2004) dove si sta progressivamente diffondendo (Willette & Ambrose 2009, Smulders et al., 2017).

Nel bacino occidentale del Mediterraneo, è stata osservata per la prima volta nel 1995 nell'isola di Vulcano, arcipelago delle Eolie, Mar Tirreno meridionale (Acunto et al., 1997; Procaccini et al., 1999). Per più di 10 anni, la specie non è stata segnalata a nord di questa isola vulcanica. *Halophila stipulacea* è stata poi registrata nel 2006 nel porto di Palinuro (Salerno, Mar Tirreno), a ca. 180 km a nord dell'isola di Vulcano. Il record più recente della specie è sempre nell’arcipelago delle Eolie, nell’isola di Panarea (Gaglioti & Gambi, 2018) ed anche a Salina (Procaccini G., osservazione personale) entrambe le isole site alcune miglia più a nord di Vulcano. Pertanto, l’insediamento documentato a Palinuro rappresenta ancora il record più

settentrionale in cui la specie è stata osservata nel Mar Tirreno e nel Mediterraneo occidentale (Gambi et al., 2009; 2018).

Distribuzione di *Halophila stipulacea* nel Mar Mediterraneo:

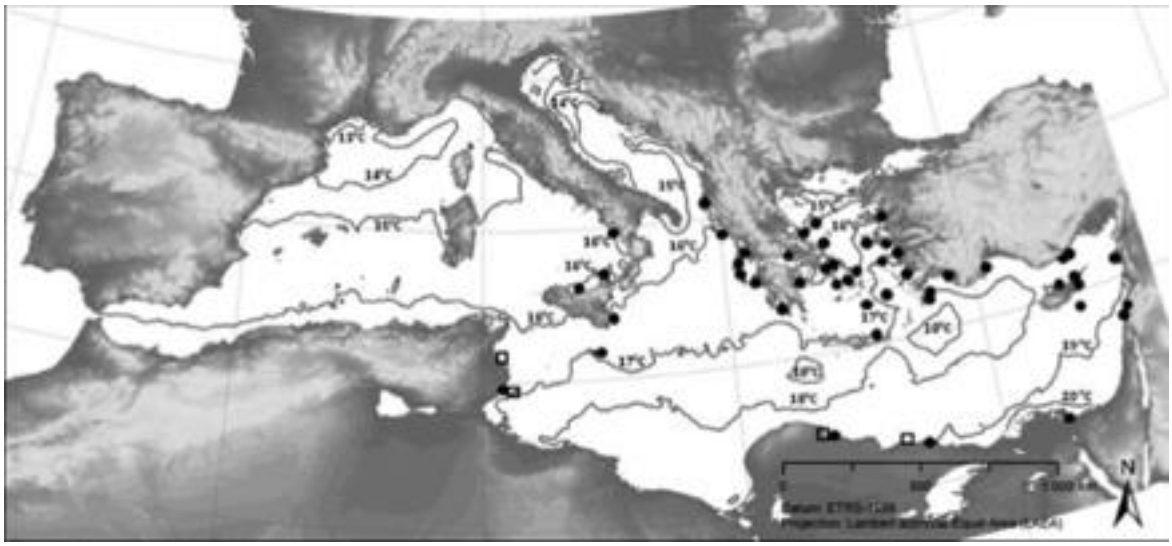


Figura 7. Distribuzione di H. stipulacea nel Mediterraneo. L' espansione spaziale di H. stipulacea dal primo anno di avvistamento (1895) ad oggi è indicata da quadrati (nuovi record) e cerchi neri (record pubblicati fino a giugno 2011).(Y.R. Sghaier et al.,2011).

Record mediterranei di piante fertili sono molto rari, specialmente per quanto riguarda la presenza di fiori femminili (Lipkin, 1975a). In Mediterraneo la specie ha prodotto fioriture, ma soprattutto di fiori maschili (Procaccini et al., 1999; Gambi et al., 2009). La presenza di frutti è stata registrata inizialmente nel Mar Mediterraneo a Cipro da Lipkin (1975b). In Grecia, i numerosi record nelle acque greche (Tsiamis et al., 2010), solo quelli di Politis (1926) menzionano piante fertili (fiori femminili sono stati trovati nel Golfo di Sarinokos, Mar Egeo). Vengono menzionati anche esemplari trovati a Rodi da

Nemetz nel 1984 (Fritsch, 1985), che avevano sia fiori femminili che giovani frutti, ma sono stato considerate piante del Mar Rosso trasportate direttamente a Rodi da una nave e non derivate da una popolazione consolidata nell'area di introduzione. Nell'agosto del 2012, una popolazione consolidata di *H. stipulacea* con numerose piante fertili portanti frutti è stata trovata nell'isola di Chios nel nord del Mar Egeo (Gerakaris & Tsiamis, 2015) (Fig. 8), confermando per la prima volta in Grecia, e per la seconda volta nell'intero Mediterraneo, l'avvenuta riproduzione sessuale completa e di successo della specie. Nello studio più recente di Nguyen et al. (2018), sex ratio e riproduzione sessuata sono comparate tra popolazioni di *H. stipulacea* . introdotte a Cipro e in una località del Mar Rosso, rilevando presenza di fiori femminili, maschili e frutti e documentando il periodo riproduttivo delle popolazioni mediterranee.

Figura 8. Frutti di H. stipulacea *a 3-5m di profondità, trovati vicino al porto di Mestra nell' isola di Chios (Mar Egeo) (da Gerakaris & Tsiamis, 2015).*

I prati di fanerogame marine sono comunemente considerati uno dei sistemi più produttivi e architettonicamente complessi nella zona litorale su scala mondiale (Den Hartog, 1970; Wittman, 1984), e sostengono comunità di alghe e animali (invertebrati e pesci) associati altamente diversificate (Mazzella et al., 1993; Edgar & Shaw, 1995).

Per quanto riguarda *Halophila*, sono ancora modesti gli studi su flora e fauna associati ai prati di questa fanerogama, mentre l'importanza ecologica delle epifite negli ecosistemi delle macrofite è stata più volte sottolineata. Infatti è generalmente riconosciuto che le alghe epifite contribuiscono in modo determinante alla produttività complessiva delle comunità di macrofite, essendo responsabili di una parte significativa della produzione primaria. Allo stesso tempo, riducendo l'assorbimento di luce e CO2, possono ridurre il tasso fotosintetico (e di conseguenza la produzione) dei loro ospiti. Poiché molte alghe epifite sono una fonte di cibo per pesci, ricci di mare e altri pascoli, rappresentano anche importanti nodi nelle reti trofiche: in effetti, molti animali che pascolano sulle alghe ricevono la nutrizione dalle epifite piuttosto che dai tessuti delle alghe.

Durante un'indagine (Rindi et al., 1999) in una popolazione di *Halophila stipulacea* presso l'isola di Vulcano (Isole Eolie, Mediterraneo occidentale), sono stati raccolti campioni a tre profondità (5 m, 15 m e 25 m) per

l'identificazione delle alghe epifite. Sono state identificate 36 specie di macroalghe. L'epiflora delle foglie consisteva di 20 specie, le altre specie erano insediate o si intrecciavano nei rizomi della pianta. Sulle foglie, *Ceramium tenerrimum, Dasya corymbifera, Polysiphonia* cfr. *tenerrima, Spyridia filamentosa, Chondria pygmaea* e *Laurencia* sp. erano le specie più comuni; tra i rizomi, *Dictyota linearis* era abbondante. È stata osservata una differenziazione della comunità epifita tra 5 m e le altre profondità; i campioni da 5 m erano caratterizzati dall'abbondanza di *Ceramium tenerrimum, Chondria pygmaea* e *Polysiphonia* cfr. *tenerrima*, mentre a 15 m e 25 m *Laurencia* sp., *Dasya corymbifera* e *Spyridia filamentosa* erano le specie più comuni. La copertura epifita era generalmente molto bassa. Rispetto ad altre macrofite del Mediterraneo, *Halophila stipulacea* ha una flora epifita qualitativamente e quantitativamente scarsa. In particolare, è degna di nota l'assenza di incrostanti coralline. Si ipotizza che un rapido tasso di turnover delle foglie sia il motivo principale di questa scarsità di epifiti. Riguardo alla fauna associata, i dati dello studio di Di Martino et al. (2007) mostrano che la fauna ittica del prato di *Halophila stipulacea* nella penisola della Maddalena (Siracusa) è caratterizzata da una variazione stagionale della struttura della comunità, probabilmente influenzata principalmente dalle fluttuazioni delle variabili ambientali. La presenza di piccoli pesci giovanili di

un certo numero di specie sottolinea la funzione potenzialmente importante della nursery esercitata da tali sistemi di fanerogame durante le prime fasi della storia di vita di diverse specie. *Sarpa salpa, Coris julis , Oblada melanura, Mullus surmuletus* e *Thalassoma pavo* erano le più abbondanti.

Il successo di *H. stipulacea* nel Mediterraneo può essere attribuito alla sua rapida espansione vegetativa (Marbà & Duarte, 1998), flessibilità rispetto al tipo di habitat (Coppejans et al., 1992; Pereg et al., 1994), tolleranza ad un ampio range di salinità (Por, 1971), adattamento alle alte irradianze (Schwarz & Hellblom, 2002), e all'abilità di crescere a profondità comprese tra la zona intertidale e più di 50 metri (Beer & Waisel, 1981). L'areale di distribuzione di *H. stipulacea* nel Mediterraneo si sta espandendo probabilmente a seguito dell'aumento della temperatura della regione, dove la temperatura estiva della superficie del mare (SST) è aumentata di 1,15 gradi centigradi negli ultimi tre decenni. Le stime preliminari suggeriscono che *H. stipulacea* sarà presente in tutto il bacino mediterraneo entro i prossimi 100 anni.

1.4.2 Halophila stipulacea invasiva nei Caraibi

Ruiz & Ballantine (2004) hanno segnalato per la prima volta la presenza di *H. stipulacea* nel Mar dei Caraibi sull'isola di Grenada nel 2002. Da allora questa specie si è diffusa rapidamente in tutta la regione. La sua introduzione nell'Atlantico tropicale si è probabilmente verificata tramite gli yacht dei diportisti (Ruiz & Ballantine, 2004), che possono essere anche la causa della sua rapida espansione in tutto il Mar dei Caraibi. Fino ad oggi solo piante sterili o maschili sono state trovate nei Caraibi. Nello studio del 2016 van Tussenbroek et al. (2016) si è osservato che la introdotta *H. stipulacea* mostra forme di colonizzazione del substrato sia sparse sia continue e dense sotto differenti condizioni ambientali. La forma di colonizzazione sparsa non sembra invadere le fanerogame native *Thalassia testudinum, Syringodium filiforme* o *Halodule wrightii*, ma piuttosto cresce ai margini del prato o sotto il canopy di queste fanerogame all'interno del prato, aumentando la diversità strutturale formando uno sotto-strato extra. Questa specie di fanerogama a crescita veloce può essere anche una risorsa extra di cibo per le popolazioni in via di recupero delle tartarughe verdi (*Chelonia mydas*) che vi pascolano (Becking et al., 2015). De Brot et al. (2011); Willette & Ambrose (2009, 2012) and Willette et al. (2014) hanno descritto *H. stipulacea* come invasiva nei Caraibi, riferendosi alla sua rapida espansione per tutti i Caraibi e la sua

capacità di formare dense matte che sostituiscono le specie native come *Siringodium filiforme*. Uno studio del 2016 (van Tussenbroek et al., 2016) ha documentato che rispetto alle aree con colonizzazione sparsa di *H. stipulacea*, questi densi prati hanno mostrato concentrazioni di nutrienti costantemente più elevate, come indicato dal contenuto di N più elevato nel tessuto fogliare nella fanerogama *Thalassia testudinum* e nel sedimento. Quindi, il potenziale invasivo di questa fanerogama non nativa molto probabilmente dipende dalle condizioni ambientali, soprattutto dalle concentrazioni di nutrienti. *H. stipulacea* nei Caraibi quando la distribuzione è sparsa probabilmente non rappresenta una minaccia per le fanerogame locali. Ma quando i nutrienti sono alti, questa fanerogama forma matte estremamente dense con proprietà potenzialmente invasive e di monopolizzazione del substrato, con eliminazione delle specie di piante autoctone locali.

1.5. Halophila stipulacea nel Porto di Palinuro

Nel giugno 2007 *Halophila stipulacea* viene segnalata per la prima volta nella baia del porto di Palinuro (Gambi et al., 2009), rilevata comunque già a partire dal settembre 2006 a seguito di un sopraluogo del Palinuro sud Diving Center (Sig. Fabio Barbieri) nella zona di posa della barriera frangiflutto sommersa. L'estensione e le caratteristiche nel 2007 consistevano in diverse macchie distribuite da 1 a 5 m di profondità, coprendo un'area stimata in circa 16 m^2. Da allora, l'area è stata monitorata regolarmente ogni anno per valutare la dinamica spaziale dell'insediamento della pianta. Tuttavia, già a partire dal 2011, lo studio di Gambi & Barbieri (2013) ha documentato una progressiva riduzione dell'insediamento, probabilmente dovuto alla costruzione di una barriera rocciosa artificiale sommersa per la protezione della spiaggia (circa 45 m di lunghezza nella sua parte subacquea), che è stata collocata nel porto nel febbraio 2008, vicino alla principale zona in cui la pianta era insediata con un'ampia macchia di oltre 9 m di lunghezza (Gambi et al., 2009).

Più in dettaglio, un survey nel maggio 2008 (un anno dopo la prima segnalazione) ha rivelato una sostanziale stabilità dell'insediamento di *H. stipulacea*, in termini di numero e copertura di macchie, rispetto alla prima indagine del 2007 (Gambi & Barbieri 2013). Al contrario, a distanza di un

altro anno, nel giugno 2009, è stata osservata una drammatica riduzione della copertura della pianta. Questa regressione è stata rilevata principalmente nella macchia più grande, situata a 2,5 m di profondità ed insediata su matte infangata, e proprio adiacente alla barriera rocciosa artificiale; nel complesso, la copertura totale di *H. stipulacea* era ridotta a soli 4 m^2. Nell'aprile 2010, la macchia più grande era scomparsa, e i resti di fasci morti e rizomi / radici sradicati erano appena visibili. Le piante viventi erano confinate in due zone dense su matte morta di *Posidonia oceanica,* con una copertura totale di circa 2 m^2. A luglio 2011, la specie non era più presente e si potevano osservare solo fasci morti e rizomi / radici in alcune piccole macchie residue (Gambi & Barbieri 2013). Poiché il declino progressivo e la regressione dell'insediamento di *H. stipulacea* nell'area, sembra iniziata dopo la costruzione della barriera rocciosa artificiale, Gambi & Barbieri (2013) hanno ipotizzato che la scomparsa progressiva di questa specie aliena fosse correlata agli effetti negativi della barriera nel ridurre la circolazione dell'acqua e modificare le caratteristiche del sedimento, portando così a condizioni progressivamente sfavorevoli per la sopravvivenza di questa pianta, e localizzata ad una profondità molto modesta in cui le condizioni di variabilità erano anche più elevate. L'area è stata comunque monitorata anche nel 2012 e nel 2013 e, poiché non sono state osservate evidenze di colonizzazione, la

specie è stata considerata estinta e il monitoraggio è stato interrotto.
Purtroppo, in quel periodo non è stato possibile effettuare rilievi lungo il molo del porto né in altre aree profonde del porto che sono interdette ai survey subacquei non autorizzati dalla locale CP.
Nel settembre 2017, tuttavia, una nuova serie di insediamenti della pianta è stata rilevata su segnalazione dello staff del Palinuro Diving Center di Palinuro che ha permesso nell'ottobre del 2017 di riprendere il monitoraggio su questa specie nella baia del porto di Palinuro ed effettuare una prima mappatura della situazione (Gambi et al., 2018).
Ad ottobre 2017 sono state identificate nel complesso 7 patch di *Halophila*, distribuite tra 1,5 e 4 m di profondità (Fig. 9) e di forma e dimensioni molto diverse. Le macchie inoltre sono state geo-referenziate in GIS per la prima volta, producendo una mappa dell'area (Fig. 11). La macchia A (1,5 m di profondità) è la più vicina alla spiaggia sabbiosa del porto di Palinuro dove è consentita la balneazione, costituendola macchia più superficiale e più grande osservata, con una forma arrotondata e un diametro massimo di 2,5 m (circa 3,5 m^2). La patch era situata a ca. 10 m dalla barriera sommersa su matte morta di *Posidonia oceanica*, e con presenza sul fondo di una grande quantità di detrito fogliare di Posidonia, intrappolato da rizomi e radici di *Halophila*.

La macchia B è il secondo insediamento di grandi dimensioni situato a 2 m di profondità sul bordo di una caduta di matte morta di Posidonia, di forma quadrata con un lato di ca. 1,4 x 1,4 m. Questa macchia era circondata da fasci vivi di *P. oceanica*. La macchia C è molto vicina (3 m di distanza) dalla macchia B e si trova sempre sul bordo di una matte morta di Posidonia e forma una cintura di 80 cm di lunghezza e 30 cm di larghezza, mista a fasci viventi di Posidonia. La macchia D, situata sul lato sinistro della barriera sommersa a 2,5 m di profondità, era piccola (circa 90 cm di lunghezza) e di forma irregolare. La macchia E è l'insediamento più profondo situato a 4 m di profondità di fronte al margine della barriera sottomarina (a circa 3 m dalle rocce barriera). È piccolo (circa 50 cm di nastro lineare) e mescolato con fasci di Posidonia. Infine, le macchie F e G sono sul lato destro della barriera sommersa a 2 m di profondità, di piccole dimensioni e mescolati con fasci vivi di Posidonia. Nel complesso, venne stimata una copertura totale di *H. stipulacea* modesta di circa 5,5 m^2. La densità di fasci stimata nel 2017 (3 repliche 10 x 10 cm; 6,300 fasci/ m^2) non era significativamente diversa da quella stimata nel 2007 (4 repliche 10x10cm; 10,500 fasci / m^2). La maggior parte delle caratteristiche delle foglie sono anche comparabili tra i due periodi, ad eccezione della larghezza delle foglie, che era significativamente più alta nelle piante del 2017; nel 2017 ad ottobre non sono stati osservati

fiori maschili e nel 47% delle foglie sono stati registrati evidenti segni di grazing/pascolo. Le tracce di grazing, sull'apice o sui lati delle foglie, erano chiaramente visibili e rappresentati principalmente da morsi a forma di mezzaluna (Fig. 10). Tale morfologia è tipica dei morsi del pesce erbivoro *Sarpa salpa* (salpa), tuttavia, non furono osservate salpe durante il survey del 2017 nell'area, ma altri pesci come *Diplodus* spp., *Mugil cephalus*, *Oblada melanura*, che rappresentano pesci onnivori erano presenti occasionalmente sulle macchie e nella vicina Posidonia.

Figura 9. Piante di Halophila stipulacea nella macchia A (ottobre 2017; Foto: Gambi M.C.)

Figura 10. Evidenti segni di morsicature da pascolo di Sarpa Salpa nella macchia A nel porto di Palinuro. (Foto Gambi M.C.)

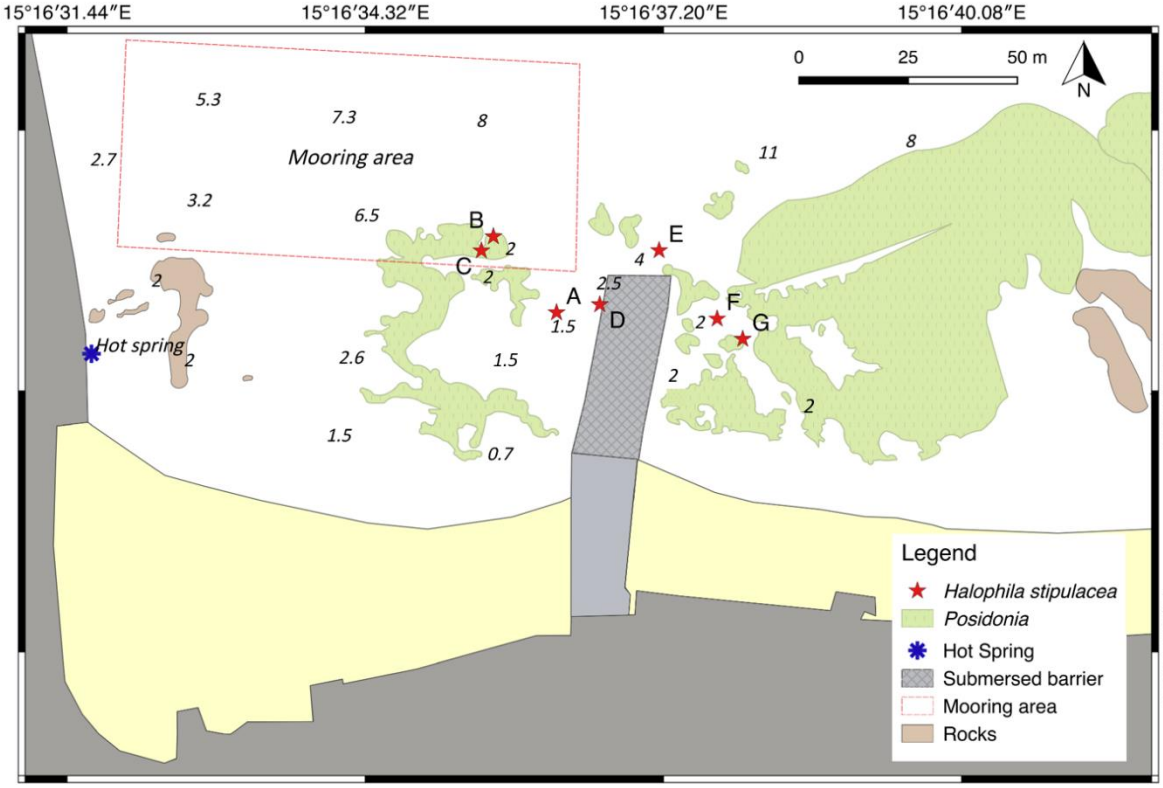


Figura 11. prima mappa in GIS degli insediamenti di H. stipulacea nel porto di Palinuro (ottobre 2017) (Gambi et al., 2018). (Solo gli insediamenti davanti alla spiaggia erano stati segnalati alla data dei primi riievi)

Capitolo secondo

SCOPO DELLA TESI

Halophila stipulacea è una piccola fanerogama tropicale originaria del Mar Rosso, del Golfo Persico e dell'Oceano Indiano (tra 1 e 50 m di profondità). Questa specie ha invaso il Mediterraneo da diversi decenni, e si è recentemente stabilita nel Mar dei Caraibi. A causa della sua natura invasiva, c'è un crescente interesse a comprendere la capacità di questa specie di adattarsi alle nuove condizioni, che potrebbero essere attribuite alla sua capacità di prosperare in una vasta gamma di nicchie ecologiche. Inoltre, essendo comunque una fanerogama svolge un ruolo ecologico notevole.
Il 25 maggio 2018, a seguito di un evento di pulizia dei fondali del porto di Palinuro, la locale CP ha concesso a diving e volontari di immergersi lungo la banchina del molo, dove attraccano le barche della cooperativa per le gite alle grotte di Palinuro e le barche da diporto. In quella occasione lo staff del diving Palinuro Sub, ed in particolare il suo gestore Sig. Fabio Barbieri ha verificato la presenza di numerose altre macchie di *Halophila stipulacea* molto estese e dense. A seguito di questa ultima segnalazione, che rappresenta ancora la presenza più settentrionale della specie in Italia e nel Mediterraneo occidentale, e considerando la possibilità di avere autorizzazione per l'accesso in immersione e snorkeling al molo, è stato deciso di seguire la popolazione

per un intero anno di campionamenti intraprendendo uno studio, oggetto di questa tesi, che ha le finalità di seguito riportate:

1. Aggiornare la distribuzione delle nuove aree rilevate lungo il molo del porto e riportare i dati in GIS;
2. Seguire la distribuzione e la fenologia lungo un anno di campionamenti della popolazione insediata in 2 aree: quella del Molo e la macchia A di fronte la spiaggia, che sono sottoposte a differenti fattori di disturbo e profondità;
3. Osservare la presenza dei fiori nel corso dell'anno;
4. Investigare con maggiore dettaglio l'attività di grazing sulle foglie di questa pianta da parte di pesci autoctoni.

Capitolo terzo

AREA DI STUDIO, MATERIALI E METODI

3.1 Area studio

Palinuro è un piccolo villaggio turistico sulla costa del Parco Nazionale del Cilento (Salerno, Campania, Italia), a ca. 130 km a sud di Napoli (40 ° 1'47.89 "N; 15 ° 16'32.20" E) (Fig. 12).

Il porto di Palinuro è un'insenatura riparata protetta da un lungo antimurale artificiale (Fig. 13). Il porto è caratterizzato da un approdo per le barche da pesca locali e l'attracco di aliscafi (circa 180 m di lunghezza), alcune banchine galleggianti (lunghe circa 200 m) e una zona (campo boe) dedicata ad ormeggi di fondo (corpi morti e catenarie) per imbarcazioni da diporto e ricreative, particolarmente abbondanti durante la stagione estiva (Fig. 12). Il fondo del porto è caratterizzato da corpi morti e catenarie che operano un certo disturbo meccanico. Il fondale è sabbioso e intervallato da insediamenti di *Posidonia oceanica* con estensioni variabili e molto discontinue da 1 m a circa 15 m di profondità, anche se spesso distribuite in ampie zone. La prateria di Posidonia è sempre insediata su matte alta circa 50-60 cm. A causa della presenza di numerosi ormeggi, catene, ancore e linee boe e pescherecci, la prateria a *P. oceanica* è piuttosto degradata e regredita, mostrando ampie aree di matte morta. Sul lato occidentale della spiaggia, si trova una sorgente

termale poco profonda, attualmente quasi nascosta dalla banchina (Gambi et al., 2009). La spiaggia di fronte al porto è balneabile fino all'altezza delle prime boe del campo di ormeggio. A metà circa della spiaggia è presente una barriera artificiale in parte emersa ed in parte (45 m circa) sommersa, messa in posto nel febbraio 2008 (Gambi et al., 2009).

Figura 12. Posizione geografica dell' area di studio, nel Promontorio di Palinuro (Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano) all'estremo sud della Campania.

Figura 13. Visione d'insieme del porto di Palinuro (da Google Earth, estate 2019)

3.2. Materiali e Metodi

A seguito della segnalazione nel maggio 2018 di macchie cospicue di *Halophila stipulacea* lungo il molo del porto è stata richiesta alla locale CP una autorizzazione a potersi immergere con ARA o in snorkeling/apnea nella zona lungo il molo di attracco delle imbarcazioni da diporto, normalmente interdetta a immersione e balneazione, per il prelievo mensile di campioni, considerando la profondità modesta del popolamento, sito a soli 3 m di profondità. Si è deciso quindi di seguire mensilmente sia l'insediamento del molo (3-4 m profondità) che quello della macchia A grande di fronte alla spiaggia (2 m di profondità) e rilevata fin da ottobre 2017. I due siti infatti, pur essendo vicini (meno di 200 m di distanza), sono sottoposti sia a profondità che a condizioni un po' diverse: la macchia A, a soli 2 m di profondità, è più esposta al moto ondoso e al disturbo da parte dei bagnanti (es. possibile calpestio, sospensione di sedimento, erosione ecc.), mentre l'insediamento del molo, si trova a profondità maggiore (3-4 m), non è soggetta a disturbo per balneazione, ma risente della presenza di catenarie e corpi morti sul fondo (erosione meccanica), e della presenza e passaggio di natanti, particolarmente intenso nel periodo estivo.

I prelievi sono iniziati a giugno 2018 e terminati a metà luglio 2019, per quanto possibile sono stati effettuati ogni mese (ad eccezione del mese di

novembre in cui per ragioni logistiche e meteo-marine non è stato possibile campionare), mentre per rilevare meglio il periodo di insorgenza dei fiori da maggio a luglio 2019 sono stati effettuati due prelievi ogni due settimane circa. La densità delle nuove macchie di *H. stipulacea* lungo il molo è stata valutata sia a giugno (3 repliche) che a ottobre 2018 (4 repliche) e a maggio 2019 (4 repliche) (tot. 11 repliche), prelevando campioni quantitativi, cioè asportando tutte le piante presenti su quadrati di 10x10 cm di lato (Fig. 14). Data la minore estensione e maggiore dinamica stagionale della macchia A, non sono stati effettuati prelievi quantitativi, ma solo qualitativi, e per la valutazione della densità si è fatto riferimento ai prelievi effettuati nell'ottobre del 2017 e pubblicati da Gambi et al. (2018).

Nell'ottobre 2018 è stata effettuata una immersione ad hoc per il rilievo delle coordinate delle macchie lungo il molo utilizzando boe di segnalazione sul fondo ed un GPS in superficie con un operatore in gommone che rilevava i punti salienti. È stata georeferenziata la macchia di inizio del molo più vicina alla spiaggia, la macchia intermedia più grande e la macchia finale lungo il molo, più lontana dalla spiaggia e anch'essa di notevoli dimensioni. Le coordinate geografiche GPS di ciascuna macchia sono state annotate ed elaborate con Q-GIS (v.2.18.15), proiettate secondo il riferimento spaziale EPSG: 4326 (WGS 84) per produrre una mappa georeferenziata (Fig. 15).

Nella stessa immersione dell'ottobre 2018 e sono state anche misurate le singole macchie nella loro lunghezza e larghezza, usando una rondella metrica e lavagnette (Fig. 16), e descritte indicando profondità, substrato di impianto, conformazione generale dell'insediamento. Alcuni organismi cospicui, presenti all'interno della macchia (es. oloturie, policheti sabellidi, antozoi) e pesci che erano posati sul fondo all'interno, o molto vicini alle macchie di *Halophila*, venivano annotati ad ogni rilievo, e sono stati anche valutati in alcuni video effettuati a giugno, luglio e ottobre 2018 e maggio 2019.

Figura 14 A e B. Stima di densità fasci di Halophila con quadrato 10 x10 cm (Foto: Gaglioti M.)

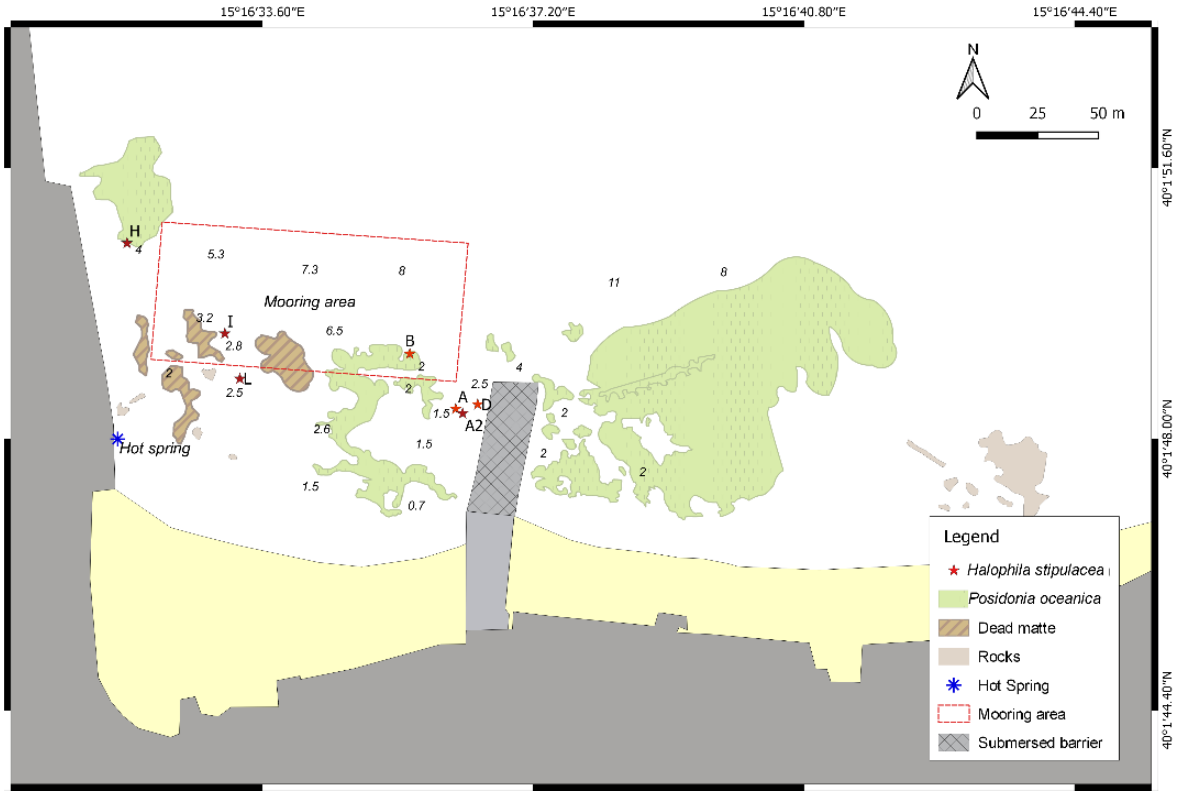


Figura 15. Mappa georeferenziata in Q-GIS aggiornata ad ottobre 2018 delle macchie di H. stipulacea nel porto di Palinuro. Rilievo inclusivo delle macchie davanti alla spiaggia e i quelle lungo il molo portuale

Figura 16. Misurazione con bindella delle macchie di H. stipulacea in immersione ARA lungo l'insediamento del molo. (Foto: Gagliori M.)

Figura 17. Fase di misurazione a fresco dei fasci di H. stipulacea*, presso il Palinuro Sub Diving Center di Palinuro (Foto: Di Genio S.)*

In ogni periodo e per ogni sito (definiti da ora in poi come: Molo e Macchia A), i fasci prelevati (con ARA o in apnea) venivano lavati dai sedimenti e detrito intrappolato tra le radici, e le singole piante misurate a fresco (Fig. 17). Sono stati misurati (con scelta casuale sul campione raccolto) in genere 40 fasci per sito e periodo, ma in alcuni periodi, caratterizzati dalla presenza dei fiori, sono stati misurati 80 fasci per avere una migliore stima della loro frequenza. I fasci venivano fotografati sempre a fresco, nel caso della presenza di segni di grazing sulle foglie, o di fiori, e poi conservati in alcol al 50%. Le variabili misurate includevano il numero di foglie per fascio, la lunghezza e la larghezza delle foglie, il tipo di apice fogliare e la presenza di fiori. Le condizioni dell'apice fogliare sono state annotate come intero (Int), eroso meccanicamente (Emec) o eroso biologicamente (grazing; Ebio), è stata

quindi calcolata la frequenza percentuale di ogni tipo di apice in ogni sito e periodo (Pergent et al., 1995, Buia et al., 2004). Per avere una stima dell'impatto del grazing a livello del sistema, per ogni periodo di campionamento è stata stimata la percentuale di tessuto fogliare rimossa dal grazing (calcolando la lunghezza delle foglie erose biologicamente e confrontandola con la lunghezza di quelle integre), la differenza è stata moltiplicata per il numero di foglie presenti in un m^2 (cioè la densità x 2, in quanto ogni fascio ha di regola sempre due foglie), ed il valore è stato espresso come percentuale sulla base della percentuale di grazing effettiva (cioè quante foglie erano erose rispetto al totale). Il valore ottenuto esprime la percentuale di tessuto fogliare (espresso come lunghezza) che viene rimosso dal grazing dei pesci a livello di 1 m^2 di prato. Sui dati morfometrici delle foglie inoltre, è stata calcolata la superficie fogliare, e sulla base della densità dei fasci misurata, calcolare anche il Leaf Area Index (L.A.I.): superficie fogliare media x densità dei fasci / 1 m^2; che rappresenta cioè la superficie sviluppata dalle foglie su un metro quadrato di fondo/substrato (Buia et al., 2004). Infine, per ogni sito e periodo è stata annotata la presenza di fiori, e quando presenti è stata calcolata la percentuale di fioritura (numero di fasci con fiori/ totale fasci esaminati x 100) (Pergent & Pergent-Martini, 1988) e lo stadio di sviluppo del fiore maschile indicato come 1° stadio di forma ovale in

cui si presenta senza pedicello e con stami chiusi, suddiviso in 1°stadio, sia piccolo o precoce del fiore (lungo fino a 4 mm) e grande (lunghezza fino a 9 mm); 2° stadio, il fiore ha ancora gli stami chiusi ma è pedicellato (lungo fino a 10 mm), ed infine 3° stadio, in cui gli stami sono aperti (Fig. 18).

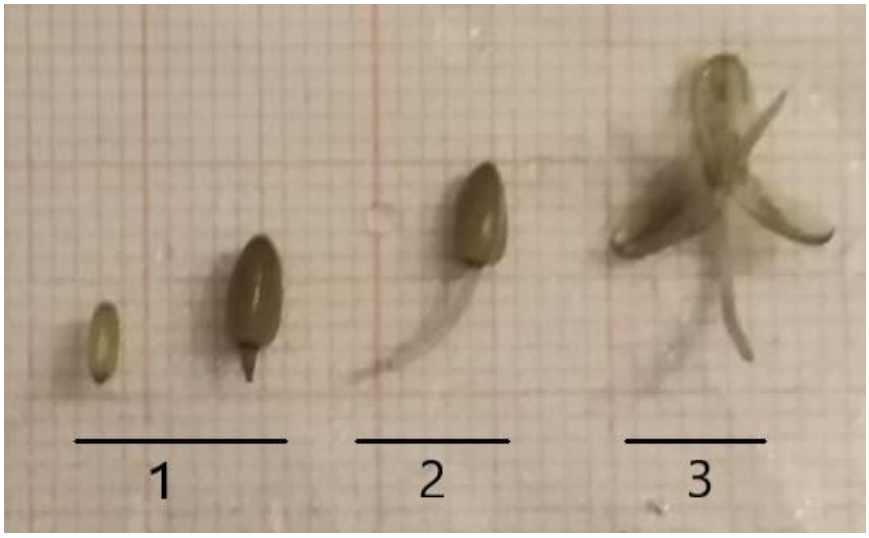


Figura 18. Stadi di sviluppo del fiore maschile: 1° stadio piccolo e grande, 2° stadio, 3° stadio. Prelevati durante i campionamenti nel porto di Palinuro. (Foto: Di Genio S.)

I dati di lunghezza e larghezza delle foglie, dopo aver verificato la normalità dei dati sono stati analizzati con l'Analisi della varianza ad una via (ANOVA) per rilevare in ogni sito le differenze tra i diversi prelievi mensili; e successivamente è stato applicato il Tukey pair-wise test per evidenziare i mesi differenti tra loro. Per i mesi in cui le misure morfologiche erano presenti per entrambi i siti di macchia A e Molo (luglio, ottobre 2018, gennaio-luglio 2019) le differenze in lunghezza e larghezza delle foglie per ogni mese sono state stimate con il t-test. Le analisi statistiche sono state effettuate con il programma PAST 3.25 (open access).

Capitolo quarto

RISULTATI

Le caratteristiche morfologiche della popolazione di *Halophila stipulacea* di Palinuro ben si adattano alla descrizione di *H. stipulacea* e ai caratteri diagnostici di questa specie presenti in Kuo & Den Hartog (2001). La collocazione della macchia A e quella dell'insediamento lungo il Molo sono riportate nella mappa GIS in Fig. 15.

4.1. Insediamento di *Halophila stipulacea* della Macchia A.

La macchia A, sita di fronte alla spiaggia di Palinuro, a 1,8-2 m di profondità (Fig. 19A) è stata descritta ad ottobre 2017, quando *H. stipulacea* è stata segnalata di nuovo nel porto di Palinuro (Gambi et al., 2018), dopo la sua scomparsa nel 2011 (Gambi & Barbieri, 2013). La macchia ad ottobre 2017 aveva una forma circolare di 2.5 m di diametro circa (Tab. 2) e una superficie di 3,5 m^2, risultando la macchia più grande di *H. stipulacea* rilevata nello studio (Gambi et al., 2018). Ad un controllo effettuato ad aprile e giugno 2018, la macchia presentava la parte centrale erosa, con sedimento e rizomi scalzati e con una leggera depressione, così da fare assumere all'insediamento una forma a ciambella. All'interno della macchia e nel sedimento interno alla depressione sono state spesso osservate oloturie (Fig. 19B), mentre tra i fasci

di *H. stipulacea* è stato osservato anche qualche polichete sabellide (*Sabella pavonina*) con il ciuffo branchiale espanso tra le foglie.

Quindi rispetto alle osservazioni effettuate l'anno precedente e riportate in Gambi et al. (2018) la macchia aveva perduto una parte della zona centrale, che nel tempo si è andata ampliando. La densità della macchia (stimata ad ottobre 2017; 3 repliche 10x10 cm) ha dato valori medi di 6,230 fasci/m^2 (±1644). Inoltre, in diversi mesi attorno al margine esterno della macchia A, nonché nella adiacente macchia A2 (vedi Fig. 15) sono state osservate piante "miniaturizzate" (con foglie inferiori a 2 cm) (Fig. 20) che indicano un margine di accrescimento dell'insediamento. L'andamento della lunghezza e larghezza delle foglie è riportato in Fig. 21. Si nota da aprile 2018 a luglio 2019 un andamento della lunghezza con massimi valori in ottobre e gennaio, e minimi tra marzo e maggio. Anche la larghezza delle foglie mostra un trend simile, con valori massimi tra luglio e gennaio e minimi tra marzo e maggio. I risultati dell'analisi ANOVA ed il test Tukey pair-wise sono riportati in Tabella 3A e 3B e mostrano come entrambi i parametri sono significativamente diversi in molti mesi tra loro. Il L.A.I. (Fig. 22) mostra pertanto un andamento coerente con i parametri delle foglie, e mostra valori minimi di 1,5 (marzo, aprile, maggio), e massimi poco superiori a 3 ad ottobre. La presenza e percentuale dei fiori (Fig. 21A) mostra una presenza a

luglio 2018 (7,5%), ed una loro ricomparsa a partire dalla seconda metà di maggio e fino a luglio, con valori massimi in oltre il 50% dei fasci a giugno. La frequenza relativa del tipo di apice fogliare (Fig. 24A) mostra presenza di grazing (erosione biologica della foglia dovuta a morsicature con varie tipologie Fig. 23) in tutti i mesi studiati, con molti periodi in cui il danno biologico coinvolge circa il 40% delle foglie (luglio, gennaio, febbraio e marzo). A tale riguardo è degno di nota riportare che nel luglio 2018, è stato osservato e filmato un gruppo di circa 40 giovanili di *Sarpa salpa* (dimensioni 4-5 cm) che per oltre 20 minuti ha brucato sui bordi ed all'interno della macchia A (Gambi M.C., Drago D., osservazione personale); mentre un gruppo più piccolo, sempre di giovanili di salpa (circa 15-20 pesci), è stato osservato brucare anche a maggio 2019 (Gambi M.C., osservazione personale) (Fig. 25). Il danno meccanico sulle foglie è invece sempre molto moderato e non mostra un trend specifico. Infine, la stima della percentuale di foglie rimossa dal grazing (espressa come lunghezza), mostra che a fronte di una percentuale di apici erosi biologicamente sempre piuttosto elevata, la % rispetto al sistema è in genere sempre inferiore al 4% con solo due valori che raggiungono quasi il 10% in luglio 2018 e marzo 2019 (Fig. 24B). Questo indica che le foglie sono consumate con frequenza, ma complessivamente con una rimozione modesta di tessuto.

Figura 19A. Macchia A situata difronte la spiaggia del porto di Palinuro con parte centrale erosa (aprile 2018) (Foto: Gaglioti M.)

Figura 19B. Un esemplare di Holoturia *sp. osservata all'interno nella macchia A di* Halophila *nel porto di Palinuro (Foto: Gambi M.C.)*

Macchia A, spiaggia del porto di Palinuro, 31 ottobre 2017 (temp. 21 °C)					
	coordinate (GIS)	prof. (m)	dimensioni (diametro, m)	superficie (m^2)	densità (#fasci/100 cm^2)
Macchia A	40° 1'48,40"N, 15°16'36,17"E	1,5-1,8 m	2,5	3,5	ottobre 2017: 62, 50, 74

Tabella 2. Dati rappresentativi della macchia A situata difronte la spiaggia nel porto di Palinuro.

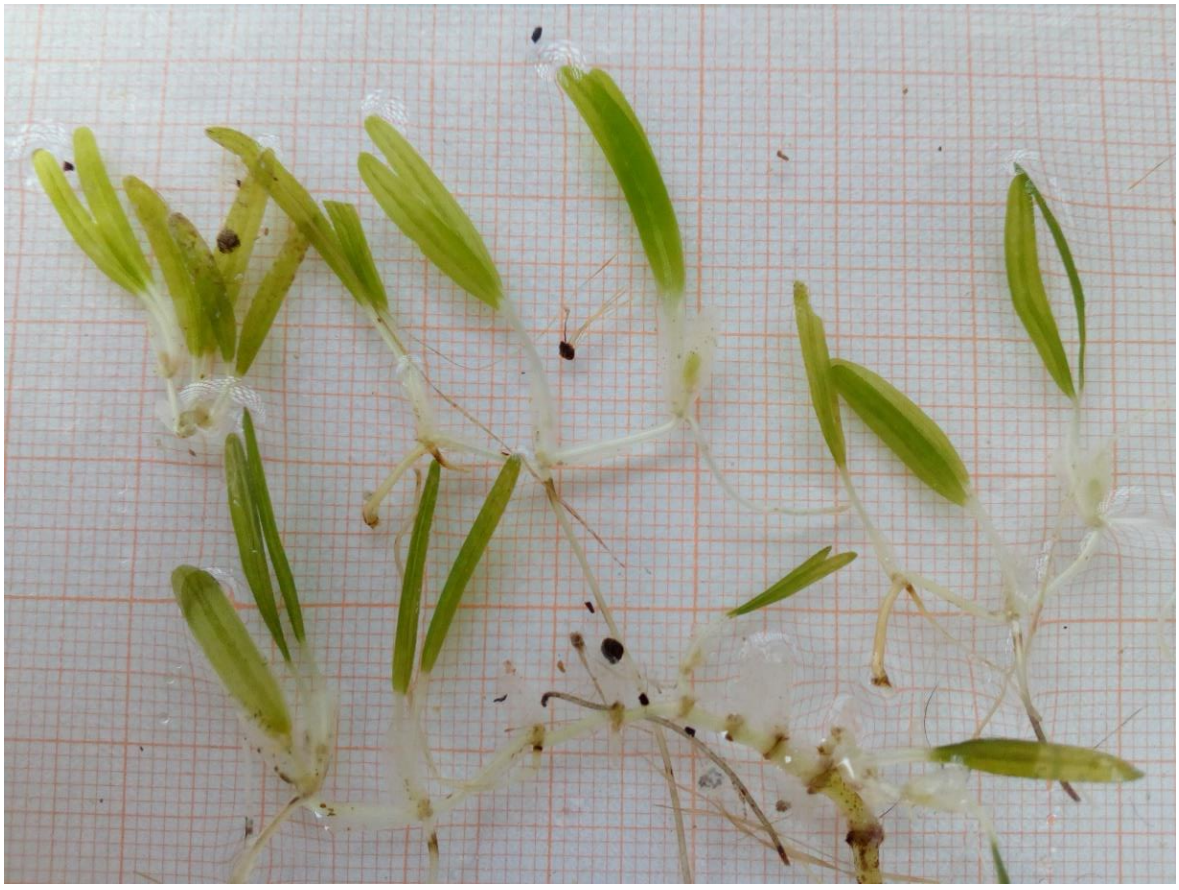
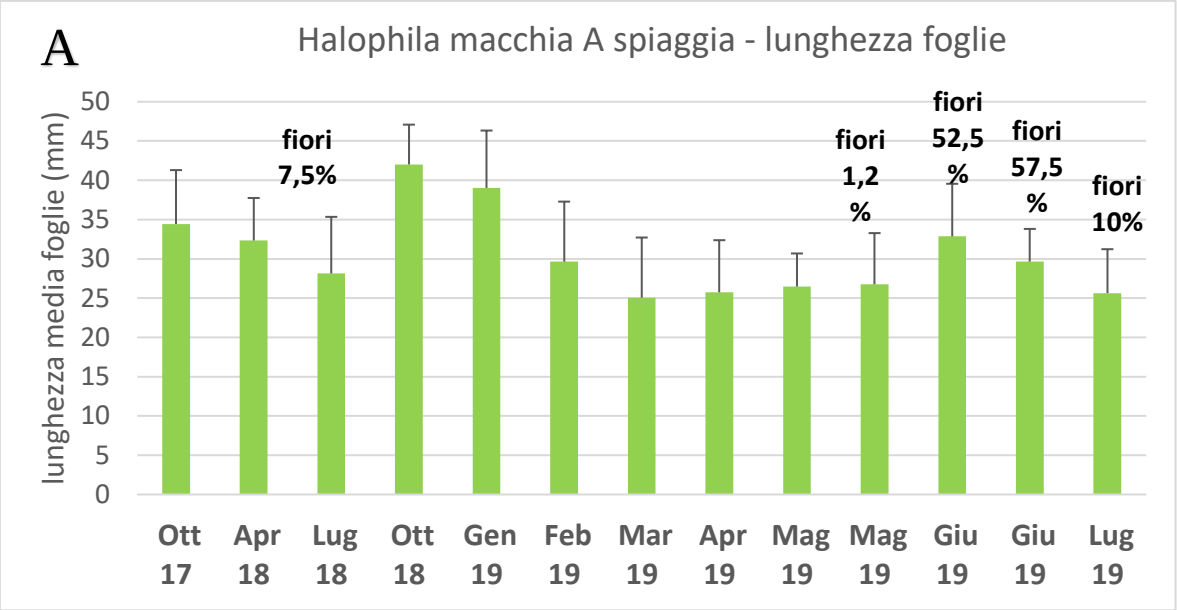


Fig. 20: Piante "miniaturizzate" di Halophila *(con foglie inferiori a 2 cm di lunghezza) rilevate sul margine della macchia A di fronte la spiaggia del porto di Palinuro, e nella macchia adiacente A2 (maggio 2019; Foto: Gambi M.C.).*



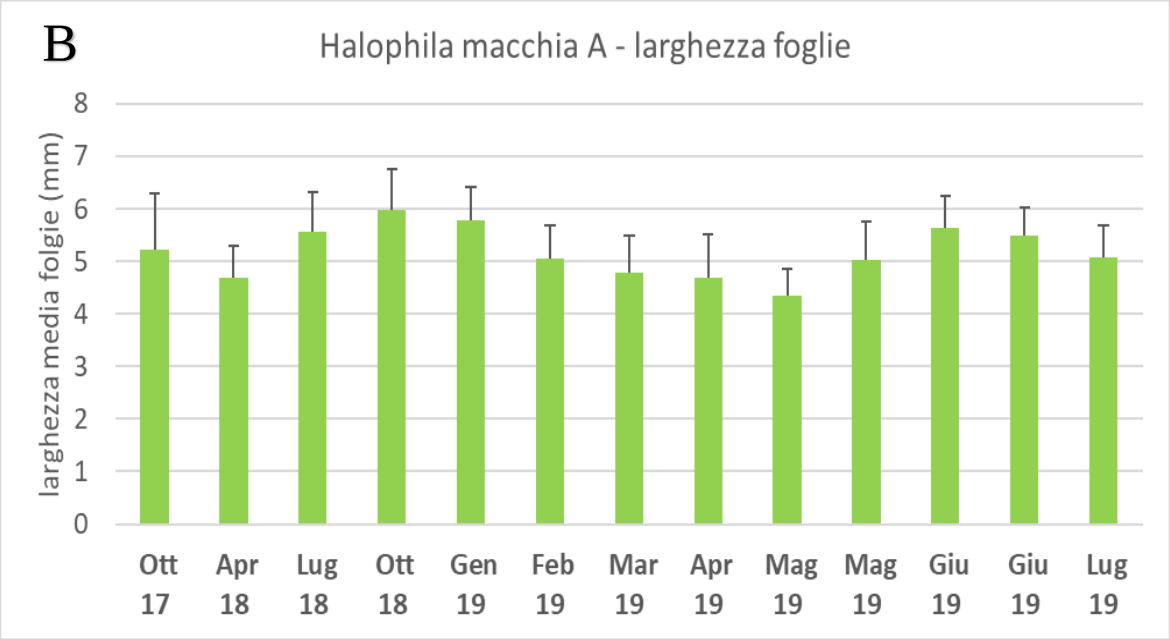


Figura 21A e B. Andamento nel tempo della lunghezza media (A) e larghezza media (B) delle foglie di H. stipulacea nella macchia A, ottenuto con le misurazioni effettuate durante i campionamenti nel porto di Palinuro. Inoltre, sono indicate le percentuali di fiori maschili presenti nei campionamenti.

Tab. 3A

	ott-17	apr-18	lug-18	ott-18	gen-19	feb-19	mar-19	apr-19	mag-19	mag-19	giu-19	giu-19	lug-19
ott-17		***	**	***	***	n.s.	***	***	***	n.s.	***	n.s.	n.s.
apr-18	n.s.		***	***	***	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	***	***	n.s.
lug-18	n.s.			**	n.s.	***	***	***	***	***	n.s.	n.s.	***
ott-18	n.s.				n.s.	***	***	***	***	***	n.s.	***	***
gen-19	n.s.					***	***	***	***	***	n.s.	n.s.	***
feb-19	n.s.						n.s.	n.s.	***	n.s.	***	**	n.s.
mar-19	n.s.							n.s.	**	n.s.	***	***	n.s.
apr-19	n.s.								n.s.	n.s.	***	***	n.s.
mag-19	n.s.									***	***	***	***
mag-19	n.s.										***	***	n.s.
giu-19	n.s.											n.s.	***
giu-19	n.s.												**
lug-19	n.s.												

Tab. 3B

	ott-17	apr-18	lug-18	ott-18	gen-19	feb-19	mar-19	apr-19	mag-19	mag-19	giu-19	giu-19	lug-19
ott-17		n.s.	***	***	***	***	***	***	***	***	n.s.	***	***
apr-18	n.s.		**	***	***	n.s.	***	***	***	***	n.s.	n.s.	***
lug-18	n.s.			***	***	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	***	n.s.	n.s.
ott-18	n.s.				n.s.	***	***	***	***	***	***	***	***
gen-19	n.s.					***	***	***	***	***	***	***	***
feb-19	n.s.						***	***	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	***
mar-19	n.s.							n.s.	n.s.	n.s.	***	***	n.s.
apr-19	n.s.								n.s.	n.s.	***	***	n.s.
mag-19	n.s.									n.s.	***	n.s.	n.s.
mag-19	n.s.										***	n.s.	n.s.
giu-19	n.s.											n.s.	***
giu-19	n.s.												***
lug-19	n.s.												

*Tab. 3 Tukey pair-wise test (ANOVA) della larghezza (A) lunghezza (B) delle foglie nella macchia A di Halophila del porto di Palinuro. *= P < 0,05; ** P= 0.05-0.001; ***= P<0.001; N.S= non significativo*

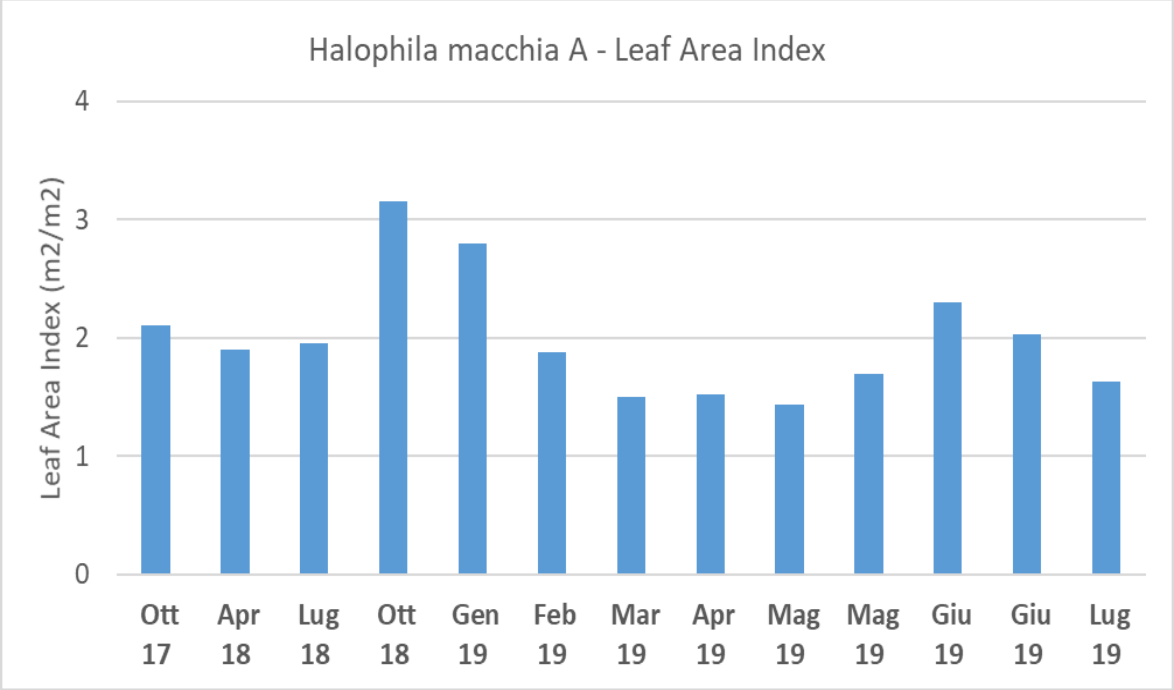


Figura 22. LAI: indice di superficie fogliare, macchia A.

Figura 23. Tipologie varie di morsi di Sarpa salpa *su foglie di* H. stipulacea *nella macchia A del porto di Palinuro (Foto: Gambi M.C.)*

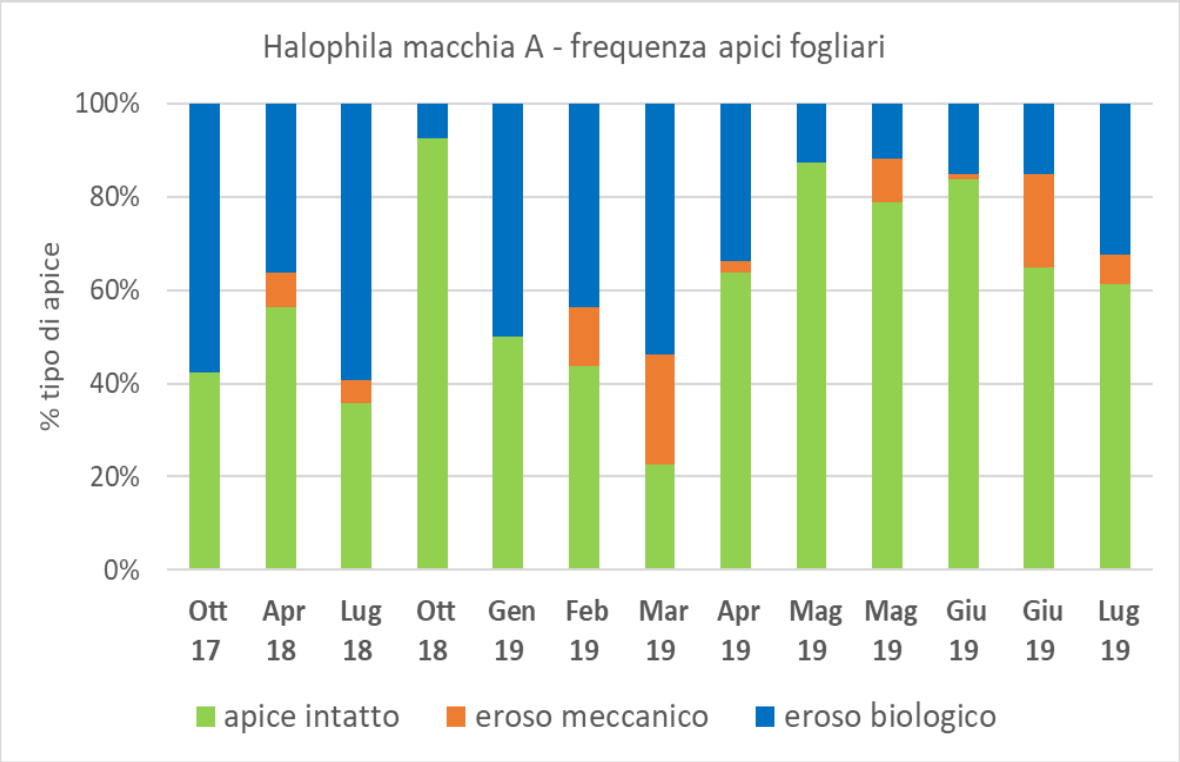


Figura 24A. Percentuale del tipo di apice fogliare di H. stipulacea in ogni mese nella macchia A:

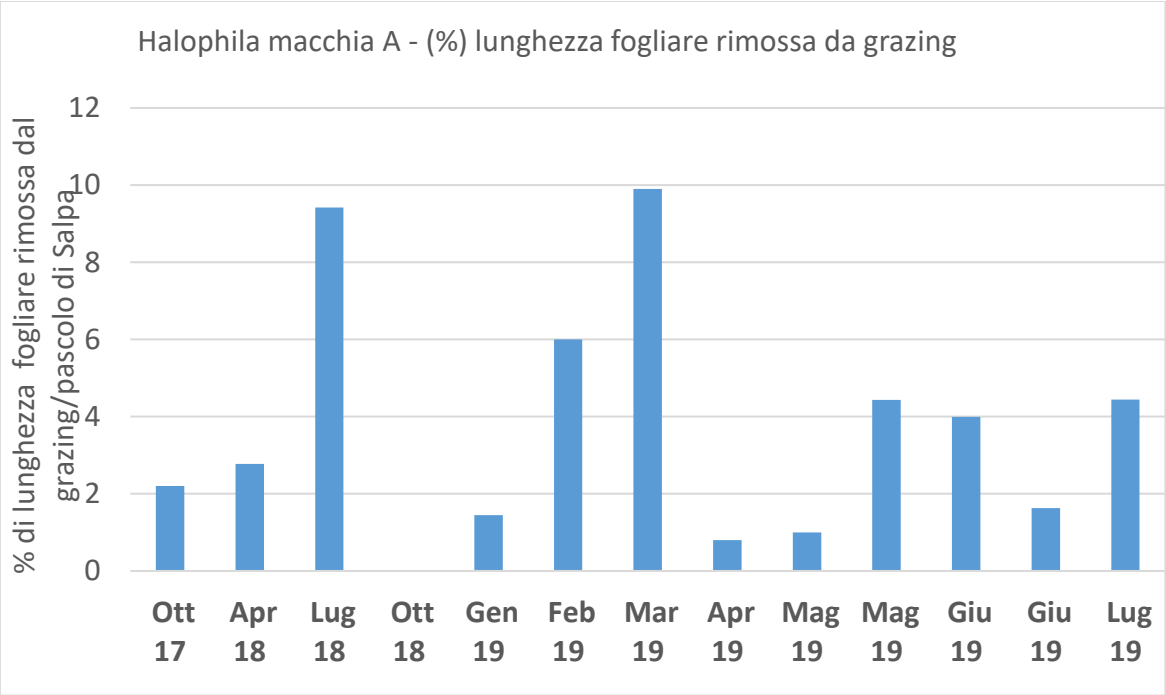


Figura 24B. Percentuale di lunghezza fogliare rimossa dal pascolo di Sarpa salpa nella macchia A.

4.2. Insediamento di *Halophila stipulacea* del Molo

L'insediamento delle varie macchie di *Halophila stipulacea* lungo il molo è stato registrato inizialmente a giugno 2018, in quanto a maggio il diving rilevava, durante un'operazione di pulizia dei fondali del porto, autorizzata dalla locale CP, la presenza di varie macchie della pianta. A giugno 2018 e successivamente ad ottobre le macchie sono state in parte georeferenziate, descritte e misurate al fine di stimare la superficie di sviluppo della pianta. La mappa con tre delle macchie che sono state georeferenziate (indicate con le lettere L - inizio molo macchia #7, I – centrale macchia #3 - ed H - fine molo, macchia # 1), è riportata in Figura 15.

I dati di estensione (lunghezza e larghezza) e profondità di ciascuna delle 7 macchie rilevato lungo il Molo è riportata in Tabella 4. Di seguito viene fornita una breve descrizione di ciascuna macchia.

La macchia 7 (H in Fig. 15) è sita quasi al termine del molo turistico del porto ed è in larga misura frammista a Posidonia viva e matte morta; rappresenta una delle macchie più estese con una superficie stimata di 21,6 m^2 (Tab. 4). Presenta uno sviluppo con una forma ad arco e due modeste discontinuità dovute ad una interruzione/erosione nella matte morta di Posidonia. La macchia #6 è insediata interamente su matte morta di Posidonia; la macchia #5 è allineata perpendicolare con la macchia #6 procedendo verso la parete

del Molo; la macchia #4 è vicina alla #5 (circa 1 m) ed è a sua volta suddivisa in due sub-entità separate da un solco di erosione nella matte di circa 50-60 cm. La macchia #3 (georeferenziata; I in Fig. 15) è quasi al centro del Molo, ed è piuttosto estesa con una superficie stimata di 20,58 m^2 (Tab. 4). La macchia si sviluppa come una lunga striscia insediata su matte morta di Posidonia e presenta diverse piccole interruzioni dovute all'azione erosiva nella matte da parte di cime di ormeggio e catenarie dei corpi morti. La macchia #2 è una delle più piccole (2,5 m^2) ed è frammista a Posidonia viva; mentre la macchia #1 (georeferenziata, L in Fig. 15) è insediata su matte morta e localizzata all'inizio del molo, circa all'altezza della piattaforma galleggiante della cooperativa degli ormeggiatori. Nel complesso lungo l'area del Molo è stata stimata una copertura della pianta di circa 65,77 m^2.

Attraverso l'analisi di foto e video effettuati in varie occasioni lungo il molo (soprattutto a maggio, luglio 2018 e maggio 2019), è interessante rilevare la presenza all'interno di *Halophila* di diversi organismi bentonici sia vegetali: la fanerogama *Posidonia oceanica*, le macroalghe *Dictyota* spp., *Padina pavonica, Acetabularia acetabulum,* e l'alga verde aliena *Caulerpa cylindracea* (Fig. 25), che invertebrati: lo cnidario *Cerianthus membranaceus*, i policheti *Sabella pavonina* e Spirorbinae epifite sulle foglie, i molluschi *Pinna nobilis* giovanile, *Cerithium vulgatum*; gli echinodermi oloturoidei

Holothuria sp.; ma anche di pesci *Sarpa salpa*, *Serranus cabrilla*, Labridae giovanile en. sp., *Muraena helena*, *Coris julis*, *Dactylopterus volitans* (Fig. 25). Molti di questi organismi non si rilevano generalmente dove è presente la sola matte morta di Posidonia.

L'andamento della lunghezza e larghezza delle foglie sono mostrati in Fig. 26. Si nota anche in questo caso un trend temporale più regolare con massimi valori tra settembre 2018 e marzo 2019 e minimi tra aprile e luglio 2019. La larghezza presenta un trend simile, ma con massini tra agosto 2018 e gennaio 2019 e valori inferiori negli altri mesi. Le differenze temporali tra i diversi mesi sono quasi sempre significative (ANOVA, Tab. 5 e 6). Il L.A.I. mostra valori sempre superiori a 3 e con massini, coincidenti con la lunghezza massima delle foglie tra agosto e marzo, che arrivano anche a valori oltre 6, come in settembre ed ottobre (Fig. 27). La frequenza del tipo di erosione degli apici fogliari (Fig. 28A) mostra una presenza del grazing in tutti i mesi, ad eccezione di settembre 2018, ma con frequenza molto modesta e valori sopra il 45% solo a dicembre 2018 e gennaio 2019. Anche in questo caso, alcune salpe piccole sono state osservate in alimentazione su una delle macchie nel dicembre 2018 (Di Genio S., osservazione personale). La percentuale quindi di foglie (espressa come lunghezza) rimossa dal grazing a livello di sistema è

molto esigua, con l'eccezione dei mesi di dicembre 2018 e gennaio 2019 dove i valori raggiungono poco oltre il 10% e 12%, rispettivamente (Fig. 28B).

Molo del porto di Palinuro, 20 ottobre 2018 (temp. 22 °C)						
# macchia	coordinate (GIS)	prof. (m)	(lunghezza x larghezza, m)	superficie (m2)	densità (#fasci/100 cm2)	
7 (H in Fig.15)	40° 01' 50.6'' N; 15° 16' 31.8'' E	3,9-4,0	12 x 1,8	21,6	giu-18	89
					ott-18	79; 83
					mag-19	76; 9
6		3,3	1,9 x 1,7	3,23		
5		2,4	2,4 x 1,7	4,08		
4		3,4	4,1 x 2,3	9,43	ott-18	109
3 (I in Fig.15)	40° 01' 49.4''N; 15° 16' 33.1'' E	2,8-2,6	9,8 x 2,1	20,58	giu-18	84; 152
					ott-18	55
					mag-19	110; 95
2		2,4	2, 5 x 1,0	2,5		
1 (L in Fig.15)	40° 01' 48.8''N; 15° 16' 33.3''E	2,5	2,9 x 1,5	4,35		
			superficie totale in m2	65,77		

Tabella 4. Dati descrittivi delle 7 macchie di Halophila identificate lungo il molo del porto di Palinuro.

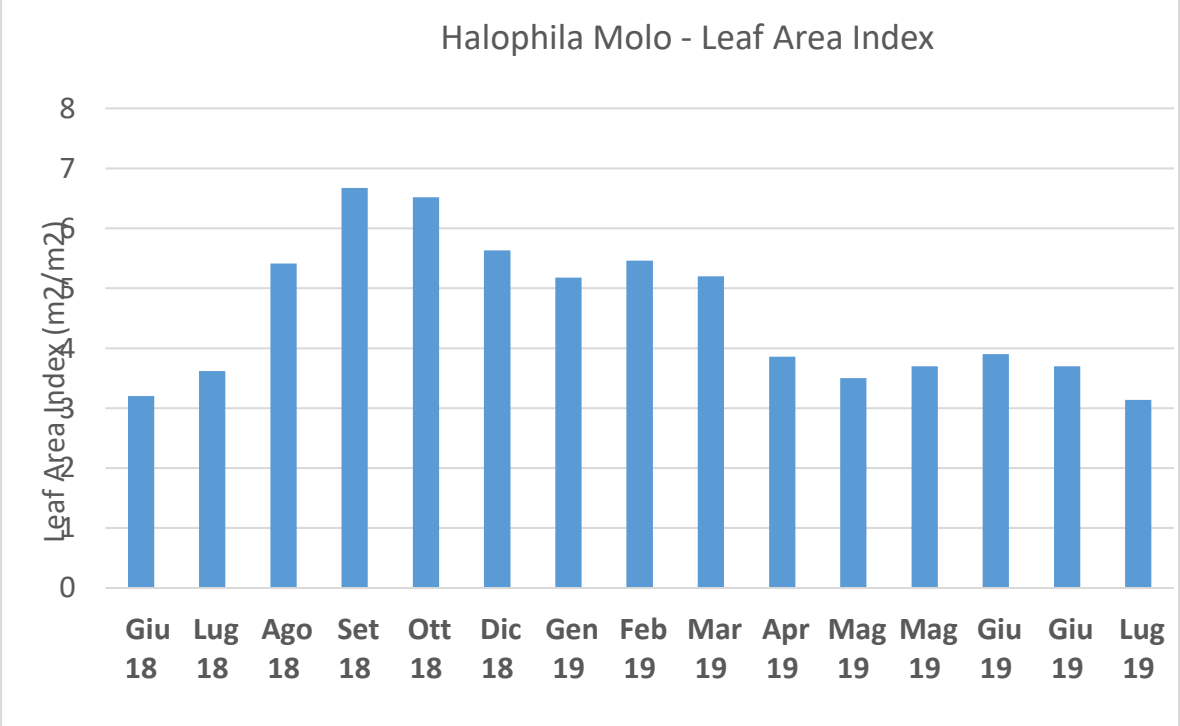


Figura 3. Andamento del Leaf Area Index nell'insediamento del Molo.

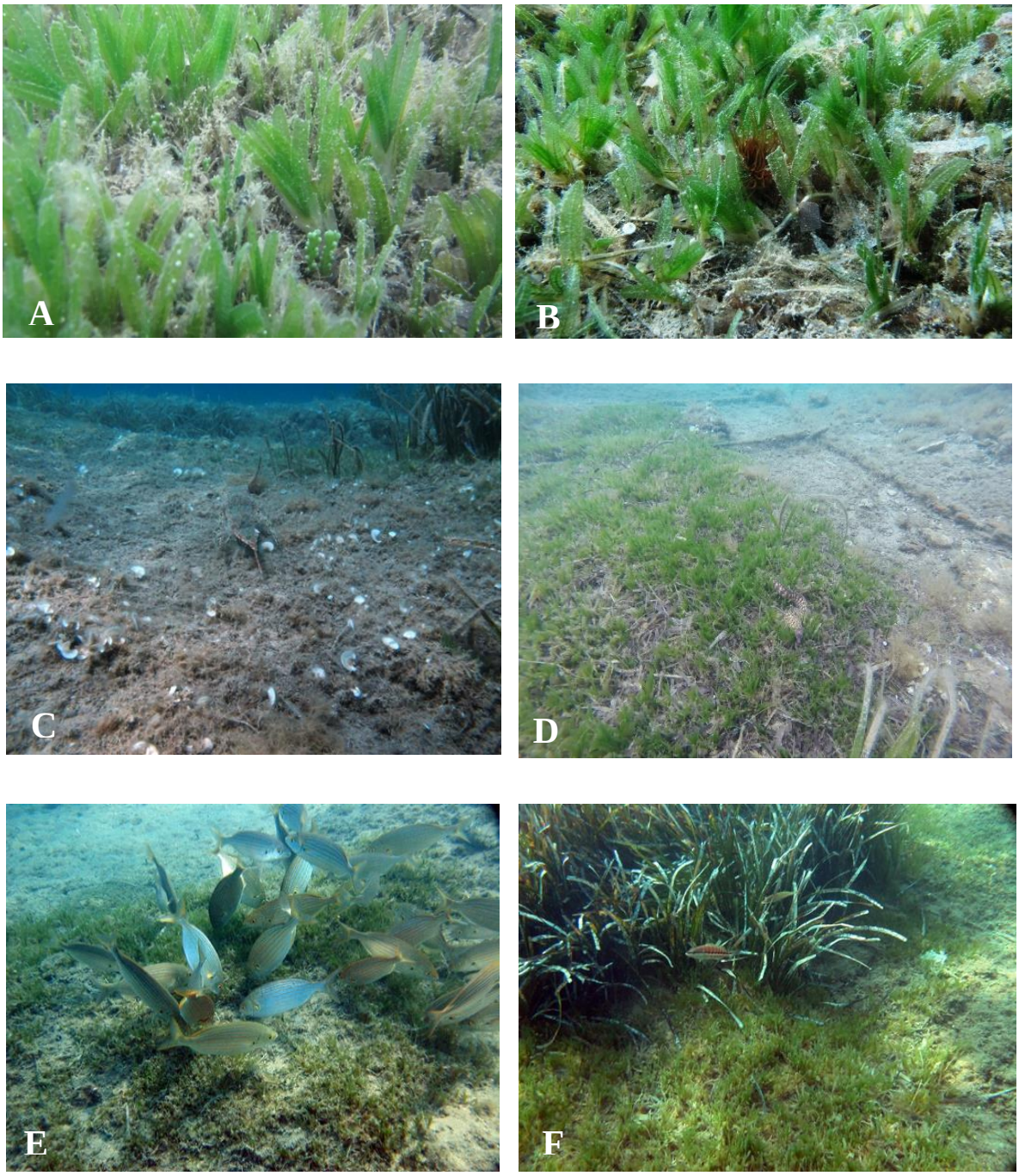
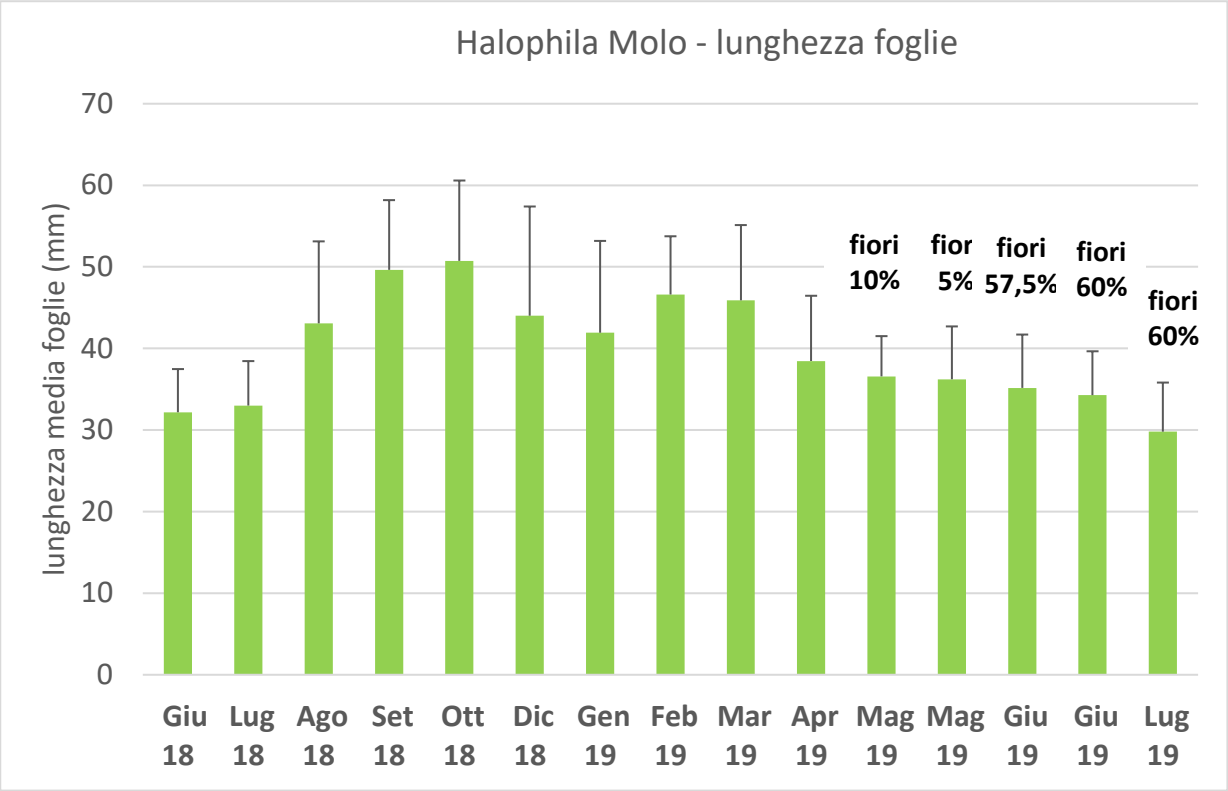


Figura 25. Flora e fauna associata all'insediamento di H. stipulacea *lungo il Molo del porto di Palinuro: (A)* Caulerpa cylindracea, *alga verde aliene mescolata ad* Halophila*;(B*) Cerianthus membranaceus*; (C)* Dactylopterus volitans, *(D)* Muraena helena, *(E)* Serranus cabrilla, *(F)* Sarpa salpa *che pascola ai margini della macchia A (luglio 2018; maggio 2019).*



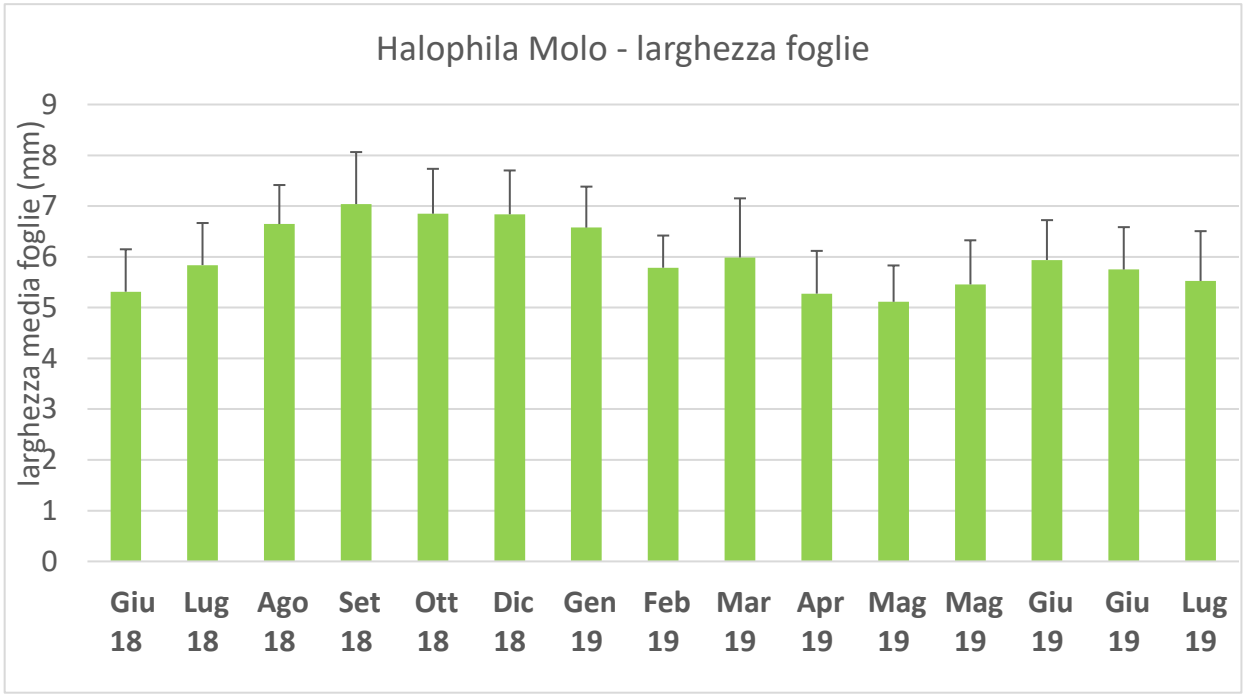


Fig. 26A e B. Andamento nel tempo della lunghezza media e larghezza media delle foglie di H. stipulacea nel Molo, ottenuto con le misurazioni effettuate durante i campionamenti nel porto di Palinuro. Inoltre sono indicate le percentuali di fiori maschili presenti nei campionamenti.

Tab. 5A

	set-18	ott-18	dic-18	gen-19	feb-19	mar-19	apr-19	mag-19	mag-19	giu-19	giu-19	lug-19
giu-18	***	***	***	***	***	***	n.s.	n.s.	n.s.	***	n.s.	n
lug-18	***	***	***	***	n.s.	n.s.	***	***	***	n.s.	n.s.	n
ago-18	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	***	***	***	***	***	***	***
set-18		n.s.	n.s.	**	***	***	***	***	***	***	***	***
ott-18	n.s.		n.s.	n.s.	n.s.	***	***	***	***	***	***	***
dic-18	n.s.			n.s.	***	***	***	***	***	***	***	***
gen-19	n.s.				n.s.	***	***	***	***	***	***	***
feb-19	n.s.					n.s.	***	***	***	n.s.	**	***
mar-19	n.s.						***	***	***	n.s.	n.s.	n.s.
apr-19	n.s.							n.s.	n.s.	***	n.s.	n.s.
mag-19	n.s.								n.s.	***	***	n.s.
mag-19	n.s.									***	n.s.	n.s.
giu-19	n.s.										n.s.	n.s.
giu-19	n.s.											n.s.
lug-19	n.s.											

Tab. 5B

	set-18	ott-18	dic-18	gen-19	feb-19	mar-19	apr-19	mag-19	mag-19	giu-19	giu-19	lug-19
giu-18	***	***	***	***	***	***	***	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.
lug-18	***	***	***	***	***	***	***	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
ago-18	***	***	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	***	***	***	***	***
set-18		n.s.	***	***	n.s.	n.s.	***	***	***	***	***	***
ott-18	n.s.		***	***	n.s.	n.s.	***	***	***	***	***	***
dic-18	n.s.			n.s.	n.s.	n.s.	***	***	***	***	***	***
gen-19	n.s.				**	n.s.	n.s.	**	***	***	***	***
feb-19	n.s.					n.s.	***	***	***	***	***	***
mar-19	n.s.						***	***	***	***	***	***
apr-19	n.s.							n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	***
mag-19	n.s.								n.s.	n.s.	n.s.	***
mag-19	n.s.										n.s.	***
giu-19	n.s.										n.s.	***
giu-19	n.s.											**
lug-19	n.s.											

*Tab. 5 Tukey pair-wise test (ANOVA) della larghezza (A) e lunghezza (B) delle foglie nell'insediamento del Molo di Halophila del porto di Palinuro. *= P < 0,05; ** P= 0.05-0.001; ***= P<0.001; N.S= non signific*

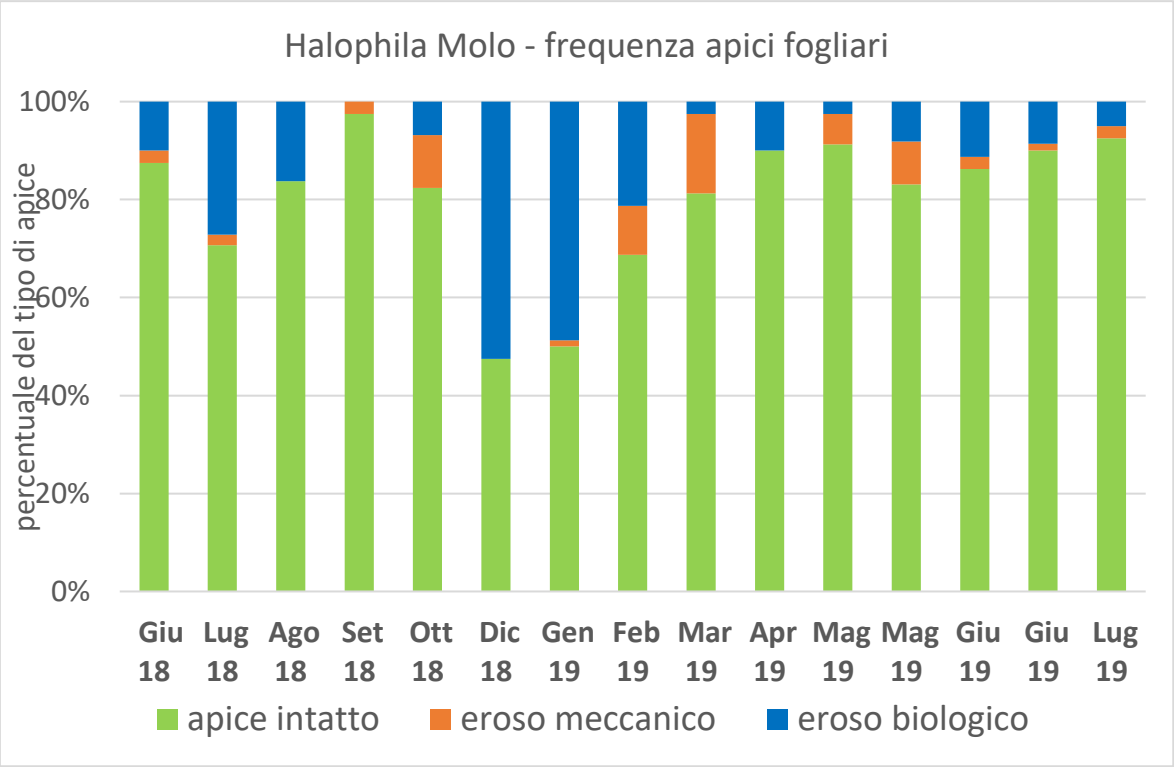


Figura 28A. Percentuale del tipo di apice fogliare di H. stipulacea in ogni mese di campionamento lungo l'insediamento del Molo.

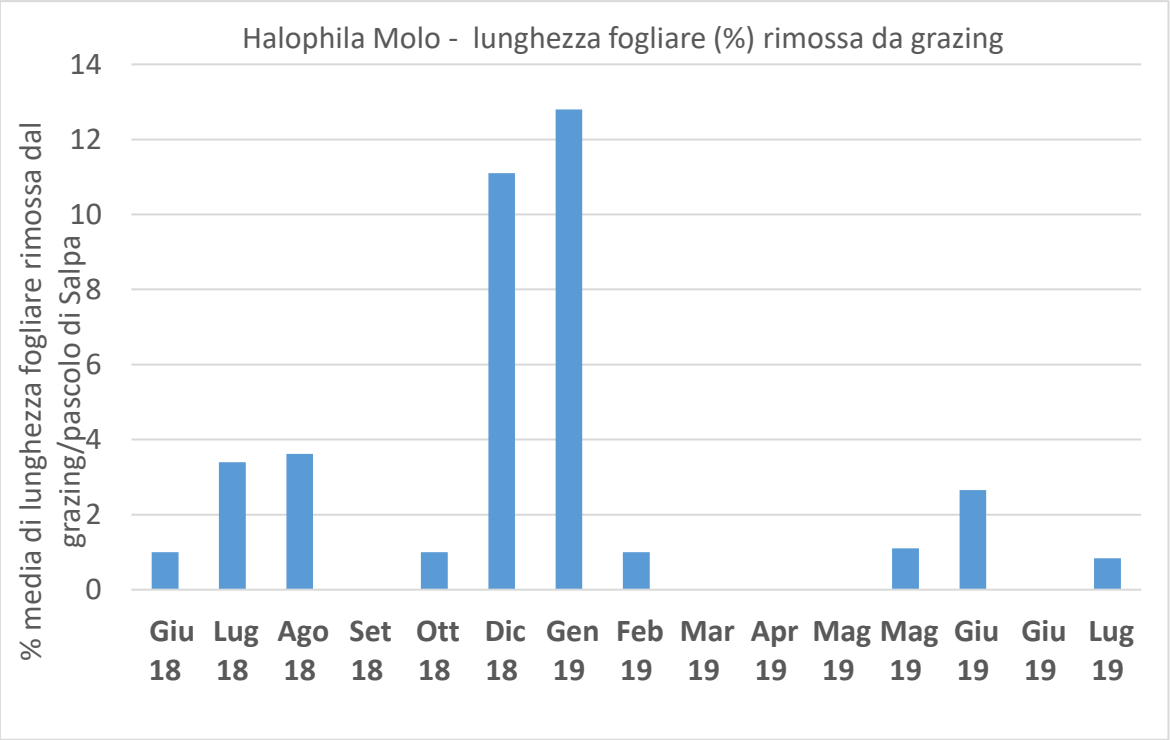


Figura 28B. Percentuale di lunghezza fogliare rimossa dal pascolo di Sarpa salpa nell'insediamento del Molo.

4.3. Confronto tra l' insediamento della Macchia A e Molo

La comparazione tra l'insediamento del Molo e la Macchia A, tra i diversi parametri morfologici e fenologici misurati è stata effettuata nei soli mesi in cui sono presenti dati in entrambi i siti (Fig. 29). La lunghezza delle foglie è risultata sempre significativamente più elevata nel popolamento del Molo rispetto alla Macchia A in tutti i mesi esaminati (t-test p= 0.0001 in tutti i mesi, eccetto gennaio 2019 p= 0.03 e 12 giugno 2019 p= 0.02).

Anche la larghezza delle foglie è risultata sempre significativamente più elevata nel popolamento del Molo rispetto alla Macchia A in tutti i mesi esaminati (p= 0.0001 in tutti i mesi, eccetto luglio 2018 p= 0.03; 12 giugno 2019 p= 0.008; 27 giugno 2019 p= 0.02).

In generale quindi le piante della Macchia A sono significativamente più piccole di quelle del Molo per l'intero periodo analizzato.

A causa della maggiore superficie fogliare, dovuta alle dimensioni maggiori delle foglie, e dalla densità dei fasci più elevata nel sito del Molo, anche il L.A.I. è risultato maggiore nel sito del Molo, dove è sempre superiore a 3, rispetto alla macchia A deve è sempre inferiore a 3 (Fig. 30)

La percentuale di fiori risulta maggiore nell'insediamento del Molo rispetto alla macchia A (Fig. 31). Anche la frequenza degli apici erosi, mostra come le foglie del popolamento del Molo sono meno soggette a grazing da parte dei

pesci (Salpa) rispetto a quelle della Macchia A, in tutti i mesi, ad eccezione di dicembre 2018 e gennaio 2019 (Fig. 32), dove anche in questa zona si registrano frequenze elevate. Il danno di tipo meccanico sulle foglie non mostra alcun trend specifico e differenza tra i due siti. Nel complesso quindi la macchia A presenta foglie sempre di dimensioni minori e molto più impattate dall'attività di grazing, e nel complesso mostra una maggiore variabilità ed irregolarità nell'andamento temporale (dinamica) sia della pianta che dell'insediamento nel suo complesso.

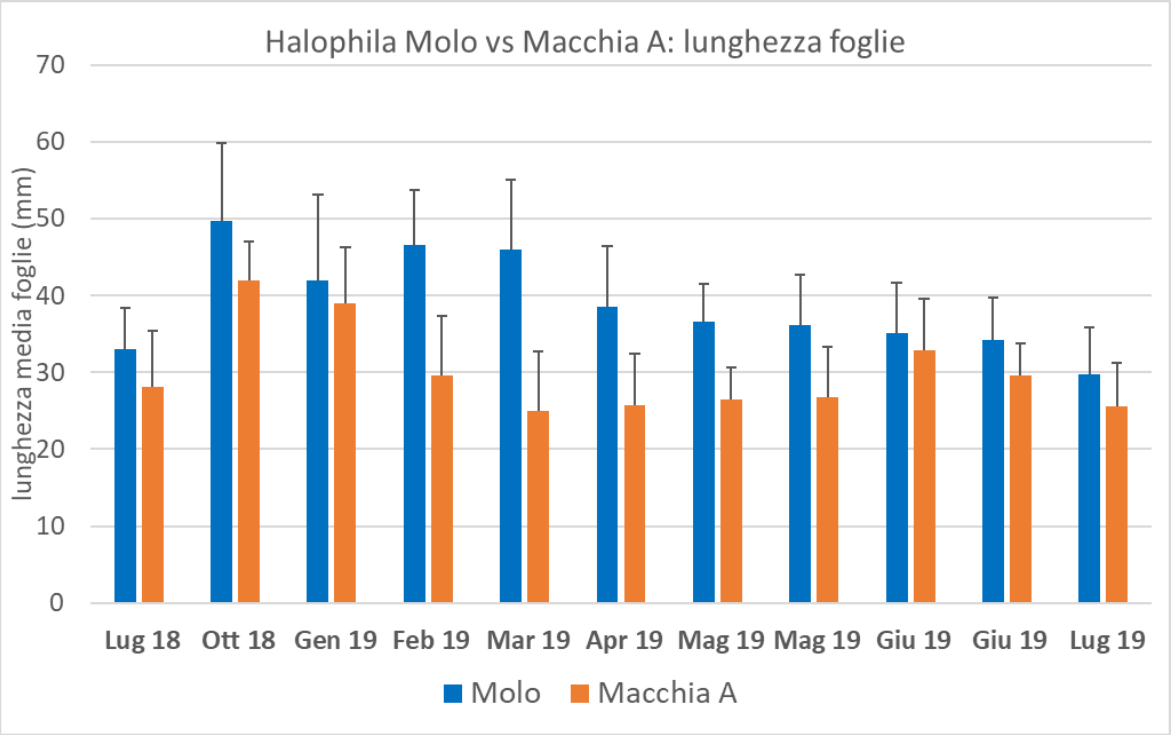


Figura 29A. confronto tra le lunghezze medie delle foglie tra il molo e la macchia A.

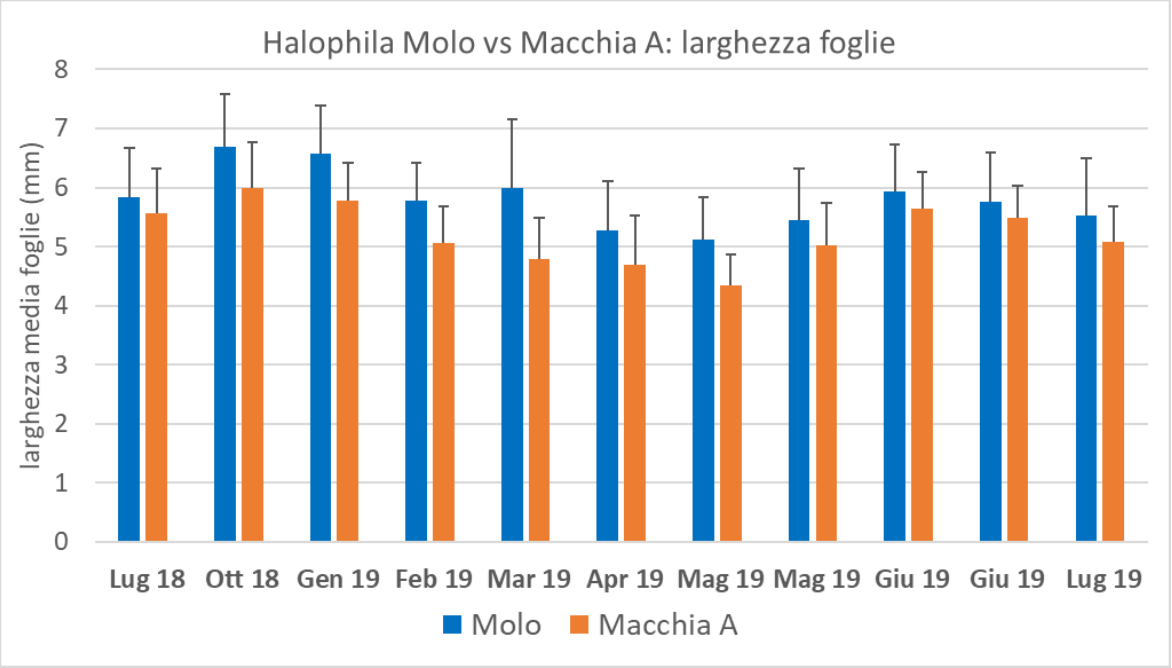


Figura 29B. confronto della larghezza media delle foglie tra molo e macchia A.

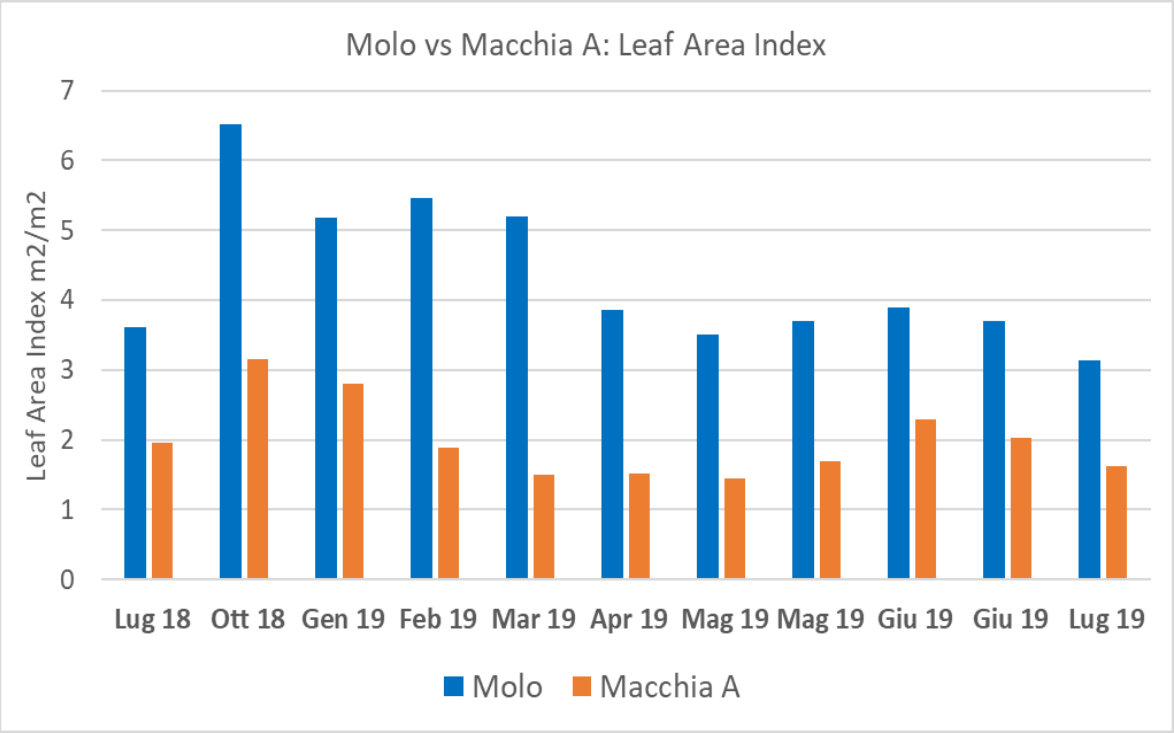
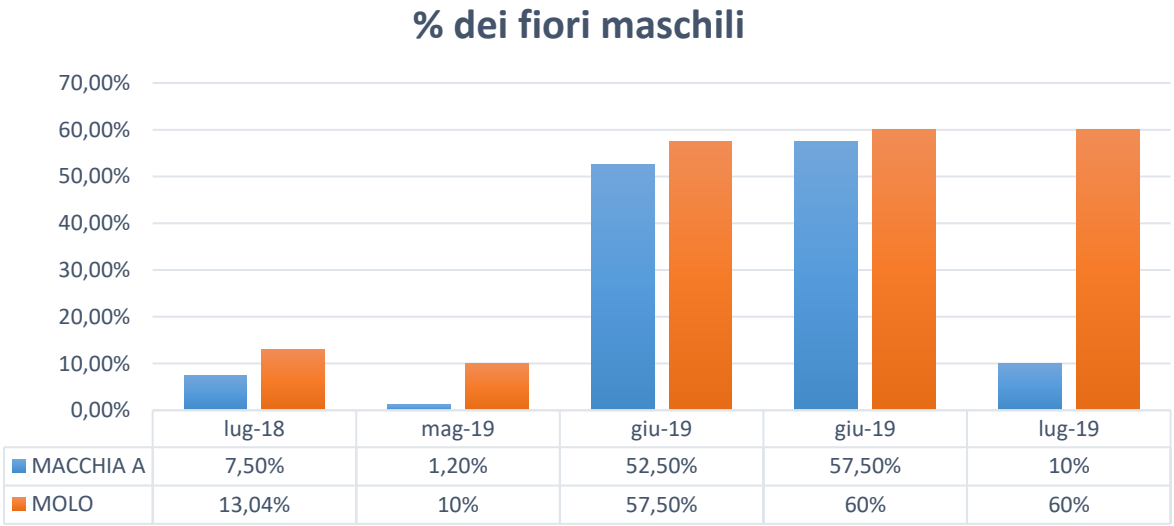


Fig. 30. Confronto dell'andamento del LAI (indice di superficie fogliare) tra Molo e macchia A.



	lug-18	mag-19	giu-19	giu-19	lug-19
MACCHIA A	7,50%	1,20%	52,50%	57,50%	10%
MOLO	13,04%	10%	57,50%	60%	60%

Fig. 31. Confronto della percentuale di fioritura (fiori maschili)) tra Molo e macchia A.

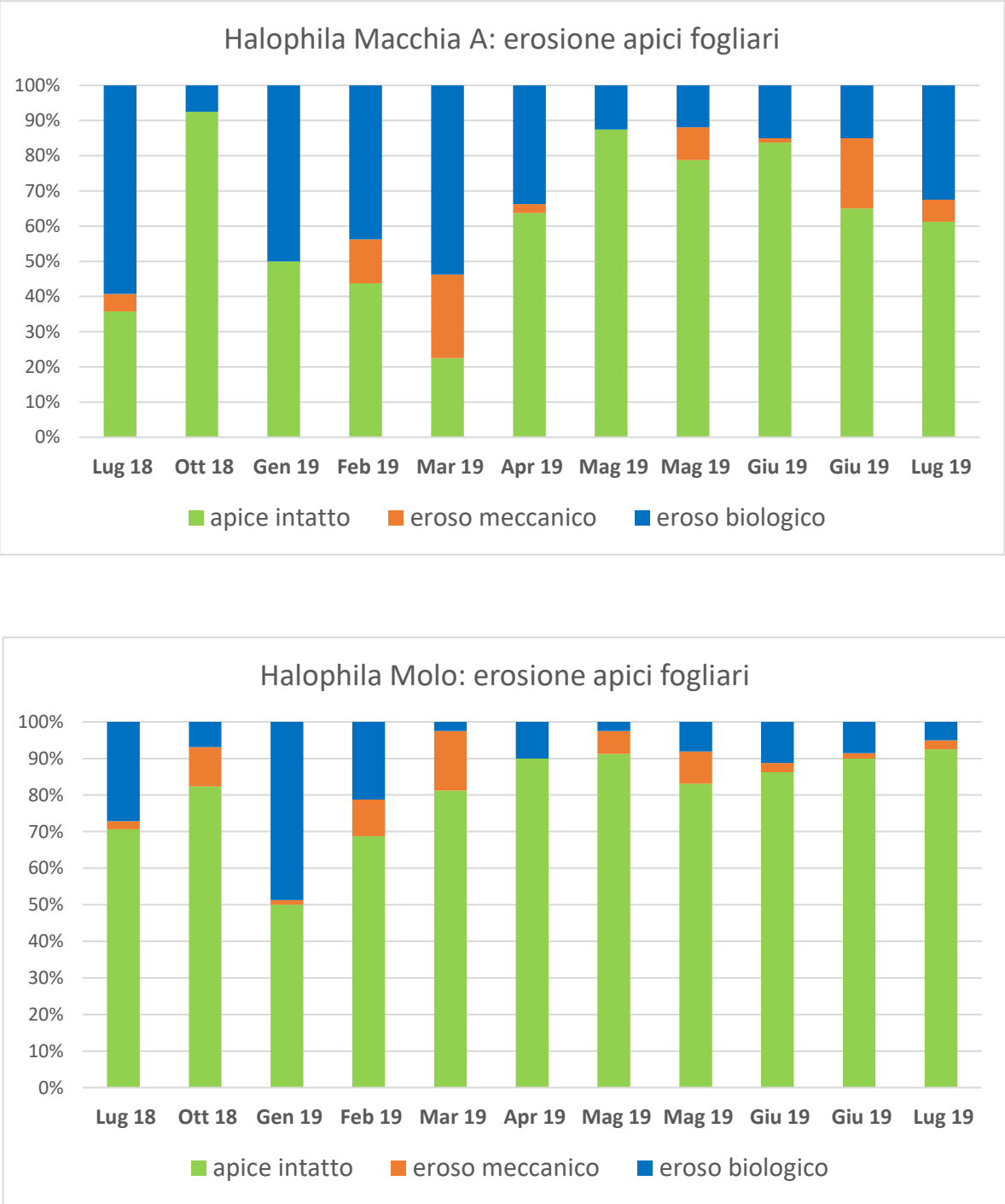


Fig. 32. Confronto dell'andamento del tipo di apici fogliari tra Molo e macchia A.

Capitolo quinto

DISCUSSIONE

L’analisi della distribuzione di *Halophila stipulacea* nel Porto di Palinuro mette in evidenza un insediamento relativamente modesto della pianta, ma non trascurabile, con circa 65 m^2 di fondo colonizzati; che rappresenta un valore elevato ad oggi documentato, anche rispetto alle stime effettuate nel 2007, la prima volta che venne individuata la pianta nella zona, che fecero registrare un massimo di 16 m^2 di estensione (Gambi et al., 2009).
L'estensione limitata e frammentata di *Halophila stipulacea* registrata nel porto di Palinuro ad ottobre 2017, assieme ad una densità dei fasci relativamente modesta (6,200 circa il metro quadro) (Gambi et al., 2018) ha suggerito un evento di colonizzazione recente di questa pianta nell'area, probabilmente a causa di ancoraggi di imbarcazioni da diporto provenienti dall’Arcipelago delle Eolie (Sicilia) la zona più vicina a sud di Palinuro (isole di Vulcano, Salina e Panarea) dove la specie è presente dal 1995 (Procaccini et al., 1999; Gaglioti & Gambi, 2018). La scoperta di ulteriori insediamenti della pianta lungo il Molo (avvenuta a maggio 2018) in cui la superficie ricoperta è di oltre 60 metri quadri e la densità dei fasci supera i 10.000 fasci il metro quadro (oltre 20,000 foglie m^2), suggerisce che tale insediamento, se pur giovane, sia quello originario quando la pianta si è reintrodotta nel porto

di Palinuro, e che da questo siano derivate le macchie più superficiali e frammentate che erano state osservate inizialmente solo davanti la spiaggia e riportate in Gambi et al. (2018). Ricordiamo infatti che l'area del molo è interdetta alla balneazione ed immersione subacquea per ragioni di sicurezza. La presenza proprio nella zona di ormeggio di imbarcazioni da diporto, supporta ancora di più l'ipotesi che la pianta sia stata reintrodotta nell'area dalle imbarcazioni da diporto attraverso ancore e catene. È noto che le ancore possono essere un modo efficace di diffusione di macrofite marine aliene (Boudouresque & Verlaque, 2002). Un vettore di dispersione simile è stato ipotizzato da Lipkin (1975a) per quanto riguarda l'iniziale introduzione di questa specie nel Mediterraneo orientale, in più occasioni o come frammenti presenti negli attrezzi da pesca o attaccati allo scafo delle navi che passano il Canale di Suez.

A questo proposito, vale anche la pena di riferire che un simile meccanismo di introduzione è stato ipotizzato anche per l'insediamento di *H. stipulacea* riportato inizialmente nella zona dei Caraibi (Grenada, West Indies) da Ruiz & Ballantine (2004). Questi autori hanno ipotizzato che poiché non vi è molto traffico sia commerciale che turistico tra Grenada e il Mediterraneo, probabilmente il vettore di introduzione iniziale è stato uno yacht da diporto, e che la specie ha il potenziale per sopravvivere a tale trasferimento

transoceanico. Un'ipotesi simile è stata anche formulata lungo la costa campana di Punta Licosa, non lontano da Palinuro, per l'introduzione di una piccola macchia della macroalga aliena *Caulerpa taxifolia* (Russo et al., 2003). Il traffico dovuto ad imbarcazioni da diporto è abbastanza intenso tra Palinuro, una delle zone turistiche e più attraenti delle coste della Campania e la costa settentrionale della Sicilia (Arcipelago delle Eolie), o la costa tirrenica meridionale della Calabria, dove *H. stipulacea* e *C. taxifolia* sono ben consolidate, rispettivamente.

Per quasi un secolo dopo la sua entrata nel Mar Mediterraneo, *Halophila stipulacea* è rimasta confinata al bacino orientale, conforme a un modello tipico per i migranti lessepsiani: Por (1990) ha definito i limiti geografici all'espansione di Specie del Mar Rosso nel Mediterraneo come "linea Andispara" a nord (Andispara è un'isola dell'Egeo), e recenti scoperte anche lungo la costa dell'Albania (Xhulaj & Kashta, 2007), e lo stretto di Sicilia ad ovest supporterebbero questa ipotesi. Questi confini corrispondono a quello che Bianchi (2007) ha chiamato il '15°C divide' (cioè l'isoterma del minimo di temperature di superficie climatologica, rilevata a febbraio), vista come una barriera fisiologica per lo stabilimento di specie con affinità e origini tropicali nel Mar Mediterraneo. Negli ultimi due decenni, tuttavia, *H. stipulacea* attraversato il divario 15°C e ha iniziato ad andare ad ovest e a nord. Fino ad

oggi il suo insediamento a Vulcano poteva rappresentare un'espansione iniziale verso il bacino occidentale, poiché l'area eoliana è ancora collegata dal punto di vista biogeografico al Mar Ionio (Bianchi, 2004), attraverso lo Stretto di Messina, molto prossimo alle Eolie. Il limite attuale di distribuzione e stabilizzazione della specie a Palinuro fornisce la prova della sua effettiva espansione nel nord-ovest Mediterraneo. Inoltre, vi è una segnalazione aneddotica della specie in una spiaggia del nord della Sardegna (Sabbie Bianche a Santa Teresa di Gallura) (Zupo V., comunicazione personale, riportato in Gambi et al., 2018). Se questa segnalazione dovesse essere verificata, la specie sembra essere in una nuova fase di espansione geografica settentrionale.

L'espansione verso nord di *Halophila stipulacea*, comprese alcune specie autoctone termofile in entrambi bacini orientali e occidentali (Grubelic et al., 2004; Sara et al., 2005), si è verificata esattamente nello stesso periodo di un grande evento climatico che ha sconvolto gli schemi idrologici del Mediterraneo negli anni '80 e '90 (Malanotte-Rizzoli et al., 1999), con effetti drammatici sugli ecosistemi marini (Briand, 2000). Lungo la costa della Campania, dove si trova Palinuro, vari fenomeni ed eventi anomali legati al riscaldamento delle acque superficiali marine sono state documentate da diversi anni (Gambi, 2006; Gambi et al., 2006; Cigliano & Gambi, 2007),

incluso l’aumento della frequenza di molti nativi termofili o di specie introdotte ad affinità tropicale (Dappiano et al., 2002; Dappiano & Gambi, 2004; Gambi et al., 2016, 2018). Qualunque sia il meccanismo specifico di diffusione (abbiamo ipotizzato l’introduzione con il diporto), il rinvenimento di *H. stipulacea* a Palinuro si adatta perfettamente alla cornice di uno scenario ipotizzato da Bianchi (2007) per il cambiamento della biogeografia marina del Mediterraneo di domani: la tradizionale suddivisione riconosciuta tra un bacino occidentale più ricco di specie e un bacino orientale povero di specie, considerato come un eredità delle ondate di colonizzazione quaternaria dall'Atlantico filtrato verso est dallo zoccolo sommerso siculo-tunisino dello Stretto di Sicilia (Bianchi et al., 2002), viene sostituito da un Mar Mediterraneo suddiviso tra una parte meridionale (sub) tropicale ed una a nord caldo-temperata.

Analizzando nel dettaglio la distribuzione della specie e comparando la mappa GIS effettuata a ottobre 2017 con quella di ottobre 2018, e che include gli insediamenti del molo (Fig. 33), si osserva che molte delle macchie presenti di fronte alla spiaggia nell’ottobre 2017 non erano più presenti un anno dopo. In particolare, erano sparite la macchia C, a destra della barriera sommersa, e le macchie E, F e G, a sinistra della barriera (Fig. 8), mentre la macchia A, presentava un insediamento molto prossimo (ma discontinuo), che

è stato indicato come A2 (Fig. 15 e 33). Da ottobre 2018 a luglio 2019 la distribuzione, sia lungo il molo che davanti la spiaggia, non è ulteriormente cambiata da quella riportata in Fig. 15. Queste differenze indicano comunque che davanti alla spiaggia si osserva una maggiore variabilità e dinamicità della colonizzazione della pianta, rispetto al molo, dovuta al fatto che la zona in cui *Halophila* è insediata è meno profonda (massimo 2,5 m) e soggetta ad un disturbo maggiore dovuto a balneazione, calpestio, e azione erosiva maggiore di onde e correnti, risospensione di sedimento ecc. E‘ interessante notare, anche solo in base ad osservazioni qualitative e visuali, che molte sono le specie osservate in associazione con *Halophila*. Nella macchia A queste sono limitate a oloturie e qualche polichete sabellide e tra i pesci solo a giovanili di Salpa, mentre sono più numerose le specie rilevate lungo l'insediamento del Molo, inclusa un'altra specie aliena, *Caulerpa cylindracea*. Flora e fauna associate ad *Halophila* non sono molto studiate in Mediterraneo, ma gli studi indicano un corredo di specie (epifite e mobili) tipico di altre piccole fanerogame (es., *Cymodocea, Zostera*), anche se impoverito rispetto a queste ultime ed a *Posidonia oceanica* (Cancemi et al. 1994; De Rindi et al., 1999; De Martino et al., 2006). D'altronde la presenza della pianta aumenta la complessità strutturale dell'habitat e la disponibilità di substrato in modo notevole. Infatti, i nostri dati di LAI indicano un aumento

di substrato da 1,2 a 3 (1 m^2 di fondo sviluppa da 1,2 a 3 m^2 di superficie fogliare disponibile) nella macchia A, ed un aumento da 3 ad oltre 6 nell'insediamento del Molo, dove le piante sono più dense e più grandi. Altri dati sul LAI sono disponibili per i prati di Vulcano, in cui sono stati rilevati a settembre valori tra 5,06 e 5,99 tra 5 e 25 m di profondità (Procaccini et al., 1999). L'analisi dell'andamento nel tempo dei parametri morfometrici dei fasci, mostra differenze nella densità, taglia dei fasci ed altre caratteristiche delle piante (es., tasso di grazing) tra l'insediamento della macchia A e quello del Molo. Nella macchia A si rileva la presenza di foglie sempre più piccole in tutti i mesi campionati, rispetto a quelle del Molo, pur presentando i siti un solo metro di differenza nella profondità di insediamento delle piante. Anche in questo caso si può ipotizzare un maggior disturbo, e maggiore variabilità ambientale nella zona poco profonda davanti alla spiaggia, rispetto al molo, dovuta alla esposizione maggiore al moto ondoso, e alla maggiore risospensione di sedimento dovuta anche alla profondità limitata (2 m). La presenza nella macchia di un'ampia zona centrale erosa e con attorno rizomi scalzati, e rilevata da aprile 2018 fino alla fine delle nostre osservazioni a luglio 2019, conferma questa ipotesi. Inoltre, come indicato prima, i margini della macchia A (e della adiacente macchia A2) erano caratterizzati da piante

"miniaturizzate" (Fig. 20) che indicano un margine con piante in stolonizzazione e colonizzazione.

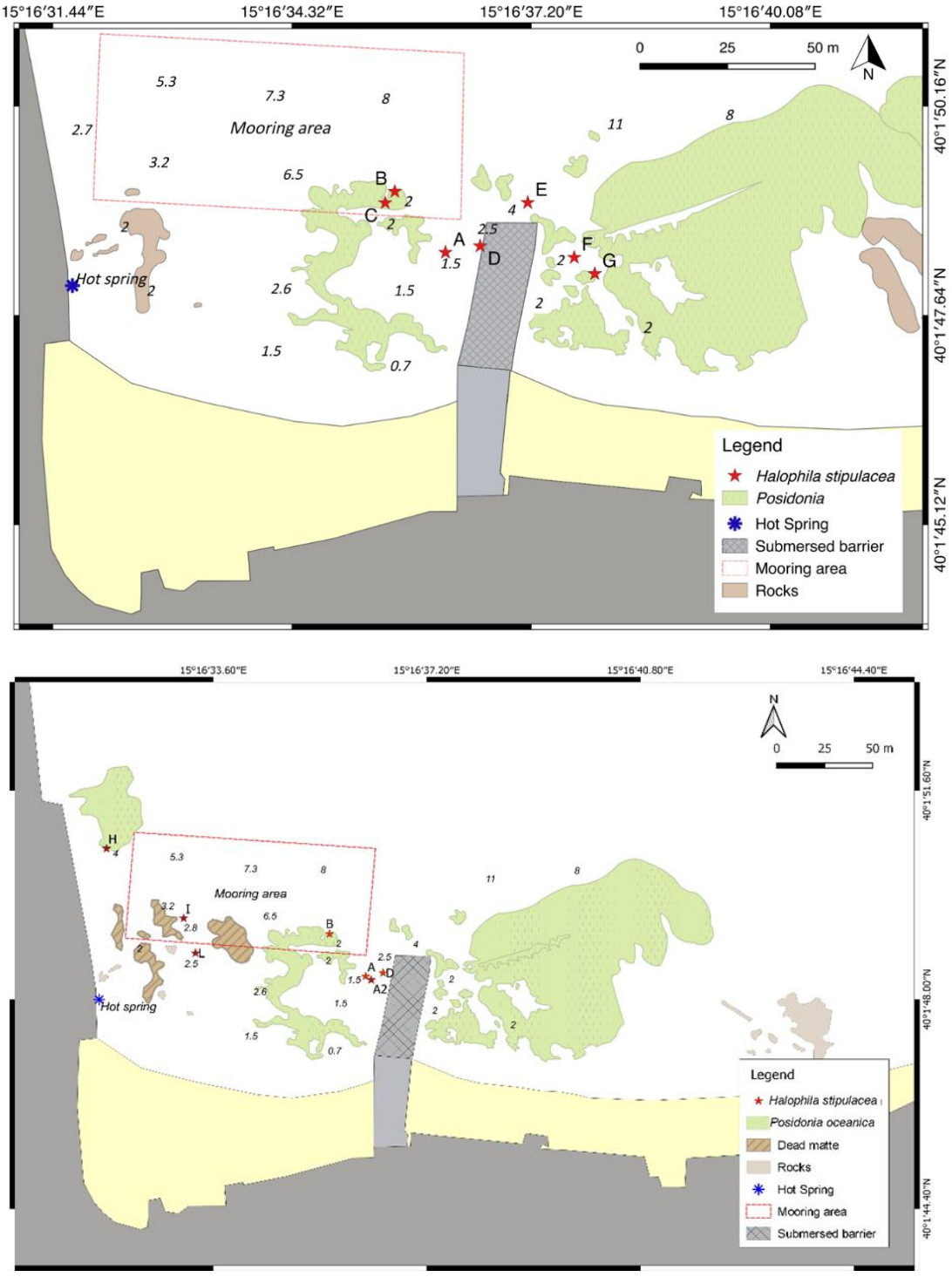


Fig. 33. Mappe GIS di distribuzione di H. stipulacea nel porto di Palinuro a confronto tra ottobre 2017 (sopra) e ottobre 2018 (sotto). Si noti la differenza tra le macchie rilevate davanti alla spiaggia tra i due periodi.

Per quanto riguarda la tipologia di insediamento anche le nuove macchie di *H. stipulacea* rilevate lungo il molo del porto di Palinuro, durante lo svolgimento di questa tesi, sono state osservate solo all'interno della matte morta di Posidonia e con presenza di molto detrito fogliare, che suggerisce che questa specie ha bisogno di un certo grado di materia organica e detrito per attecchire. Inoltre, la matte morta rappresenta un substrato degradato e a bassa competizione, habitat dove generalmente altre macrofite a rapida crescita, come ad esempio *Cymodocea nodosa, Zostera noltei* o macroalghe invasive, es *Caulerpa* spp. si stabilizzano preferenzialmente (Montefalcone et al., 2007). Le densità medie di fasci a Palinuro (sia macchia A che Molo) sono superiori a quelle osservate a Vulcano, dove la densità variava tra 13.000 e 15.000 foglie m^2, cioè con valori di densità dei fasci tra 6,500 e 7,500 (essendo ogni fascio composto da due foglie) a profondità da 5 a 25 m (Procaccini et al., 1999), mentre sono inferiori a quanto rilevato a Giardini Naxos (Sicilia orientale), dove la densità a 4 m di profondità superava 19.000 fasci m^2 (Cancemi et al., 1994). Questo fatto può ulteriormente supportare l'ipotesi che a Palinuro si tratti sia di una colonizzazione recente, sia di una zona limite per lo sviluppo ottimale di questa pianta termofila tropicale.
Le caratteristiche morfologiche delle piante (numero di foglie, lunghezza delle foglie e larghezza) erano anche comparabili, almeno in alcune stagioni

con i dati rilevati a Vulcano, dove i dati di settembre (1997) sono comparabili, nella zona dei 5 m di profondità con i nostri; mentre le piante rilevate a Giardini Naxos presentavano dimensioni inferiori (Procaccini et al., 1999; Cancemi et al., 1994). Tuttavia, le piante di Naxos presentavano 3 foglie a fascio, mentre le nostre soltanto due foglie/fascio in tutti gli anni e mesi considerati, ed anche nel periodo precedente quando *Halophila stipulacea* è rilevata presso il porto di Palinuro (Gambi et al., 2009; 2018). Piante di dimensioni maggiori rispetto a Palinuro sono state osservate a Panarea dove la specie è stata censita a 10-11 m di profondità in un sistema idrotermale caratterizzato da emissioni fluide calde (Gaglioti & Gambi, 2018), anche in questo caso su matte morta di Posidonia, e mescolata ad altre due macrofite aliene: *Caulerpa cylindracea* e *Caulerpa distichophylla*. Queste osservazioni sono coerenti con altri studi che indicano un aumento delle dimensioni della pianta in rapporto alla profondità (Procaccini et al., 1999). I dati di variazione della fenologia della pianta nel tempo è la prima volta che vengono studiati nell'arco di un intero anno e non vi sono quindi altri lavori di comparazione. Pur considerando la notevole variabilità ed anche il turnover relativamente veloce di produzione delle foglie in *Halophila*, possiamo rilavare come le dimensioni maggiori delle piante si osservano nella macchia A da ottobre a gennaio e lungo il Molo da settembre/ottobre a marzo.

Nel periodo primaverile estivo in cui la pianta deve investire energie nella riproduzione sessuata (i fiori compaio da metà maggio e fino a fine luglio), le dimensioni delle foglie sono inferiori in entrambi i siti studiati. Anche in questo caso le differenze tra siti possono essere dovute ad una maggiore dinamicità della macchia A, rispetto al Molo dove l'insediamento è più riparato, un po' più profondo e meno soggetto a disturbo idrodinamico invernale. Il periodo di produzione dei fiori (solo maschili) è simile tra i due siti studiati, e concentrato tra metà maggio e luglio, tuttavia, la frequenza dei fiori è sempre più elevata nell'insediamento del Molo che nella macchia A, ad eccezione del mese di giugno in cui l'indice di fioritura è elevato in entrambi i siti (Fig. 31). Tale differenza potrebbe essere collegata sia con la maggiore "anzianità" dell'insediamento del Molo, più stabilizzato e denso, che alla maggiore profondità e minore disturbo a cui le piante lungo il molo sono soggette. Il mese di giugno rappresenta comunque il periodo di maggior sviluppo e quindi ottimale per la fioritura di entrambi gli insediamenti nel porto di Palinuro. Un recente studio indica che la stagione della fioritura inizia più tardi e/o dura più a lungo nel Mediterraneo che nella zona nativa della pianta in Mar Rosso (Malm, 2006; Nguyen et al., 2018). Tuttavia, i dati sono ancora scarsi ed indicano un notevole variabilità anche a piccola-media scala spaziale nella presenza dei fiori e nella sex-ratio (Nguyen et al., 2018).

Nelle aree native la fioritura inizia a maggio e termina ad ottobre, mentre a Palinuro abbiamo osservato un inizio a metà maggio e la diminuzione e scomparsa dei fiori a fine luglio. Tuttavia, Cancemi et al. (1994) osservano a Giardini Naxos fiori (solo maschili) in uno stadio precoce di sviluppo (quindi con antere ancora chiuse) proprio a luglio, ed anche Procaccini et al. (1999) a Vulcano rilevano ancora ad ottobre la presenza di fiori, scarsa nel prato a 5 m e più abbondante nello stand a 10 e 25 m. A Cipro, la presenza di fiori (anche femminili) è rilevata fino ad ottobre (Nguyen et al., 2018). È quindi possibile che il periodo di presenza dei fiori, più esteso nelle zone più meridionali del Mediterraneo e del Tirreno per quanto riguarda la costa Italiana, sia in relazione con la temperatura, e che nel sito di Palinuro, che si trova ai limiti settentrionali di distribuzione della specie, la produzione di fiori non vada oltre il mese di luglio. La presenza di soli fiori maschili è quasi la regola in Mediterraneo, questo suggerisce l'ipotesi dell'introduzione di sole piante maschili, o la difficoltà dei fiori femminili di svilupparsi nelle condizioni ambientali mediterranee. Quindi, la principale via di propagazione della specie rimane al momento la frammentazione e stolonizzazione vegetativa, soprattutto nelle aree più settentrionali dell’areale di distribuzione. I frutti sono stati segnalati nel Mediterraneo solo tre volte (Lipkin, 1975a, Gerakaris & Tsiamis, 2015; Nguyen et al., 2018). Poco si sa sulla riproduzione sessuale

di popolazioni invasive di *H. stipulacea* nel Mar dei Caraibi al di là di un singolo rapporto sulla presenza di fiori maschili solo in una località (Vera et al., 2014). Quindi anche per il Mare dei Caraibi viene ipotizzata una espansione e colonizzazione per sola via asessuale e stolonizzazione a partire da piante (a quanto pare solo maschili).

Interessante è anche l'attività di grazing sulle foglie da parte molto probabilmente di *Sarpa salpa* (salpa), già documentata in Gambi et al. (2018), e che in questa tesi si dimostra essere un fenomeno presente durante tutto l'anno, se pur con una notevole variabilità sul tasso di incidenza e tra i due siti studiati. Il grazing presenta infatti valori percentuali con un andamento irregolare in entrambi i siti ma è risultato sempre maggiore nella macchia A, rispetto alle piante del Molo. Innanzi tutto, l'osservazione diretta in almeno tre occasioni durante le fasi di campionamento di banchi di salpe giovanili che brucavano sulle foglie, dimostra che siano i giovanili di questa specie a lasciare le morsicature osservate nelle foglie, che infatti presentano la tipica forma a mezzaluna caratteristica di questa specie, e che i giovanili riscono ad utilizzare essendo le foglie di questa pianta più tenere e palatabili rispetto a Posidonia. È ipotizzabile che l'attività di pascolo delle salpe giovanili sia più intenso nella macchia A dovuto alla profondità minore dove in genere i giovanili e sub-adulti di questa specie si foraggiano in modo preferenziale ed

hanno una dieta composta da macroalghe, mentre aumentando la taglia la specie consuma in modo preponderante tessuti di Posidonia, che rappresenta l'habitat di elezione di salpa (Havelange et al., 2013; Steele et al., 2014). Una notevole incidenza del fenomeno di grazing si rileva anche in inverno, ed anche lungo l'insediamento del Molo, indicando che in questo periodo che coincide con la quasi totale assenza di flora epifita su Posidonia, salpa trovi una possibile risorsa anche per sub-adulti ed adulti della specie. Questa tesi conferma comunque che il fenomeno del grazing da parte di specie native su una specie aliena è in siti diversi, esteso tutto l'anno e non occasionale. Anche *Halophila* introdotta ai Caraibi è utilizzata troficamente da specie native, come dimostrato da uno studio in cui la tartaruga marina locale, *Chelonia mydas*, che in genere consuma i tessuti delle fanerogame native *Siringodium filiforme* e *Thalassia testudinum*, attinge anche ai tessuti di *Halophila* (Becking et al., 2014); tuttavia, questi stessi autori indicano che questa osservazione non sorprende in quanto *Chelonia mydas* si nutre di *Halophila* in altre parti del range originale di entrambe le specie che sono Indo-Pacifiche. Ad oggi nei vasti insediamenti di *Halophila* nei Caraibi nessun pesce è stato osservato brucare sulle foglie.

Capitolo sesto

CONCLUSIONI

I risultati e le considerazioni ottenute durante questo lavoro di tesi possono essere sintetizzati e riassunti nei seguenti punti:

- *Halophila stipulacea* nel porto di Palinuro rappresenta ancora adesso il sito più settentrionale di distribuzione di questa specie aliena tropicale nel bacino occidentale del Mediterraneo. La specie sembra ben stabilita nella zona dove è presente anche se in modo discontinuo dal 2006.
- La specie colonizza attualmente (giugno 2018-luglio 2019) oltre 65 m^2 di substrato, suddivisa in macchie discontinue di grandezza variabile. L'insediamento più cospicuo è lungo il molo del porto, mentre una macchia cospicua (macchia A: 3,5 m^2) è presente di fronte la spiaggia. In tutte le macchie riscontrate la pianta è sempre radicata su matte morta di *Posidonia oceanica*.
- Diverse specie megabentoniche e di pesci sono state documentate in associazione con *Halophila*, indicando che la presenza della fanerogama marina possa favorire in qualche misura la diversità ed eterogeneità e complessità dell'habitat soprattutto rispetto alla matte morta di Posidonia dove è insediata.

- La specie mostra in entrambi i siti studiati (macchia A e Molo) una variazione della fenologia (lunghezza-larghezza foglie) nel tempo con massimi autunnali-invernali e minimi estivi. Questi sono i primi dati di osservazioni fenologiche sulla pianta su base annuale.
- Le piante della macchia A mostrano una variabilità maggiore ed un andamento temporale più irregolare della morfologia e fasci/foglie sempre più piccoli (più corti e stretti) rispetto all'insediamento del Molo, a causa probabilmente delle maggiori condizioni di disturbo della zona ed alla minore profondità (2 m).
- La pianta aumenta la disponibilità di substrato (LAI) di un fattore da 1,2 a 3 nella macchia A; e da 3 a 6,5 nell'insediamento lungo il molo, caratterizzato da densità maggiore dei fasci e maggiori dimensioni delle piante.
- Il periodo di insorgenza dei fiori, solo maschili, è tra metà maggio e fine luglio in entrambi i siti studiati; ma con frequenze percentuali maggiori nell'insediamento lungo il Molo.
- Le piante presentano in entrambi i siti ed in tutti i mesi studiati tracce di grazing da parte di giovanili del pesce nativo *Sarpa salpa*, che è stato osservato anche in tre occasioni brucare all'interno del prato di *Halophila*. Questa osservazione dimostra l'utilizzo alimentare di questa

pianta aliena da parte di una specie autoctona. Se pure l'incidenza del grazing risulta irregolare nel tempo, è sempre maggiore nella macchia A, rispetto all'insediamento del Molo.

- Le differenze riscontrate nella presenza e frequenza dei fiori (maschili) con altre zone del Mediterraneo e con le zone native, sono da imputarsi molto probabailmente alla temperatura, essendo l'insediamento di Palinuro il più settentrionale ad oggi documentato per il Mediterraneo.

Capitolo settimo

BIBLIOGRAFIA

Acunto S, Maltagliati F, Rindi F, Rossi F, Cinelli F, Lardicci C (1997) Indagine su una prateria di *Halophila stipulacea* (Forssk.) Aschers. (Hydrocharitaceae) dell'Isola di Vulcano. In: Piccazzo Ed. *Proceedings 12° Congress Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia. Genova Lang*: 51-60.

Alongi G, Cormaci M, Pizzuto F (1992) La macroflora epifita delle foglie di *Halophila stipulacea* (Forssk.) Aschers. del porto di Catania. *Supplemento Notiziario S.I.B.M.* 1: 287–288.

Alvisi M, Barbieri F, Colantoni P (1994) Le grotte marine di Capo Palinuro. *Memorie Istituto Italiano di Speleologia* 6: 143–181.

Anil AC, Venkat K, Sawant SS, Dileepkumar M, Dhargalkar VK, Ramaiah N, Harkantra SN, Ansari ZA (2002) Marine bioinvasion: concern for ecology and shipping *Current Science* 83 (3): 214-218.

Beer S, Waisel Y (1981) Effects of light and pressure on photosynthesis in two seagrasses. *Aquatic Botany* 13: 331–337.

Becking LE, van Bussel TCJM, Debrot AO, Christiansen MJA (2014) First record of a Caribbean green turtle (*Chelonia mydas*) grazing on invasive

seagrass (*Halophila stipulacea*). *Caribbean Journal of Science* 48(2-3): 162-163.

Bianchi CN (1997) Climate change and biological response in the marine benthos. *Atti Congresso Società Italiana di Oceanologia e Limnologia* 12: 3–20.

Bianchi CN (2004) Proposta di suddivisione dei mari italiani in settori biogeografici. *Notiziario S.I.B.M.* 46: 57–59.

Bianchi CN (2007) Biodiversity issues for the forthcoming tropical Mediterranean Sea. *Hydrobiologia* 580: 7–21.

Bianchi CN, Morri C (2000) Marine biodiversity of the Mediterranean Sea: situation, problems and prospects for future research. *Marine Pollution Bulletin* 40: 367–376.

Bianchi CN, Morri C (2003) Global sea warming and "tropicalization" of the Mediterranean Sea: biogeographic and ecological aspects. *Biogeographia* 24: 319–327.

Bianchi CN, Morri C (2004) Climate change and biological response in Mediterranean Sea ecosystems – a need for broad-scale and long-term research. *Ocean Challenge* 13: 32–36.

Bianchi CN, Boero F, Fraschetti S, Morri C (2002) La fauna del Mediterraneo. In Argano R. et al. (Eds) *La fauna in Italia*.Touring Club Italiano Milano: 247-335.

Biliotti M, Abdelahad N (1990) *Halophila stipulacea* (Forssk.) Aschers. (Hydrocharitaceae): espèce nouvelle pour l'Italie. *Posidonia Newsletter* 3(2): 23-26.

Boudouresque C-F, Meinesz A (1982) Decouverte de l'herbier de Posidonie. *Parc National de Port-Cros, Cahier* 4: 1-80.

Boudouresque C-F, Verlaque M (2002) Assessing scale and impact of ship-transported alien macrophytes in the Mediterranean Sea. In Briand, F. (ed.) *Alien marine organisms introduced by ships in the Mediterranean and Black Seas*. *CIESM, Monaco, Workshop Monographs* no. 20: 53–61.

Briand F (Ed.) (2000) The Eastern Mediterranean climatic transient, its origin, evolution and impact on the ecosystem. *CIESM, Monaco, Workshop Series* no. 10: 86 pp.

Buia MC, Gambi MC, Dappiano M (2004) The seagrass systems. In: Gambi MC, Dappiano M (Eds). Mediterranean marine benthos: a manual of methods for its sampling and study. *Biologia Marina Mediterranea*, 11 (Suppl. 1): 133-184.

Calvo S, Tomasello A, Di Maida G, Pirrotta M, Buia MC, Cinelli F, Cormaci M, Furnari G, Giaccone G, Luzzu F, Mazzola A, Orestano C, Procaccini G, Sarà G, Scannavino A, Vizzini S (2010) Seagrass along the Sicilian coasts. *Chemistry and Ecology* 26 (1): 249-266.

Cancemi G, Terlizzi A, Scipione MB, Mazzella L (1994) II prato ad *Halophila stipulacea* (Forssk.) Aschers. di Giardini Naxos (Sicilia): caratteristiche della pianta e del popolamento a fauna vagile. *Biologia Marina Mediterranea* 1: 401–402.

Caronni S, Calabretti C, Delaria MA, Bernardi G, Navono A, Occhipinti-Ambrogi A, Panzalis P, Ceccherelli G (2015) Consumer depletion alters seagrass resistance to an invasive macroalga. *Plos One* 10(2): e0115858.

Cigliano M, Gambi MC (2007) The long hot summer. A further mortality event of gorgonians along the Phlaegrean islands (Tyrrhenian Sea). *Biologia Marina Mediterranea* 14: 138-139.

Cohen AN, Carlton JT (1998) Accelerating invasion rate in ahighly invaded estuary. *Science* 279: 555-558.

Coppejans E, Beeckman H, Wit MD (1992) The seagrass and associated macro-algal vegetation of Gazi Bay (Kenya). *Hydrobiologia* 247: 59–75.

Curiel D, Bellemo G, Marzocchi M, Scattolin M, Parisi G (1998) Distribution of introduced Japanese macroalgae *Undaria pinnatifida, Sargassum*

muticum (Phaeophyta) and *Antithamnion pectinatum* (Rhodophyta) in the Lagoon of Venice. *Hydrobiologia* 385: 17-22.

Dando PR, Stüben D, Varnavas SP (1999) Hydrothermalism in the Mediterranean Sea. *Oceanography* 44: 333-367.

Dappiano M, Gambi MC (2004) New data on occurrence of themophile scleractinia (Cnidaria, Anthozoa) in the Phlaegrean islands (Ischia, Procida, Vivara, Gulf of Naples), with special attention to *Astroides calycularis*. In Marine Biogeography of the Mediterranean Sea: patterns and dynamics of biodiversity. Part II. *Biogeographia* 25: 31-46.

Dappiano M., Iacono B. and Gambi M.C. (2002) Biocoenotic characterization and new records of benthic organisms in the Phlaegrean islands (Ischia, Procida and Vivara, Gulf of Naples) by means of visual census. *Biologia Marina Mediterranea* 9: 518-524.

De Biasi AM, Aliani S (2003) Shallow water hydrothermal vents in the Mediterranean Sea: stepping stones for Lessepsian migration? *Hydrobiologia* 502: 37-44.

De Brot AO, van Buurt G, Vermeij MJA (2011) Preliminary overview of the exotic and invasive marine species in the Dutch Caribbean. Report C188/11, IMARES, Wageningen, The Netherlands: 31 pp.

Den Hartog C (1970) The Seagrasses of the World. Amsterdam: North Holland Publishing Co: 275 pp.

Den Hartog C (1977) Structure, function, and classification in sea grass communities. In McRoy, C.P. and Helferich, C. (eds) *Sea-grass ecosystems. A scientific perspective*. London: M. Dekker Inc.: 89–122.

Di Martino V, Stancannelli B, Molinari A (2007) Fish community associated with *Halophila stipulacea* meadow in the Mediterranean Sea. *Biologia Marina Mediterranea* 7 (1): 677-679.

Dittel AI, Epifanio CE (2009) Invasion biology of the Chinese mitten crab *Eriocheir sinsensis*: a brief review. *Journal Experimental Marine Biology Ecology* 374: 79-92.

Edgar GJ, Shaw C (1995) The production and trophic ecology of shallow-water fish assemblages in southern Australia III. General relationships between sediment, seagrasses, invertebrate and fishes. *Journal Experimental Marine Biology Ecology* 194: 107-131.

El Shaffai A (2011) A Field Guide to Seagrasses of the Red Sea. Gland: IUCN Press and Courbevoie.

Forti A (1927) La propagazione dell'*Halophila stipulacea* (Forssk.) Aschers. anche nel Mediterraneo. *Nuovo Giornale Botanico Italiano n.s*. 34: 714-716.

Fritsch C (1895) Über die Auffindung einer marinen Hydrocharidae im Mittelmeer. *Verhandlungen der Zoologisch Botanischen gesamten Wien* 45: 104–106.

Galil BS (2009) Taking stock: inventory of alien speciesin theMediterranean sea. *Biological Invasions* 11: 359–372.

Gambi MC, Cigliano M, Iacono B (2006) Segnalazione di un evento di mortalita` di gorgonacei lungo le coste delle isole di Ischia e Procida (Golfo di Napoli, Tirreno). *Biologia Marina Mediterranea* 13: 583–587.

Gambi MC, Barbieri F (2013) Regression of *Halophila stipulacea* (Forssk.) Aschers. (Hydrocharitaceae) in the Harbor of Palinuro (Salerno, Italy). *Biologia Marina Mediterranea*, 20(1): 134-135.

Gambi MC, Barbieri F, Bianchi CN (2009) New record of the alien seagrass *Halophila stipulacea* (Hydrocharitaceae) in the Western Mediterranean: a further clue to changing Mediterranean Sea biogeography. *Marine Biodiversity Records* 2: e84: 1-7.

Gambi MC, Gaglioti M, Barbieri F (2018) Sometimes they come back: the recolonization of the aliene seagrass *Halophila stipulacea* (Forssk.) Aschers, 1867 (Hydrocharitaceae) in the Palinuro harbor (Tyrrhenian Sea, Italy). *BioInvasions Records* 7(3): 215-221.

Gaglioti M, Gambi MC (2018) The natural laboratory of the CO_2 vents off Panarea (Aeolian Islands, Italy): a special ecological setting and a further stepping stone for some alien macrophytes., *Notiziario S.I.B.M.* 74: 111-117 (www.sibm.it).

Gerakaris V, Tsiamis K (2015) Sexual reproduction of the Lessepsian seagrass *Halophila stipulacea* in the Mediterranean Sea. *Botanica Marina* 58: 51–53.

Grubelic´ I, Antolic´ B, Despalatovic´ M, Grbec B, Paklar GB (2004) Effect of climatic fluctuations on the distribution of warmwater coral *Astroides calycularis* in the Adriatic Sea: new records and review. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 84: 599–602.

Harrison PG, Bigley RE (1982) The recent introduction of the seagrass *Zostera japonica* Aschers & Graebn. to the Pacific Coast of North America. *Canadian Journal Fisheries Aquatic Sciences* 39: 1642-164.

Havelange S, Lepoint G, Dauby P, Bouquegneau JM (1997) Feeding of the sparid fish *Sarpa salpa* in a seagrass ecosystem: diet and carbon flux. *Marine Ecology* 18(4): 289-297

Hulings NC (1979. The ecology, biometry and biomass of the seagrass *Halophila stipulacea* along the Jordanian coast of the Gulf of Aqaba. *Botanica Marina* 22: 425-430.

Issel R (1928) Cenni sui risultati ottenuti dalla Missione Zoologica nel Dodecaneso (1926) per quanto concerne la fauna e la flora marine, con alcune osservazioni generali. *Archivio Zoologico Italiano* 12: 259-271.

Kashta L, Pizzuto F (1995) Sulla presenza di *Halophila stipulacea* (Forsskal) Ascherson (Hydrocharitales, Hydrocharitaceae) nelle coste dell'Albania. *Bollettino Accademia Gioenia di Scienze Naturali, Catania* 28(349): 161–166.

Kuo J, den Hartog C (2001) Sea grass taxonomy and identification key. In: Short FT and Coles RG (Eds) *Global seagrass methods*. Amsterdam: Elsevier Sciences B.V.: 31–58.

Lanfranco E (1970) The occurrence of *Halophila stipulacea* (Forsskal) Ascherson (Family: Hydrocharitaceae) in Maltese waters. *Maltese Naturalist* 1: 16–17.

Larkum AWD, den Hartog C (1989) Evolution and biogeography of sea grasses. In Larkum, AWD et al. (Eds) *Biology of seagrasses*. Amsterdam: Elsevier: 112–156.

Lipkin Y (1975a) *Halophila stipulacea*, a review of a successful immigration. *Aquatic Botany* 1: 203-215.

Lipkin Y (1975b) *Halophila stipulacea* in Cyprus and Rhodes, 1967–1970. *Aquatic Botany* 1: 309-320.

Lipkin Y (1979) Quantitative aspects of seagrass communities particularly those dominated by *Halophila stipulacea*, in Sinai (northern Red Sea). *Aquatic Botany* 7: 119–128.

Lipkin Y, Beer S, Zakai D (2003) The seagrasses of the Eastern Mediterranean and the Red Sea. In Green, E.P. and Short, F.T.(eds) *World Atlas of Seagrasses*. UNEP World Conservation UK: 65–73.

Longo C, Mastrototaro F, Corriero G (2007) Occurrence of *Paraleucilla magna* (Porifera: Calcarea) in the Mediterranean Sea. *Journal Marine Biological Association UK* 87:1749–1755.

Malm T (2006) Reproduction and recruitment of the seagrass *Halophila stipulacea*. *Aquatic Botany* 85: 345–349.

Marbà N. Duarte CM (1998) Rhizome elongation and seagrass clonal growth. *Marine Ecology Progress Series* 174: 269-280.

Marbà N, Duarte CM (2010) Mediterranean warming triggers seagrass (*Posidonia oceanica*) shoot mortality. *Global Change Biology* 16: 2366-2375.

Mazzella L, Scipione MB., Gambi MC, Buia MC, Lorenti M, Zupo V, Cancemi G (1993) The Mediterranean seagrasses *Posidonia oceanica* and *Cydomocea nodosa*. A comparative overview. *I n*: First International Conference on the Mediterranean Coastal Environment. MEDCOAST 93, Antalya (Turkey) (Ozhan E., Ed.): 103-116.

Mejia AY, Rotini A, Lacasella F, Bookman R,Thaller MC, Winters G et al. (2016). Assessing the ecological status of seagrasses using morphology, biochemical descriptors and microbial community analyses. Astudy in *Halophila stipulacea* meadows in the northern Red Sea. *Ecological Indicators* 60: 1150-1163.

Mistri M (2003) The non-indigenous mussel *Musculista senhousia in* an Adriatic lagoon: effects on benthic community over a ten year period. *Journal Marine Biological Association UK* 83: 1277–1278.

Montefalcone M, Morri C, Peirano A, Albertelli G, Bianchi CN (2007) Substitution and phase shift within the *Posidonia oceanica* seagrass meadows of NW Mediterranean Sea. *Estuarine Coastal Shelf Science* 75: 63-71.

Montefalcone M, Albertelli G, Morri C, Bianchi CN (2010) Patterns of wide-scale substitution within meadows of the seagrass *Posidonia oceanica* in

NW Mediterranean Sea: invaders are stronger than natives. *Aquatic Conservation, Marine Freshwater Ecosystems* 20: 507-515.

Nguyen HM, Kleitou P, D. Kletou D, Sapir Y, Winters G (2018) Differences in flowering sex ratios between native and invasive populations of the seagrass *Halophila stipulacea*. *Botanica Marina* 61: 337-342.

Occhipinti-Ambrogi A (2002) Current status of aquatic intro-ductions in Italy. In: Leppakoski E, Gollasch S, Olenin S(eds) Invasive Aquatic species of Europe. Distribution impacts and management. Kluwer, Dordrecht: 311-324.

Occhipinti-Ambrogi A, Savini D (2003) Biological invasionsas a component of global change in stressed marine eco-systems. *Marine Pollution Bulletin* 46: 542–551.

Occhipinti-Ambrogi A (2007) National report, Italy. In: ICES-WGITMO Report of the Working Group on Introductionsand Transfers of Marine Organisms, Dubrovnik: 75-83. http://www.ices.dk/reports/ACOM/2007/WGITMO/ WGITMO07.pdf .

Occhipinti-Ambrogi A, Galil B (2010) Marine alien species asan aspect of global change. *Advances in Oceanography and Limnology* 1: 199-218.

Occhipinti-Ambrogi A, Marchini A, Cantone G, Castelli A, Chimenz C, Cormaci M, Froglia C, Furnari G, Gambi MC, Giaccone G, Giangrande A,

Gravili C, Mastrototaro F, Mazziotti C, Orsi-Relini L, Piraino S (2011) Alien species along the Italian coasts: an overview. *Biological Invasions* 13: 215-237.

Pereg LL, Lipkin Y, Sar N (1994) Different niches of the *Halophila stipulacea* seagrass bed harbor distinct populations of nitrogen fixing bacteria. *Marine Biology* 119: 327-333.

Peres JM, Picard J (1958) Recherches sur les peuplements benthiques de la Mediterranée nord-orientale. *Annales de l'Institute Océanographique, Paris* 34: 213-291.

Pergent G, Pergent-Martini C (1988) Phènologie de *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile dans le bassin méditerranée. *Annales Institute Océanographique* 64(2): 9-100.

Pergent G, Pergent-Martini C, Boudouresque C-F (1995) Utilisation de l'herbier a` *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualite´ du milieu littoral en Méditerranée: Etat de connaissances. *Mésogée* 54: 3–29.

Piazzi L, Balestri E, Cinelli F (2000) Grazing of inflorescences of the seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Botanica Marina* 43: 581-584.

Piazzi L, Balata D (2009) Invasions of alien macroalgae in different Mediterranean habitats. *Biological Invasions* 11(2): 193-204.

Por FD (1971) One hundred years of Suez Canal - a century of Lessepsian migration: retrospect and viewpoints. *Systematic Zoology* 10: 138-159.

Por FD (1990) Lessepsian migration: an appraisal and new data. *Bulletin de l'Institute Océanographique de Monaco n.s.* 7: 1–10.

Procaccini G, Acunto S, Famà P, Maltagliati F (1999) Structural, morphological and genetic variability in *Halophila stipulacea* (Hydrocharitaceae) populations of the Western Mediterranean. *Marine Biology* 135: 181-189.

Procaccini G, Buia MC, Gambi MC, Perez M, Pergent G, Pergent-Martini C, Romero J (2003) The seagrasses of the Western Mediterranean. In Green, E.P. and Short, F.T. (eds) *World Atlas of Seagrasses*. UNEP World Conservation UK: 48–58.

Rindi F, Maltagliati F, Rossi F, Acunto S, Cinelli F (1999) Algal flora associated with a *Halophila stipulacea* (Forsskal) Ascherson (Hydrocharitaceae, Helobiae) stand in the western Mediterranean. *Oceanologica Acta* 22 (4): 421-429.

Rotini A, Mejia AY, Costa R, Migliore L, Winters G (2017) Ecophysiological Plasticity and Bacteriome Shift in the Seagrass *Halophila stipulacea* along a Depth Gradient in the Northern Red Sea. *Froniers in Plant Science* **7**: 36.

Ruiz H, Ballantine DL (2004) Occurrence of the seagrass *Halophila stipulacea* in the tropical west Atlantic. *Bulletin of Marine Science*75: 131-135.

Russo GF, Balzano R, Carrada GC (2003) Prima segnalazione di *Caulerpa taxifolia* ed ulteriori notizie sulla distribuzione di *Caulerpa racemosa* per le coste della Campania (Tirreno Centrale). *Biologia Marina Mediterranea* 10: 608-610.

Sara G, Bianchi CN, Morri C (2005) Mating behaviour of the newly-established ornate wrasse *Thalassoma pavo* (Osteichthyes, Labridae) in the Ligurian Sea (north western Mediterranean). *Journal of the Marine Biological Association UK* 85: 191-196.

Schwarz AM, Hellblom F (2002) The photosynthetic light response of *Halophila stipulacea* growing along a depth gradient in the Gulf of Aqaba, the Red Sea. *Aquatic Botany* 74: 263-272.

Sghaier YR, Zakhama-Sraieb R, Benamer I, Charfi-Cheikhrouha F (2011) Occurrence of the seagrass *Halophila stipulacea* (Hydrocharitaceae) in the southern Mediterranean. *Botanica Marina* 54: 575-582.

Sharon Y, Silva J, Santos R, Runcie JW, Chernihovsky M, Beer S (2009) Photosynthetic responses of *Halophila stipulacea* to a light gradient. II. Acclimations following transplantation. *Aquatic Biology* 7: 153-157.

Sharon Y, Levitan O, Spungin D, Berman-Frank I, Beer S (2011) Photoacclimationoftheseagrass *Halophilastipulacea* to thedimirradianceat its 48-meterdepthlimit. *Limnology & Oceanography* 56: 357–362.

Smulders FOH, Vonk AJ, Engel MS, Christianen MJA (2017) Expansion and fragment settlement of the non-native seagrass Halophila stipulacea in a Caribbean bay. *Marine Biology Research* 13: 967-974.

Steele L, Darnell KM, Cebrian J, Sanchez-Lizaso JL (2014) *Sarpa salpa* herbivory on shallow reef *Posidonia oceanica* beds. *Animal Biodiversity and Conservation*, 37(1): 49-57.

Steiner SCC, Willette DA (2015) The expansion of *Halophila stipulacea* (Hydrocharitaceae, Angiospermae) is changing the seagrass landscape in the Commonwealth of Dominica, Lesser Antilles. *Caribbean Naturalist* 22: 1-19.

Streftaris N, Zenetos A (2006) Alien Marine Species in the Mediterranean - the 100 Worst Invasives and their impact. *Mediterranean Marine Science* 7 (1): 87-118.

TavianinM (2002) The Mediterranean benthos from late Miocene up to present: ten million years of dramatic climatic and geologic vicissitudes. *Biologia Marina Mediterranea* 9: 445-463.

Van der Velde C, den Hartog C (1992) Continuing range extension of *Halophila stipulacea* (Forssk.) Aschers. (Hydrocharitaceae) in the Mediterranean – now found in Kefallonia and Ithaki (Ionian Sea). *Acta Botanica Neerlandensis* 41 (3): 345-348.

Van Tussenbroek BI, Wong RJG, Márquez-Guzman J (2008) Synchronized anthesis and predation on pollen in the marine angiosperm *Thalassia testudinum* (Hydrocharitaceae). *Marine Ecology Progress Series* 354: 119-124.

Wahbeh MI (1984) The growth and production of the leaves of the seagrass *Halophila stipulacea* (Forsk.) Aschers. from Aqaba, Jordan. *Aquatic Botany* 20: 33-41.

Willette DA, Ambrose DF (2009) The distribution and expansion of the invasive seagrass *Halophila stipulacea* in Dominica, West Indies, with a preliminary report from St Lucia. *Aquatic Botany*, 91: 137-142.

Willette DA, Chalifour J, Debrot D, Engel MS, Miller J, Oxenford HA, Short FT, Steiner SCC, Védie F (2014) Continued expansion of the trans-Atlantic invasive marine angiosperm *Halophila stipulacea* in the eastern Caribbean. *Aquatic Botany* 112: 98-102.

Wittman K (1984) Temporal and morphological variation of growth in a natural stand of *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Marine Ecol*ogy 5: 301-316.

Winters G, Edelist D, Shem-Tov R, Beer S, Rilov G (2016) A low cost field-survey method for mapping seagrasses and their potential threats: an example from the northern Gulf of Aqaba, Red Sea. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 27: 324-339.

Xhulaj M, Kashta L (2007) *Halophila stipulacea* (Forsskal) and *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh in Albania. In Pergent-Martini, C. et al. (eds) *Proceedings of the 3rd Mediterranean Symposium on marine vegetation, Marseille 27–29 March 2007*. Tunis: RAC/SPA Publishers: 299-300.

Capitolo ottavo

APPENDICE

Tabelle con i dati originali di fenologia di *Halophila stipulacea* dell'insediamento della macchia A di fronte alla spiaggia del porto, e dell'insediamento lungo il Molo del porto di Palinuro, nei diversi mesi di campionamento.

Legenda:

1° st. p.= fiore piccolo al 1° stadio di sviluppo (lungo fino a 4 mm)

1° st. gr.= fiore grande al 1° stadio di sviluppo (lungo fino a 9 mm)

2° st. = fiore al 2° stadio di sviluppo con pedicello

3° st.= fiore al 3° stadio di sviluppo con stami aperti

Int: apice fogliare integro

Ebio: apice fogliare eroso biologicamente

Emec: apice fogliare eroso meccanicamente

Campionamenti Macchia A:

30 Ottobre 2017 macchia A di fronte spiaggia Porto di Palinuro						
# fascio	fiori	# foglie	Apice	lunghezza (mm)	larghezza (mm)	superficie (mm2)
1	-	2	Ebio	30	6	180
			Ebio	35	6	210
2	-	2	Ebio	33	6	198
			Ebio	42	6	252
3	-	2	Int	28	4	112
			Int	30	4	120
4	-	2	Ebio	35	6	210
			Int	41	6	246
5	-	2	Int	34	5	170
			Int	34	5	170
6	-	2	Ebio	35	6	210
			Ebio	30	6	180
7	-	2	Int	34	5	170
			Ebio	30	5	150
8	-	2	Ebio	32	5	160
			Ebio	33	5	165
9	-	2	Int	44	6	264
			Int	43	6	258
10	-	2	Int	42	6	252
			Int	42	6	252
11	-	2	Int	35	5	175
			Int	32	5	160
12	-	2	Int	35	5	175
			Ebio	27	5	135
13	-	2	Int	37	6	222
			Int	28	6	168
14	-	2	Int	39	5	195
			Int	37	5	185
15	-	2	Ebio	34	5	170
			Ebio	34	5	170
16	-	2	Int	35	6	210
			Int	30	6	180
17	-	2	Int	36	5	180
			Int	36	5	180
18	-	2	Ebio	25	6	150
			Ebio	15	6	90
19	-	2	Int	27	4	108
			Int	27	4	108
20	-	2	Ebio	43	6	258
			Ebio	44	6	264

21	-	2	Int	44	5	220
	-		Int	43	5	215
22	-	2	Int	29	5	145
	-		Int	36	5	180
23	-	2	Ebio	36	7	252
	-		Ebio	25	7	175
24	-	2	Ebio	39	6	234
	-		Ebio	42	6	252
25	-	2	Ebio	31	7	217
	-		Ebio	32	7	224
26	-	2	Ebio	42	7	294
	-		Ebio	42	7	294
27	-	2	Ebio	41	6	246
	-		Ebio	43	6	258
28	-	2	Ebio	40	5	200
	-		Ebio	38	5	190
29	-	2	Int	40	5	200
	-		Int	31	5	155
30	-	2	Int	31	7	217
	-		Ebio	30	7	210
31	-	2	Ebio	32	7	224
	-		Ebio	37	7	259
32	-	2	Ebio	34	5	170
	-		Ebio	34	5	170
33	-	2	Int	30	4	120
	-		Int	28	4	112
34	-	2	Int	20	4	80
	-		Int	20	4	80
35	-	2	Int	25	4	100
	-		Int	25	4	100
36	-	2	Int	30	4	120
	-		Int	27	4	108
37	-	2	Int	34	4	136
	-		Int	30	4	120
38	-	2	Ebio	39	5	195
	-		Ebio	40	5	200
39	-	2	Int	20	7	140
	-		Ebio	24	7	168
40	-	2	Int	29	4	116
	-		Int	29	4	116
41	-	2	Ebio	24	4	96
	-		Ebio	31	4	124
42	-	2	Int	44	7	308
	-		Int	35	7	245

43	-	2	Ebio	29	5	145
	-		Ebio	40	5	200
44	-	2	Ebio	23	4	92
	-		Ebio	23	4	92
45	-	2	Ebio	40	5	200
	-		Ebio	40	5	200
46	-	2	Int	45	5	225
	-		Int	42	5	210
47	-	2	Int	40	6	240
	-		Int	40	6	240
48	-	2	Int	45	6	270
	-		Int	43	6	258
49	-	2	Int	32	5	160
	-		Int	32	5	160
50	-	2	Int	40	5	200
	-		Int	38	5	190
51	-	2	Ebio	41	6	246
	-		Ebio	40	6	240
52	-	2	Ebio	28	6	168
	-		Ebio	42	6	252
53	-	2	Int	23	6	138
	-		Int	28	6	168
54	-	2	Ebio	19	5	95
	-		Int	20	5	100
55	-	2	Ebio	32	4	128
	-		Ebio	34	4	136
56	-	2	Ebio	35	4	140
	-		Ebio	35	4	140
57	-	2	Ebio	36	4	144
	-		Int	23	4	92
58	-	2	Ebio	25	4	100
	-		Int	26	4	104
59	-	2	Ebio	35	5	175
	-		Ebio	35	5	175
60	-	2	Ebio	33	5	165
	-		Ebio	35	5	175
61	-	2	Ebio	25	3	75
	-		Ebio	25	3	75
62	-	2	Ebio	25	3	75
	-		Ebio	24	3	72
63	-	2	Int	45	7	315
	-		Int	30	7	210
64	-	2	Int	40	7	280
	-		Int	43	7	301

65	- -	2	Ebio Ebio	40 38	5 5	200 190
66	- -	2	Ebio Ebio	40 41	5 5	200 205
67	- -	2	Int Ebio	33 16	6 6	198 96
68	- -	2	Ebio Int	30 38	7 7	210 266
69	- -	2	Ebio Ebio	25 33	7 7	175 231
70	- -	2	Ebio Ebio	39 28	4 4	156 112
71	- -	2	Ebio Ebio	35 32	6 6	210 192
72	- -	2	Int Ebio	40 40	5 5	200 200
73	- -	2	Ebio Ebio	38 40	5 5	190 200
74	- -	2	Ebio Ebio	24 26	3 3	72 78
75	- -	2	Ebio Ebio	31 22	4 4	124 88
76	- -	2	Ebio Ebio	35 38	5 5	175 190
77	- -	2	Int Ebio	34 25	4 4	136 100
78	- -	2	Ebio Ebio	35 38	5 5	175 190
79	- -	2	Ebio Ebio	34 25	4 4	136 100
			Media	33,4556962	5,215189873	176,9493671
			s.d.	6,805388402	1,066823203	57,38603189

Aprile 2018 macchia A Spiaggia Porto di Palinuro 1.8 m						
# fascio	fiori	# foglie	Apice	lunghezza (mm)	larghezza (mm)	superficie (mm2)
1	-	2	Ebio	38	5	190
			Emec	30	5	150
2	-	2	Int	35	4	140
			Int	34	4	136
3	-	2	Emec	34	5	170
			Int	37	5	185
4	-	2	Int	34	4	136
			Ebio	19	4	76
5	-	2	Int	32	5	160
			Int	32	5	160
6	-	2	Int	33	5	165
			Ebio	33	5	165
7	-	2	Ebio	40	5	200
			Emec	37	5	185
8	-	2	Int	30	4	120
			Int	30	4	120
9	-	2	Int	32	5	160
			Int	32	5	160
10	-	2	Int	34	5	170
			Int	34	5	170
11	-	2	Int	36	6	216
			Ebio	30	6	180
12	-	2	Emec	35	6	210
			Emec	34	6	204
13	-	2	Ebio	33	5	165
			Ebio	24	5	120
14	-	2	Ebio	31	5	155
			Ebio	35	5	175
15	-	2	Int	36	5	180
			Int	35	5	175
16	-	2	Int	30	4	120
			Int	32	4	128
17	-	2	Ebio	48	6	288
			Int	48	6	288
18	-	2	Ebio	34	5	170
			Ebio	35	5	175
19	-	2	Int	35	5	175
			Ebio	34	5	170
20	-	2	Int	31	4	124
			Int	31	4	124
21	-	2	Ebio	20	4	80
			Ebio	22	4	88

22	-	2	Ebio	28	4	112
			Ebio	30	4	120
23	-	2	Ebio	24	4	96
			Emec	30	4	120
24	-	2	Int	33	4	132
			Int	33	4	132
25	-	2	Int	40	5	200
			Ebio	38	5	190
26	-	2	Int	38	5	190
			Int	38	5	190
27	-	2	Int	35	5	175
			Ebio	35	5	175
28	-	2	Int	35	5	175
			Ebio	28	5	140
29	-	2	Int	37	5	185
			Int	37	5	185
30	-	2	Ebio	25	5	125
			Ebio	33	5	165
31	-	2	Int	35	4	140
			Ebio	30	4	120
32	-	2	Int	32	4	128
			Int	32	4	128
33	-	2	Ebio	24	5	120
			Ebio	24	5	120
34	-	2	Ebio	30	5	150
			Ebio	36	5	180
35	-	2	Int	36	5	180
			Int	37	5	185
36	-	2	Int	32	4	128
			Int	32	4	128
37	-	2	Ebio	20	4	80
			Int	29	4	116
38	-	2	Int	21	4	84
			Int	22	4	88
39	-	2	Int	29	4	116
			Int	28	4	112
40	-	2	Int	36	5	180
			Int	36	5	180
			Media	32,3375	4,7	153,725
			s.d.	5,409657913	0,603785527	40,21271762

Luglio 2018 Macchia A di fronte spiaggia 1.8 m						
# fascio	fiori	# foglie	apice	lunghezza (mm)	larghezza (mm)	superficie (mm2)
1	X	2	Int	34	6	204
			Int	40	6	240
2	_	2	Int	35	6	210
			Int	35	6	210
3	_	2	Int	25	4	100
			Int	25	4	100
4	_	2	Ebio	30	6	180
			Ebio	18	6	108
5	_	2	Ebio	20	5	100
			Ebio	15	5	75
6	_	2	Emec	20	5	100
			Emec	20	5	100
7	X	2	Ebio	35	6	210
			Int	35	6	210
8	-	2	Ebio	28	6	168
			Ebio	32	6	192
9	_	2	Int	25	4	100
			Int	25	4	100
10	_	2	Ebio	42	6	252
			Ebio	30	6	180
11	_	2	Ebio	17	6	102
			Ebio	36	6	216
12	_	2	Ebio	32	6	192
			Ebio	25	6	150
13	_	2	Ebio	30	6	180
			Int	40	6	240
14	_	2	Ebio	25	5	125
			Ebio	25	5	125
15	_	2	Ebio	27	5	135
			Ebio	25	5	125
16	X	2	Int	27	5	135
			Int	27	5	135
17	_	2	Ebio	24	6	144
			Ebio	22	6	132
18	_	2	Ebio	20	6	120
			Ebio	13	6	78
19	_	2	Ebio	22	7	154
			Ebio	16	7	112
20	_	2	Int	40	6	240
			Int	35	6	210
21	_	2	Ebio	27	5	135
			Ebio	26	5	130

22	_	2	Int	25	4	100
			Ebio	22	4	88
23	_	2	Int	27	6	162
			Int	28	6	168
24	_	2	Ebio	30	6	180
			Ebio	28	6	168
25	_	2	Ebio	37	5	185
			Ebio	28	5	140
26	_	2	Int	39	7	273
			Ebio	29	7	203
27	_	2	Int	38	6	228
			Int	38	6	228
28	_	2	Ebio	29	6	174
			Ebio	25	6	150
29	_	2	Ebio	37	5	185
			Int	39	5	195
30	_	2	Int	35	5	175
			Int	35	5	175
31	_	2	Int	34	5	170
			Int	36	5	180
32	_	2	Int	35	5	175
			Int	36	5	180
33	_	2	Ebio	20	6	120
			Ebio	24	6	144
34	_	2	Ebio	20	6	120
			Ebio	11	6	66
35	_	2	Ebio	16	7	112
			Ebio	22	7	154
36	_	2	Ebio	30	6	180
			Ebio	26	6	156
37	_	2	Int	37	6	222
			Int	37	6	222
38	_	2	Emec	23	5	115
			Emec	22	5	110
39	_	2	Ebio	25	5	125
			Ebio	19	5	95
40	_	2	Ebio	34	5	170
			Ebio	25	5	125
			media	28,1375	5,575	157,15
			s.d.	7,205455832	0,737817728	47,365292
			40 fasci 3 fiori= 7.5%			

20 Dicembre 2018 Macchia A spiaggia Palinuro 1.8 m						
# fascio	fiori	# foglie	apice	lunghezza (mm)	larghezza (mm)	superficie (mm2)
1	-	2	Int	46	6	276
	-		Int	43	6	258
2	-	2	Int	45	6	270
	-		Int	44	6	264
3	-	2	Int	45	6	270
	-		Int	44	6	264
4	-	2	Int	46	7	322
	-		Int	45	6	270
5	-	2	Int	48	7	336
	-		Int	47	7	329
6	-	2	Int	40	5	200
	-		Int	37	5	185
7	-	2	Int	40	5	200
	-		Int	37	5	185
8	-	2	Int	38	5	190
	-		Int	38	5	190
9	-	2	Int	38	6	228
	-		Int	37	5	185
10	-	2	Int	42	6	252
	-		Int	42	5	210
11	-	2	Ebio	42	6	252
	-		Int	40	6	240
12	-	2	Ebio	42	6	252
	-		Ebio	42	6	252
13	-	2	Int	42	6	252
	-		Int	41	6	246
14	-	2	Int	43	6	258
	-		Int	43	6	258
15	-	2	Int	48	7	336
	-		Int	50	7	350
16	-	2	Int	45	6	270
	-		Int	43	6	258
17	-	2	Int	45	7	315
	-		Int	45	7	315
18	-	2	Int	44	6	264
	-		Int	45	6	270
19	-	2	Int	45	6	270
	-		Int	47	6	282
20	-	2	Int	42	6	252
	-		Int	44	6	264
21	-	2	Int	40	6	240
	-		Int	41	6	246

22	-	2	Int	36	5	180
	-		Int	35	5	175
23	-	2	Int	35	5	175
	-		Ebio	35	5	175
24	-	2	Ebio	42	7	294
	-		Int	48	7	336
25	-	2	Int	48	8	384
	-		Int	48	7	336
26	-	2	Int	45	7	315
	-		Int	45	7	315
27	-	2	Int	42	6	252
	-		Int	43	6	258
28	-	2	Int	41	6	246
	-		Int	42	6	252
29	-	2	Int	50	7	350
	-		Ebio	51	7	357
30	-	2	Int	33	5	165
	-		Int	33	5	165
31	-	2	Int	32	5	160
	-		Int	33	5	165
32	-	2	Int	47	7	329
	-		Int	47	7	329
33	-	2	Int	45	6	270
	-		Int	48	6	288
34	-	2	Int	44	6	264
	-		Int	45	6	270
35	-	2	Int	46	6	276
	-		Int	44	6	264
36	-	2	Int	43	6	258
	-		Int	45	6	270
37	-	2	Int	31	4	124
	-		Int	28	4	112
38	-	2	Int	32	5	160
	-		Int	30	6	180
39	-	2	Int	38	6	228
	-		Int	37	6	222
40	-	2	Int	47	7	329
	-		Int	46	7	322
			Media	42,0125	5,9875	254,7
			s.d.	5,070374989	0,771218828	58,28202928

13 Gennaio 2019 Macchia A spiaggia Palinuro						
# fascio	fiori	# foglie	Apice	lunghezza (mm)	larghezza (mm)	superficie (mm2)
1	-	2	Ebio	18	5	90
			Int	42	6	252
2	-	2	Ebio	39	5	195
			Ebio	24	5	120
3	-	2	Ebio	26	6	156
			Ebio	35	6	210
4	-	2	Ebio	38	6	228
			Ebio	26	6	156
5	-	2	Ebio	54	7	378
			Ebio	51	7	357
6	-	2	Int	41	6	246
			Int	39	6	234
7	-	2	Int	32	6	192
			Int	42	6	252
8	-	2	Int	44	6	264
			Int	45	6	270
9	-	2	Ebio	48	7	336
			Ebio	37	6	222
10	-	2	Ebio	45	6	270
			Int	47	6	282
11	-	2	Int	43	6	258
			Int	49	6	294
12	-	2	Ebio	29	6	174
			Int	40	6	240
13	-	2	Ebio	31	5	155
			Ebio	29	5	145
14	-	2	Ebio	28	5	140
			Ebio	22	5	110
15	-	2	Int	38	6	228
			Int	39	6	234
16	-	2	Int	45	5	225
			Ebio	39	6	234
17	-	2	Ebio	28	6	168
			Ebio	30	6	180
18	-	2	Int	38	6	228
			Int	37	6	222
19	-	2	Int	43	6	258
			Ebio	33	6	198
20	-	2	Int	38	5	190
			Int	38	5	190
21	-	2	Emec	32	6	192
			Int	44	7	308

22	-	2	Ebio	40	7	280
			Ebio	39	7	273
23	-	2	Ebio	50	6	300
			Ebio	25	7	175
24	-	2	Int	42	5	210
			Ebio	35	5	175
25	-	2	Int	42	5	210
			Ebio	36	5	180
26	-	2	Int	50	5	250
			Int	50	6	300
27	-	2	Ebio	40	6	240
			Ebio	35	6	210
28	-	2	Int	43	6	258
			Int	47	6	282
29	-	2	Int	40	5	200
			Ebio	34	5	170
30	-	2	Int	43	6	258
			Int	40	6	240
31	-	2	Int	40	5	200
			Int	40	5	200
32	-	2	Int	40	5	200
			Int	40	5	200
33	-	2	Ebio	53	7	371
			Ebio	52	7	364
34	-	2	Ebio	35	6	210
			Ebio	30	6	180
35	-	2	Ebio	23	6	138
			Ebio	40	6	240
36	-	2	Int	40	5	200
			Int	40	5	200
37	-	2	Ebio	43	6	258
			Ebio	52	6	312
38	-	2	Ebio	40	6	240
			Ebio	46	6	276
39	-	2	Int	35	5	175
			Int	35	5	175
40	-	2	Int	41	5	205
			Int	39	5	195
			Media	39,02531646	5,784810127	227,1012658
			s.d.	7,309941744	0,633890836	56,74563011

20 Febbraio 2019 Macchia A spiaggia Palinuro						
# fascio	fiori	# foglie	apice	lunghezza (mm)	larghezza (mm)	superficie (mm2)
1	-	2	Int	32	4	128
			Int	32	4	128
2	-	2	Int	26	4	104
			Int	26	4	104
3	-	2	Ebio	31	5	155
			Ebio	35	5	175
4	-	2	Ebio	36	5	180
			Ebio	32	5	160
5	-	2	Int	35	5	175
			Int	35	5	175
6	-	2	Int	25	5	125
			Int	25	5	125
7	-	2	Int	35	5	175
			Int	35	5	175
8	-	2	Ebio	31	5	155
			Ebio	34	5	170
9	-	2	Ebio	20	6	120
			Ebio	10	6	60
10	-	2	Ebio	29	6	174
			Ebio	30	6	180
11	-	2	Ebio	15	5	75
			Int	36	5	180
12	-	2	Int	33	5	165
			Int	33	5	165
13	-	2	Int	32	5	160
			Int	32	5	160
14	-	2	Emec	30	5	150
			Emec	25	5	125

15	-	2	Ebio	30	5	150
			Ebio	25	5	125
16	-	2	Int	30	5	150
			Int	30	5	150
17	-	2	Int	39	5	195
	-		Ebio	30	5	150
18	-	2	Ebio	29	5	145
			Ebio	29	5	145
19	-	2	Ebio	32	5	160
			Ebio	16	5	80
20	-	2	Int	40	6	240
			Ebio	35	5	175
21	-	2	Int	41	6	246
			Int	42	6	252
22	-	2	Emec	30	6	180
			Emec	29	6	174
23	-	2	Ebio	27	5	135
			Ebio	26	5	130
24	-	2	Ebio	20	5	100
			Ebio	19	5	95
25	-	2	Ebio	39	6	234
			Int	43	6	258
26	-	2	Ebio	15	5	75
			Int	46	6	276
27	-	2	Int	32	5	160
			Ebio	40	4	160
28	-	2	Emec	28	5	140
			Emec	25	5	125
29	-	2	Ebio	26	5	130
			Ebio	27	5	135

30	-	2	Emec	36	5	180
			Emec	32	5	160
31	-	2	Int	31	5	155
			Int	25	5	125
32	-	2	Ebio	41	5	205
			Ebio	21	5	105
33	-	2	Ebio	28	4	112
			Int	33	4	132
34	-	2	Ebio	23	5	115
			Ebio	10	5	50
35	-	2	Ebio	23	6	138
			Ebio	22	6	132
36	-	2	Int	33	6	198
			Int	35	6	210
37	-	2	Int	40	6	240
			Int	43	6	258
38	-	2	Emec	13	4	52
			Emec	14	4	56
39	-	2	Int	27	4	108
			Int	30	4	120
40	-	2	Int	33	4	132
			Int	28	4	112
			media	29,6375	5,0625	151,1
			s.d.	7,649346377	0,623257063	48,27791314

21 Marzo 2019 Macchia A spiaggia Palinuro						
# fascio	fiori	# foglie	apice	lunghezza (mm)	larghezza (mm)	superficie (mm2)
1	-	2	Int	27	4	108
			Int	30	4	120
2	-	2	Int	25	4	100
			Int	26	4	104
3	-	2	Emec	29	5	145
			Int	34	5	170
4	-	2	Ebio	31	5	155
			Ebio	25	5	125
5	-	2	Emec	25	5	125
			Int	37	6	222
6	-	2	Ebio	15	5	75
			Ebio	20	5	100
7	-	2	Ebio	10	5	50
			Ebio	20	5	100
8	-	2	Ebio	21	4	84
			Ebio	18	4	72
9	-	2	Ebio	23	4	92
			Ebio	22	4	88
10	-	2	Ebio	30	5	150
			Ebio	32	5	160
11	-	2	Ebio	29	5	145
			Ebio	27	5	135
12	-	2	Ebio	10	4	40
			Ebio	12	4	48
13	-	2	Emec	40	5	200
			Emec	38	5	190
14	-	2	Emec	34	5	170
			Emec	29	5	145

15	-	2	Ebio	8	3	24
			Ebio	6	3	18
16	-	2	Emec	37	5	185
			Emec	38	5	190
17	-	2	Int	25	4	100
			Emec	20	4	80
18	-	2	Ebio	22	4	88
			Ebio	21	4	84
19	-	2	Ebio	17	4	68
			Ebio	16	4	64
20	-	2	Int	29	4	116
			Int	30	4	120
21	-	2	Ebio	26	4	104
			Ebio	12	4	48
22	-	2	Ebio	25	5	125
			Ebio	28	5	140
23	-	2	Ebio	27	5	135
			Ebio	34	5	170
24	-	2	Ebio	37	5	185
			Ebio	23	5	115
25	-	2	Ebio	23	5	115
			Ebio	25	5	125
26	-	2	Emec	32	5	160
			Ebio	31	5	155
27	-	2	Int	32	5	160
			Int	32	5	160
28	-	2	Int	30	5	150
			Int	30	5	150
29	-	2	Emec	29	6	174
			Ebio	23	6	138

30	-	2	Emec	17	6	102
			Emec	14	6	84
31	-	2	Ebio	25	6	150
			Ebio	27	6	162
32	-	2	Ebio	30	6	180
			Ebio	26	6	156
33	-	2	Emec	20	6	120
			Emec	20	6	120
34	-	2	Int	25	4	100
			Int	25	4	100
35	-	2	Int	29	4	116
			Int	29	4	116
36	-	2	Ebio	20	5	100
			Emec	17	5	85
37	-	2	Int	33	5	165
			Ebio	31	5	155
38	-	2	Emec	40	5	200
			Ebio	20	5	100
39	-	2	Emec	11	5	55
			Emec	17	5	85
40	-	2	Ebio	21	5	105
			Ebio	20	5	100
			media	25,05	4,7875	121,5
			s.d.	7,666960185	0,706099107	43,36392948

29 Aprile 2019 Macchia A spiaggia Palinuro						
# fascio	fiori	# foglie	apice	lunghezza (mm)	larghezza (mm)	superficie (mm2)
1	-	2	Ebio	21	8	168
			Ebio	15	7	105
2	-	2	Int	31	5	155
			Int	33	5	165
3	-	2	Int	30	4	120
			Int	31	4	124
4	-	2	Ebio	3	5	15
			Ebio	17	6	102
5	-	2	Ebio	28	5	140
			Ebio	26	5	130
6	-	2	Int	40	5	200
			Int	42	5	210
7	-	2	Int	17	3	51
			Int	16	3	48
8	-	2	Int	19	4	76
			Int	20	4	80
9	-	2	Int	24	4	96
			Int	24	4	96
10	-	2	Ebio	24	5	120
			Ebio	25	5	125
11	-	2	Ebio	18	6	108
			Ebio	13	6	78
12	-	2	Int	21	4	84
			Int	21	4	84
13	-	2	Int	12	3	36
			Int	11	3	33
14	-	2	Int	20	4	80
			Int	21	4	84

15	-	2	Int	32	5	160
			Int	31	5	155
16	-	2	Int	30	5	150
			Int	32	5	160
17	-	2	Int	34	5	170
			Int	32	5	160
18	-	2	Int	31	5	155
			Int	33	5	165
19	-	2	Int	31	5	155
			Int	30	5	150
20	-	2	Ebio	28	5	140
			Ebio	24	5	120
21	-	2	Int	17	3	51
			Int	18	3	54
22	-	2	Int	24	4	96
			Int	25	4	100
23	-	2	Ebio	22	5	110
			Ebio	19	5	95
24	-	2	Ebio	20	5	100
			Ebio	30	5	150
25	-	2	Ebio	30	5	150
			Ebio	34	5	170
26	-	2	Int	30	5	150
			Ebio	23	5	115
27	-	2	Ebio	24	5	120
			Ebio	27	5	135
28	-	2	Ebio	23	5	115
			Ebio	30	5	150
29	-	2	Int	30	5	150
			Int	30	5	150

30	-	2	Int	30	5	150
			Int	30	5	150
31	-	2	Int	30	5	150
			Int	30	5	150
32	-	2	Int	31	4	124
			Int	30	4	120
33	-	2	Int	30	5	150
			Int	30	5	150
34	-	2	Int	30	5	150
			Int	30	5	150
35	-	2	Ebio	27	4	108
			Emec	26	4	104
36	-	2	Int	29	5	145
			Int	29	5	145
37	-	2	Ebio	33	5	165
			Emec	30	5	150
38	-	2	Int	25	4	100
			Int	24	4	96
39	-	2	Ebio	18	5	90
			Ebio	24	5	120
40	-	2	Int	24	4	96
			Int	22	4	88
			media	25,7375	4,7	122,0625
			s.d.	6,638483413	0,817529468	38,70411738

13 Maggio Macchia A del porto di Palinuro						
# fascio	fiori	# foglie	apice	lunghezza (mm)	larghezza (mm)	superficie (mm2)
1	-	2	Int	24	4	96
			Int	24	4	96
2	-	2	Int	22	4	88
			Int	24	4	96
3	-	2	Int	21	4	84
			Int	22	4	88
4	-	2	Int	22	4	88
			Int	22	4	88
5	-	2	Int	30	5	150
			Int	31	5	155
6	-	2	Ebio	30	5	150
			Ebio	20	5	100
7	-	2	Int	27	5	135
			Int	27	5	135
8	-	2	Int	27	4	108
			Int	27	4	108
9	-	2	Int	32	5	160
			Int	30	5	150
10	-	2	Int	30	5	150
			Int	30	5	150
11	-	2	Int	35	5	175
			Ebio	33	5	165
12	-	2	Ebio	26	4	104
			Ebio	20	4	80
13	-	2	Int	35	5	175
			Int	34	5	170
14	-	2	Int	35	5	175
			Int	32	5	160
15	-	2	Int	29	4	116
			Int	28	4	112
16	-	2	Int	20	4	80
			Int	20	4	80
17	-	2	Int	22	4	88
			Int	21	4	84
18	-	2	Int	23	5	115
			Int	24	5	120
19	-	2	Int	24	5	120
			Int	24	5	120
20	-	2	Int	22	4	88
			Int	23	4	92
21	-	2	Int	24	4	96
			Int	25	4	100

22	-	2	Int	28	4	112
			Int	27	4	108
23	-	2	Int	24	4	96
			Int	23	4	92
24	-	2	Int	21	3	63
			Int	20	3	60
25	-	2	Int	29	4	116
			Int	27	4	108
26	-	2	Int	26	4	104
			Int	28	4	112
27	-	2	Int	29	4	116
			Int	28	4	112
28	-	2	Int	25	4	100
			Ebio	23	4	92
29	-	2	Int	27	4	108
			Ebio	20	4	80
30	-	2	Int	30	5	150
			Int	31	5	155
31	-	2	Int	31	5	155
			Ebio	29	5	145
32	-	2	Int	30	5	150
			Int	28	5	140
33	-	2	Int	30	5	150
			Int	32	5	160
34	-	2	Int	28	4	112
			Int	26	4	104
35	-	2	Int	30	4	120
			Int	29	4	116
36	-	2	Int	31	4	124
			Int	30	4	120
37	-	2	Ebio	20	4	80
			Ebio	21	4	84
38	-	2	Int	28	4	112
			Int	29	4	116
39	-	2	Int	20	4	80
			Int	21	4	84
40	-	2	Int	28	5	140
			Int	30	5	150
			media	26,475	4,341772152	116,45
			s.d.	4,200587662	0,530106271	29,17511511

26 Maggio Macchia A spiaggia Palinuro						
# fascio	fiori	# foglie	Apice	lunghezza (mm)	larghezza (mm)	superficie (mm2)
1	-	2	Int	25	4	100
			Int	26	4	104
2	-	2	Int	28	5	140
			Int	27	5	135
3	-	2	Int	25	4	100
			Int	26	5	130
4	1° std. p.	2	Int	26	5	130
			Int	27	5	135
5	-	2	Int	30	5	150
			Int	29	5	145
6	-	2	Int	28	5	140
			Int	28	5	140
7	-	2	Int	28	5	140
			Int	28	5	140
8	-	2	Int	26	5	130
			Int	26	5	130
9	-	2	Int	26	5	130
			Int	26	5	130
10	-	2	Emec	23	4	92
			Emec	15	4	60
11	-	2	Int	27	4	108
			Int	26	4	104
12	-	2	Int	22	4	88
			Int	23	4	92
13	-	2	Int	22	4	88
			Int	23	4	92
14	-	2	Int	23	4	92
			Int	21	4	84
15	-	2	Emec	9	4	36
			Ebio	20	4	80
16	-	2	Emec	20	5	100
			Int	29	5	145
17	-	2	Ebio	24	5	120
			Int	28	5	140
18	-	2	Emec	26	5	130
			Ebio	8	5	40
19	-	2	Int	39	5	195
			Int	29	5	145
20	-	2	Int	32	5	160
			Int	32	5	160
21	-	2	Int	31	5	155
			Int	32	5	160

22	-	2	Int	28	5	140
			Int	27	5	135
23	-	2	Int	30	5	150
			Int	30	5	150
24	-	2	Int	33	5	165
			Int	32	5	160
25	-	2	Int	30	5	150
			Int	30	5	150
26	-	2	Ebio	8	5	40
			Emec	23	5	115
27	-	2	Emec	19	5	95
			Int	33	5	165
28	-	2	Int	32	5	160
			Int	31	5	155
29	-	2	Int	33	5	165
			Int	33	5	165
30	-	2	Int	33	5	165
			Int	33	5	165
31	-	2	Ebio	20	4	80
			Emec	7	3	21
32	-	2	Ebio	15	4	60
			Ebio	28	5	140
33	-	2	Ebio	28	4	112
			Emec	16	4	64
34	-	2	Int	28	5	140
			Int	28	5	140
35	-	2	Int	34	6	204
			Int	35	6	210
36	-	2	Int	36	6	216
			Int	35	6	210
37		2	Int	37	6	222
			Int	38	6	228
38	-	2	Int	37	6	222
			Int	38	6	228
39	-	2	Int	30	5	150
			Int	27	5	135
40	-	2	Int	30	5	150
			Int	30	5	150
41	-	2	Int	31	5	155
			Int	30	5	150
42	-	2	Emec	22	5	110
			Ebio	12	5	60
43	-	2	Ebio	20	5	100
			Int	30	5	150

44	-	2	Int	30	5	150
			Int	30	5	150
45	-	2	Int	30	5	150
			Int	30	5	150
46	-	2	Int	30	5	150
			Int	30	5	150
47	-	2	Int	26	5	130
			Int	28	5	140
48	-	2	Int	24	4	96
			Int	24	4	96
49	-	2	Int	25	4	100
			Int	24	4	96
50	-	2	Int	19	4	76
			Int	17	4	68
51	-	2	Int	22	4	88
			Int	22	4	88
52	-	2	Int	28	5	140
			Int	28	5	140
53	-	2	Int	30	5	150
			Int	32	5	160
54	-	2	Emec	15	5	75
			Int	27	5	135
55	-	2	Emec	20	5	100
			Emec	18	5	90
56	-	2	Emec	15	5	75
			Emec	16	5	80
57	-	2	Int	27	5	135
			Int	28	5	140
58	-	2	Int	31	6	186
			Int	33	6	198
59	-	2	Int	32	6	192
			Int	31	6	186
60	-	2	Int	32	6	192
			Ebio	13	6	78
61	-	2	Ebio	19	6	114
			Ebio	18	6	108
62	-	2	Int	27	5	135
			Int	26	5	130
63	-	2	Int	36	6	216
			Int	35	6	210
64	-	2	Int	34	6	204
			Int	36	6	216
65	-	2	Ebio	23	6	138
			Ebio	24	6	144

66	-	2	Int	25	5	125
			Int	23	5	115
67	-	2	Int	22	5	110
			Ebio	22	5	110
68	-	2	Ebio	11	5	55
			Ebio	12	5	60
69	-	2	Int	23	5	115
			Int	24	5	120
70	-	2	Int	33	7	231
			Int	34	7	238
71	-	2	Int	35	6	210
			Int	36	6	216
72	-	2	Int	29	5	145
			Ebio	29	5	145
73	-	2	Int	32	5	160
			Int	33	6	198
74	-	2	Int	27	5	135
			Int	26	5	130
75	-	2	Int	23	4	92
			Int	23	4	92
76	-	2	Int	30	5	150
			Int	28	5	140
77	-	2	Int	35	7	245
			Int	37	7	259
78	-	2	Int	22	5	110
			Int	34	5	170
79	-	2	Int	32	6	192
			Int	33	6	198
80	-	2	Int	28	5	140
			Int	27	5	135
			Media	26,7625	5,025	136,8625
			s.d.	6,515088921	0,690911348	45,85628185
			80 fasci 1 fiore: 1,2%			

12 giugno macchia A spiaggia Palinuro						
# fascio	fiori	# foglie	Apice	lunghezza (mm)	larghezza (mm)	superficie (mm2)
1	1° std. p.	2	Int	45	6	270
			Int	44	6	264
2	1° std. P.	2	Int	41	6	246
			Int	40	6	240
3	-	2	Int	42	6	252
			Int	42	6	252
4	1° std. gr.	2	Int	41	6	246
			Int	39	6	234
5	-	2	Int	39	6	234
			Int	38	5	190
6	-	2	Int	34	5	170
			Int	35	6	210
7	1° std. P.	2	Int	32	5	160
			Int	31	5	155
8	1° std. gr.	2	Int	30	5	150
			Int	30	5	150
9	1° std. gr.	2	Int	34	6	204
			Int	35	6	210
10	-	2	Int	34	5	170
			Int	34	5	170
11	-	2	Int	43	6	258
			Int	42	6	252
12	-	2	Int	41	6	246
			Int	40	6	240
13	-	2	Int	40	5	200
			Int	48	6	288
14	-	2	Int	35	5	175
			Int	37	6	222
15	-	2	Int	37	5	185
			Int	35	6	210
16	-	2	Int	37	5	185
			Int	37	5	185
17	1° std. P.	2	Int	35	6	210
			Int	33	6	198
18	-	2	Int	37	6	222
			Int	37	6	222
19	1° std. gr.	2	Int	35	5	175
			Int	32	5	160
20	1° std. gr.	2	Int	37	7	259
			Int	36	7	252
21	1° std. P.	2	Int	32	6	192
			Int	30	6	180

22	-	2	Ebio	28	6	168
			Ebio	26	6	156
23	1° std. P.	2	Int	36	6	216
			Int	33	6	198
24	1° std. P.	2	Ebio	28	6	168
			Int	33	6	198
25	-	2	Int	30	6	180
			Int	31	6	186
26	1° std. gr.	2	Int	32	6	192
			Int	33	6	198
27	1° std. P.	2	Int	29	5	145
			Int	27	5	135
28	-	2	Int	25	4	100
			Int	24	4	96
29	1° std. P.	2	Int	34	6	204
			Int	35	6	210
30	1° std. gr.	2	Int	30	6	180
			Ebio	17	6	102
31	-	2	Int	29	5	145
			Int	28	5	140
32	-	2	Int	29	5	145
			Int	30	5	150
33	1° std. P.	2	Int	24	4	96
			Int	25	4	100
34	1° std. P.	2	Ebio	21	6	126
			Ebio	22	6	132
35	1° std. P.	2	Ebio	29	6	174
			Ebio	30	6	180
36	-	2	Int	32	6	192
			Int	31	6	186
37	-	2	Ebio	30	6	180
			Ebio	29	6	174
38	1° std. gr.	2	Emec	13	6	78
			Int	35	6	210
39	1° std. P.	2	Ebio	17	5	85
			Ebio	16	5	80
40	-	2	Int	35	6	210
			Int	37	6	222
			Media	32,8625	5,6375	186,625
			s.d.	6,693552065	0,621222763	47,86647435
				40 fasci 21 fiori: 52,5%		

24 giugno macchia A spiaggia Palinuro						
# fascio	fiori	# foglie	Apice	lunghezza (mm)	larghezza (mm)	superficie (mm2)
1	1° std. p.	2	Int	29	5	145
			Int	28	5	140
2	1° std. p.	2	Int	30	5	150
			Int	31	5	155
3	-	2	Int	30	5	150
			Ebio	22	5	110
4	-	2	Emec	24	5	120
			Emec	26	5	130
5	1° std. p.	2	Int	32	6	192
			Int	32	5	160
6	-	2	Int	35	5	175
			Ebio	33	5	165
7	-	2	Emec	32	5	160
			Emec	34	5	170
8	2° st.	2	Ebio	23	5	115
			Int	32	5	160
9	-	2	Emec	30	5	150
			Emec	30	5	150
10	-	2	Ebio	30	5	150
			Int	33	5	165
11	2° st.	2	Int	28	5	140
			Int	30	5	150
12	1° std. gr.	2	Int	28	5	140
			Int	28	5	140
13	1° std. p.	2	Int	32	6	192
			Int	32	6	192
14	-	2	Int	34	6	204
			Int	32	6	192
15	1° std. p.	2	Int	23	4	92
			Int	24	4	96
16	-	2	Emec	27	5	135
			Emec	30	5	150
17	-	2	Ebio	21	5	105
			Emec	30	5	150
18	-	2	Ebio	30	5	150
			Ebio	30	5	150
19	-	2	Emec	26	5	130
			Emec	29	5	145
20	-	2	Int	27	5	135
			Int	28	5	140
21	-	2	Int	31	6	186
			Ebio	26	6	156

22	-	2	Int	33	6	198
			Ebio	35	6	210
23	1° std. p.	2	Int	34	6	204
			Int	33	6	198
24	1° std. p.	2	Int	34	6	204
			Int	36	6	216
25	1° std. p.	2	Int	28	5	140
			Int	27	5	135
26	1° std. p.	2	Int	35	6	210
			Int	32	6	192
27	2° st.	2	Int	32	6	192
			Int	34	6	204
28	1° std. p.	2	Int	31	6	186
			Ebio	28	6	168
29	1° std. p.	2	Int	30	6	180
			Int	29	6	174
30	1° std. p.	2	Int	32	6	192
			Ebio	29	6	174
31	-	2	Emec	25	6	150
			Int	36	6	216
32	1° std. p.	2	Int	34	6	204
			Ebio	34	6	204
33	-	2	Emec	12	5	60
			Emec	26	5	130
34	1° std. p.	2	Int	28	6	168
			Int	28	6	168
35	1° std. p.	2	Emec	18	6	108
			Emec	27	6	162
36	-	2	Int	30	6	180
			Int	24	6	144
37	2° st.	2	Int	32	6	192
			Int	33	6	198
38	1° std. p.	2	Int	31	6	186
			Int	29	6	174
39	1° std. p.	2	Int	33	6	198
			Int	31	6	186
40	1° std. p.	2	Int	35	6	210
			Int	32	6	192
			Media	29,65	5,4875	163,6125
			s.d.	4,158565965	0,5510347	32,49050251
			40 fasci 23 fiori: 57,5%			

8 luglio macchia A spiaggia Palinuro						
# fascio	fiori	# foglie	apice	lunghezza (mm)	larghezza (mm)	superficie (mm2)
1	1°st. gr.	2	Int	29	5	145
			Int	30	5	150
2	-	2	Ebio	18	5	90
			Ebio	20	5	100
3	-	2	Ebio	20	6	120
			Ebio	19	6	114
4	-	2	Ebio	22	5	110
			Ebio	20	5	100
5	-	2	Ebio	27	5	135
			Ebio	20	5	100
6	1°st. gr.	2	Int	28	5	140
			Ebio	20	5	100
7	-	2	Int	32	6	192
			Int	33	5	165
8	1°st. gr.	2	Int	30	6	180
			Int	30	5	150
9	-	2	Int	32	5	160
			Int	32	5	160
10	-	2	Ebio	26	5	130
			Ebio	25	5	125
11	-	2	Int	30	5	150
			Emec	26	5	130
12	-	2	Ebio	30	5	150
			Ebio	25	5	125
13	-	2	Ebio	12	5	60
			Int	30	5	150
14	-	2	Ebio	27	6	162
			Int	32	6	192
15	-	2	Emec	31	5	155
			Int	34	5	170
16	-	2	Ebio	22	6	132
			Ebio	28	6	168
17	-	2	Emec	21	6	126
			Emec	25	6	150
18	-	2	Ebio	25	6	150
			Ebio	21	6	126
19	-	2	Int	24	5	120
			Int	25	5	125
20	2°st.	2	Int	13	3	39
			Int	13	3	39
21	-	2	Int	26	5	130
			Int	22	5	110

22	-	2	Int	27	5	135
			Int	27	5	135
23	-	2	Ebio	22	5	110
			Int	27	5	135
24	-	2	Ebio	25	4	100
			Int	29	5	145
25	-	2	Int	28	5	140
			Int	28	5	140
26	-	2	Ebio	27	5	135
			Ebio	25	5	125
27	-	2	Int	30	5	150
			Int	29	5	145
28	-	2	Int	34	6	204
			Int	32	6	192
29	-	2	Int	26	5	130
			Int	25	5	125
30	-	2	Int	28	5	140
			Int	30	5	150
31	-	2	Int	27	5	135
			Int	27	5	135
32	-	2	Int	22	4	88
			Emec	10	4	40
33	-	2	Int	25	4	100
			Int	24	4	96
34	-	2	Int	33	6	198
			Ebio	31	6	186
35	-	2	Int	30	5	150
			Int	15	4	60
36	-	2	Ebio	15	5	75
			Int	16	5	80
37	-	2	Int	26	5	130
			Int	26	5	130
38	-	2	Int	25	5	125
			Int	26	5	130
39	-	2	Int	35	5	175
			Int	34	5	170
40	-	2	Ebio	17	5	85
			Int	32	5	160
			Media	25,625	5,075	131,3625
			s.d.	5,601480365	0,611596789	35,2902051
				40 fasci 4 fiori: 10%		

Campionamenti Molo:

Giugno 2018 Molo Porto di Palinuro 2.8 m						
# fascio	fiori	# foglie	apice	lunghezza (mm)	larghezza (mm)	superficie (mm2)
1	-	2	Emec	28	5	140
			Int	37	5	185
2	X	2	Int	32	5	160
			Int	30	5	150
3	-	2	Ebio	28	7	196
			Ebio	32	7	224
4	X	2	Int	27	5	135
			Int	29	5	145
5	-	2	Int	33	5	165
			Int	36	5	180
6	-	2	Int	37	6	222
			Int	37	6	222
7	-	2	Int	31	5	155
			Ebio	23	5	115
8	X	2	Int	35	5	175
			Int	33	6	198
9	X	2	Int	34	5	170
			Int	34	5	170
10	-	2	Ebio	20	3	60
			Int	22	3	66
11	-	2	Ebio	20	7	140
			Ebio	20	7	140
12	-	2	Emec	30	6	180
			Ebio	31	6	186
13	X	2	Int	34	5	170
			Ebio	28	6	168
14	X	2	Int	35	6	210
			Int	32	6	192
15	-	2	Int	21	6	126
			Int	21	6	126
16	-	2	Int	24	4	96
			Int	24	4	96
17	-	2	Int	25	4	100
			Int	25	4	100
18	X	2	Int	39	6	234
			Int	39	6	234
19	-	2	Int	35	5	175
			Int	34	5	170
20	X	2	Int	34	5	170
			Int	34	5	170
21	-	2	Int	31	4	124

			Int	28	5	140
22	-	2	Int	35	5	175
			Int	36	5	180
23	X	2	Int	34	5	170
			Int	34	5	170
24	-	2	Int	40	6	240
			Int	40	6	240
25	-	2	Int	34	5	170
			Int	35	5	175
26	-	2	Int	35	5	175
			Int	35	5	175
27	-	2	In	35	5	175
			Int	35	5	175
28	X	2	Int	34	5	170
			Int	34	5	170
29	X	2	Int	28	5	140
			Int	28	5	140
30	X	2	Int	32	5	160
			Int	35	5	175
31	X	2	Int	33	5	165
			Int	32	5	160
32	-	2	Int	38	6	228
			Int	37	6	222
33	-	2	Int	46	7	322
			Int	30	7	210
34	X	2	Int	33	5	165
			Int	32	5	160
35	X	2	Int	31	5	155
			Int	32	5	160
36	X	2	Int	33	5	165
			Int	31	5	155
37	-	2	Int	36	6	216
			Int	37	6	222
38	X	2	Int	32	5	160
			Int	34	5	170
39	-	2	Int	46	7	322
			Int	30	7	210
40	X	2	Int	35	5	175
			Int	35	5	175
			media	32,175	5,3125	172,15
			s.d.	5,298136763	0,83580856	43,94360598
				fasci 40 fiori 18 = 45%		

Luglio 2018 Molo Porto di Palinuro 2.8 m						
# fascio	fiori	# foglie	apice	lunghezza (mm)	larghezza (mm)	superficie (mm2)
1	-	2	Int	29	5	145
			Int	30	5	150
2	-	2	Ebio	27	6	162
			Ebio	24	6	144
3	-	2	Int	34	5	170
			Int	36	5	180
4	-	2	Int	34	6	204
			Int	35	6	210
5	-	2	Int	43	7	301
			Ebio	40	8	320
6	X	2	Int	29	5	145
			Int	28	5	140
7	-	2	Int	42	7	294
			Int	41	7	287
8	-	2	Int	39	7	273
			Ebio	37	7	259
9	-	2	Int	40	7	280
			Int	37	6	222
10	X	2	Int	32	5	160
			Int	32	5	160
11	-	2	Ebio	20	5	100
			Int	24	5	120
12	-	2	Int	30	5	150
			Int	27	6	162
13	-	2	Int	20	4	80
			Int	21	4	84
14	-	2	Int	28	6	168
			Int	31	5	155
15	-	2	Int	35	6	210
			Int	34	6	204
16	-	2	Ebio	39	6	234
			Ebio	28	6	168
17	-	2	Ebio	38	7	266
			Ebio	26	6	156
18	-	2	Int	38	7	266
			Int	40	7	280
19	-	2	Ebio	28	7	196
			Ebio	30	6	180
20	X	2	Int	35	6	210
			Ebio	29	6	174
21	-	2	Int	30	5	150
			Int	31	5	155

22	-	2	Int	38	6	228
			Ebio	34	6	204
23	X	2	Int	37	7	259
			Int	38	7	266
24	-	2	Int	38	7	266
			Int	40	7	280
25	-	2	Ebio	30	6	180
			Ebio	30	5	150
26	-	2	Int	36	5	180
			Int	35	5	175
27	-	2	Ebio	25	6	150
			Int	37	6	222
28	X	2	Int	35	6	210
			Int	35	6	210
29	-	2	Int	32	6	192
			Int	35	6	210
30	-	2	Ebio	28	6	168
			Ebio	25	6	150
31	-	2	Int	30	5	150
			Int	30	5	150
32	-	2	Int	36	6	216
			Int	35	6	210
33	-	2	Int	34	6	204
			Int	34	6	204
34	-	2	Int	38	6	228
			Int	38	6	228
35	-	2	Int	40	7	280
			Int	41	7	287
36	-	2	Int	45	7	315
			Int	44	7	308
37	-	2	Int	33	6	198
			Int	33	6	198
38	-	2	Ebio	27	6	162
			Ebio	29	6	174
39	-	2	Int	36	6	216
			Int	36	6	216
40	-	2	Emc	30	5	150
			Int	33	5	165
41	X	2	Emc	29	5	145
			Int	35	5	175
42	-	2	Int	30	4	120
			Int	30	4	120
43	-	2	Int	39	6	234
			Ebio	25	6	150

44	-	2	Ebio	25	5	125
			Ebio	29	5	145
45	-	2	Int	31	5	155
			Int	32	5	160
46	-	2	Emec	40	6	240
			Emec	30	6	180
			media	33	5,836956522	195,4565217
			s.d.	5,451081151	0,829102174	54,39041065
				46 fasci 6 fiori= 13,04%		

3 Agosto 2018 Molo del porto di Palinuro						
# fascio	fiori	# foglie	apice	lunghezza (mm)	larghezza (mm)	superficie (mm2)
1	-	2	Int	50	7	350
			Int	50	7	350
2	-	2	Int	60	8	480
	-		Int	54	7	378
3	-	2	Int	58	8	464
	-		Int	57	8	456
4	-	2	Int	45	6	270
	-		Int	43	7	301
5	-	2	Int	40	6	240
	-		Int	39	6	234
6	-	2	Int	40	6	240
	-		Ebio	22	6	132
7	-	2	Ebio	22	6	132
	-		Int	40	7	280
8	-	2	Int	30	5	150
	-		Int	30	5	150
9	-	2	Int	21	4	84
	-		Int	23	4	92
10	-	2	Int	51	6	306
	-		Int	47	7	329
11	-	2	Int	45	6	270
	-		Int	40	7	280
12	-	2	Int	40	6	240
	-		Int	41	6	246
13	-	2	Int	50	6	300
	-		Int	50	7	350
14	-	2	Int	45	7	315
	-		Int	46	7	322
15	-	2	Int	43	7	301

	-		Int	42	7	294
16	-	2	Ebio	25	7	175
	-		Int	45	7	315
17	-	2	Int	45	7	315
	-		Ebio	29	7	203
18	-	2	Int	40	6	240
	-		Int	40	6	240
19	-	2	Int	40	6	240
	-		Int	38	6	228
20	-	2	Int	32	7	224
	-		Int	30	7	210
21	-	2	Ebio	35	6	210
	-		Ebio	40	8	320
22	-	2	Int	30	7	210
	-		Ebio	34	7	238
23	-	2	Int	61	7	427
	-		Ebio	49	6	294
24	-	2	Int	46	7	322
	-		Int	48	7	336
25	-	2	Int	57	7	399
	-		Int	50	7	350
26	-	2	Int	56	7	392
	-		Int	55	7	385
27	-	2	Int	32	5	160
	-		Int	31	5	155
28	-	2	Int	47	6	282
	-		Ebio	45	7	315
29	-	2	Int	46	7	322
	-		Int	47	7	329
30	-	2	Int	45	7	315
	-		Ebio	45	7	315
31	-	2	Int	48	7	336
	-		Ebio	45	7	315
32	-	2	Int	52	7	364
	-		Int	51	7	357
33	-	2	Int	50	7	350
	-		Int	48	7	336
34	-	2	Int	49	7	343
	-		Int	45	7	315
35	-	2	Int	60	7	420
	-		Int	60	7	420
36	-	2	Int	50	7	350
	-		Int	55	7	385
37	-	2	Int	40	7	280

	-		Int	38	7	266
38	-	2	Int	47	7	329
	-		Int	46	7	322
39	-	2	Int	42	7	294
	-		Ebio	10	7	70
40	-	2	Int	43	7	301
	-		Ebio	40	10	400
			media	43,075	6,6875	291,9375
			s.d.	10,04896241	0,850818668	86,37793667

11 Settembre 2018 Molo del porto di Palinuro						
# fascio	fiori	# foglie	apice	lunghezza (mm)	larghezza (mm)	superficie (mm2)
1	-	2	Int	51	9	459
	-		Int	58	8	464
2	-	2	Int	58	8	464
	-		Int	58	8	464
3	-	2	Int	54	10	540
	-		Int	57	8	456
4	-	2	Int	56	8	448
	-		Int	60	8	480
5	-	2	Int	57	8	456
	-		Int	55	8	440
6	-	2	Int	54	8	432
	-		Int	54	8	432
7	-	2	Int	43	6	258
	-		Int	46	6	276
8	-	2	Int	47	6	282
	-		Int	46	6	276
9	-	2	Int	49	6	294
	-		Int	48	6	288
10	-	2	Int	47	6	282
	-		Int	47	6	282
11	-	2	Int	57	7	399
	-		Int	57	7	399
12	-	2	Int	56	8	448
	-		Int	54	8	432
13	-	2	Int	56	8	448
	-		Int	55	8	440
14	-	2	Int	58	8	464
	-		Int	55	8	440
15	-	2	Int	56	8	448

	-		Int	54	8	432
16	-	2	Int	54	7	378
	-		Int	54	8	432
17	-	2	Int	51	7	357
	-		Int	50	7	350
18	-	2	Int	50	7	350
	-		Int	51	8	408
19	-	2	Int	49	8	392
	-		Int	50	8	400
20	-	2	Int	50	8	400
	-		Int	50	8	400
21	-	2	Int	50	8	400
	-		Int	52	8	416
22	-	2	Int	50	7	350
	-		Int	49	8	392
23	-	2	Int	51	8	408
	-		Int	52	7	364
24	-	2	Int	32	5	160
	-		Int	32	5	160
25	-	2	Int	38	6	228
	-		Int	42	6	252
26	-	2	Int	33	6	198
	-		Int	36	6	216
27	-	2	Int	41	6	246
	-		Int	35	6	210
28	-	2	Emec	44	6	264
	-		Int	50	6	300
29	-	2	Int	50	6	300
	-		Int	50	6	300
30	-	2	Int	46	6	276
	-		Int	50	6	300
31	-	2	Int	46	6	276
	-		Int	44	7	308
32	-	2	Int	36	5	180
	-		Int	34	5	170
33	-	2	Int	50	6	300
	-		Int	47	7	329
34	-	2	Int	49	6	294
	-		Int	50	7	350
35	-	2	Int	62	9	558
	-		Int	62	8	496
36	-	2	Int	60	8	480
	-		Int	61	7	427
37	-	2	Int	57	8	456

	-		Int	58	8	464
38	-	2	Int	52	8	416
	-		Emec	10	5	50
39	-	2	Int	55	8	440
	-		Int	34	7	238
40	-	2	Int	56	7	392
	-		Int	53	7	371
			media	49,6375	7,1	359,0625
			s.d.	8,542142366	1,086161514	100,2725834

20 ottobre 2018 Molo del porto di Palinuro						
# fascio	fiori	# foglie	apice	lunghezza (mm)	larghezza (mm)	superficie (mm2)
1	-	2	Int	55	7	385
	-		Int	55	7	385
2	-	2	Int	57	8	456
	-		Ebio	52	8	416
3	-	2	Int	41	6	246
	-		Int	41	6	246
4	-	2	Int	40	5	200
	-		Int	40	5	200
5	-	2	Int	40	6	240
	-		Int	42	6	252
6	-	2	Int	39	5	195
	-		Int	39	5	195
7	-	2	Int	52	7	364
	-		Emec	52	7	364
8	-	2	Int	53	7	371
	-		Int	51	7	357
9	-	2	Int	71	8	568
	-		Int	65	8	520
10	-	2	Int	55	7	385
	-		Emec	45	7	315
11	-	2	Int	50	6	300
	-		Int	49	6	294
12	-	2	Int	50	6	300
	-		Int	50	6	300
13	-	2	Int	53	7	371
	-		Int	52	7	364
14	-	2	Int	52	7	364
	-		Emec	14	6	84
15	-	2	Int	50	6	300

	-		Int	52	6	312
16	-	2	Int	47	7	329
	-		Int	47	7	329
17	-	2	Int	47	7	329
	-		Int	48	6	288
18	-	2	Int	53	6	318
	-		Int	51	6	306
19	-	2	Int	57	7	399
	-		Emec	40	7	280
20	-	2	Int	57	7	399
	-		Int	56	6	336
21	-	2	Int	57	7	399
	-		Ebio	54	7	378
22	-	2	Int	44	6	264
	-		Int	44	6	264
23	-	2	Int	58	7	406
	-		Ebio	25	7	175
24	-	2	Int	54	7	378
	-		Int	52	7	364
25	-	2	Int	41	5	205
	-		Int	39	5	195
26	-	2	Int	54	7	378
	-		Int	52	7	364
27	-	2	Int	60	7	420
	-		Int	59	7	413
28	-	2	Int	55	7	385
	-		Emec	50	7	350
29	-	2	Int	55	7	385
	-		Int	54	6	324
30	-	2	Int	43	5	215
	-		Int	40	5	200
31	-	2	Int	51	6	306
	-		Int	50	6	300
32	-	2	Int	48	6	288
	-		Ebio	46	6	276
33	-	2	Ebio	26	7	182
	-		Emec	40	7	280
34	-	2	Int	62	8	496
	-		Int	60	8	480
35	-	2	Int	42	8	336
	-		Int	40	8	320
36	-	2	Emec	59	8	472
	-		Int	20	8	160
37	-	2	Int	61	8	488

	-		Int	63	7	441
38	-	2	Int	63	8	504
	-		Int	67	8	536
39	-	2	Int	71	8	568
	-		Int	65	8	520
40	-	2	Int	43	7	301
	-		Int	45	6	270
			media	49,65	6,7	336,85
			s.d.	10,20436739	0,891592232	99,62271867

12 dicembre 2018 Molo del porto di Palinuro						
# fascio	fiori	# foglie	apice	lunghezza (mm)	larghezza (mm)	superficie (mm2)
1	-	2	Ebio	36	8	288
	-		Ebio	39	8	312
2	-	2	Ebio	52	8	416
	-		Ebio	49	8	392
3	-	2	Ebio	54	7	378
	-		Ebio	16	7	112
4	-	2	Int	52	7	364
	-		Int	51	7	357
5	-	2	Ebio	57	8	456
	-		Ebio	1	8	8
6	-	2	Int	57	7	399
	-		Ebio	59	7	413
7	-	2	Int	48	7	336
	-		Ebio	35	7	245
8	-	2	Int	48	7	336
	-		Int	48	7	336
9	-	2	Ebio	55	7	385
	-		Ebio	56	7	392
10	-	2	Ebio	54	7	378
	-		Int	53	7	371
11	-	2	Int	52	7	364
	-		Int	52	7	364
12	-	2	Int	55	7	385
	-		Int	55	7	385
13	-	2	Ebio	48	7	336
	-		Ebio	2	3	6
14	-	2	Int	54	7	378
	-		Ebio	25	7	175
15	-	2	Ebio	34	7	238

	-		Ebio	51	7	357
16	-	2	Int	47	7	329
	-		Int	49	7	343
17	-	2	Int	50	7	350
	-		Int	52	7	364
18	-	2	Int	49	7	343
	-		Ebio	46	7	322
19	-	2	Int	49	7	343
	-		Ebio	3	7	21
20	-	2	Ebio	43	7	301
	-		Ebio	3	7	21
21	-	2	Ebio	39	7	273
	-		Ebio	29	7	203
22	-	2	Ebio	55	7	385
	-		Ebio	52	8	416
23	-	2	Ebio	46	7	322
	-		Ebio	43	7	301
24	-	2	Ebio	36	7	252
	-		Ebio	40	7	280
25	-	2	Ebio	45	6	270
	-		Ebio	45	6	270
26	-	2	Int	54	7	378
	-		Int	53	7	371
27	-	2	Int	46	5	230
	-		Ebio	10	3	30
28	-	2	Ebio	50	6	300
	-		Int	47	7	329
29	-	2	Int	47	6	282
	-		Int	47	6	282
30	-	2	Int	44	5	220
	-		Int	46	5	230
31	-	2	Int	55	7	385
	-		Int	53	6	318
32	-	2	Int	51	7	357
	-		Ebio	39	7	273
33	-	2	Ebio	43	6	258
	-		Ebio	47	7	329
34	-	2	Ebio	40	7	280
	-		Ebio	30	7	210
35	-	2	Ebio	41	8	328
	-		Ebio	31	8	248
36	-	2	Int	52	7	364
	-		Int	50	7	350
37	-	2	Int	53	7	371

	-		Int	50	7	350
38	-	2	Int	50	7	350
	-		Int	52	7	364
39	-	2	Int	50	6	300
	-		Int	50	7	350
40	-	2	Int	52	7	364
	-		Ebio	19	7	133
			media	44,0125	6,8375	303,8125
			s.d.	14,05181084	5,216220898	99,63434366

13 gennaio 2019 Molo del porto di Palinuro						
# fascio	fiori	# foglie	apice	lunghezza (mm)	larghezza (mm)	superficie (mm2)
1	-	2	Ebio	47	7	329
	-		Int	51	7	357
2	-	2	Int	47	6	282
	-		Int	51	6	306
3	-	2	Int	53	8	424
	-		Int	58	8	464
4	-	2	Emec	43	7	301
	-		Ebio	45	7	315
5	-	2	Ebio	32	6	192
	-		Ebio	28	6	168
6	-	2	Int	38	5	190
	-		Int	38	5	190
7	-	2	Int	43	6	258
	-		Int	42	6	252
8	-	2	Int	48	6	288
	-		Int	42	6	252
9	-	2	Ebio	45	7	315
	-		Ebio	47	7	329
10	-	2	Ebio	33	7	231
	-		Ebio	30	7	210
11	-	2	Ebio	32	8	256
	-		Ebio	30	8	240
12	-	2	Int	28	5	140
	-		Ebio	24	5	120
13	-	2	Ebio	30	5	150
	-		Ebio	37	5	185
14	-	2	Int	50	7	350
	-		Int	47	7	329
15	-	2	Ebio	20	6	120

	-		Ebio	22	6	132
16	-	2	Ebio	20	6	120
	-		Ebio	20	6	120
17	-	2	Ebio	21	6	126
	-		Ebio	27	6	162
18	-	2	Ebio	38	6	228
	-		Ebio	39	6	234
19	-	2	Int	51	7	357
	-		Int	42	7	294
20	-	2	Int	60	8	480
	-		Int	59	8	472
21	-	2	Ebio	45	6	270
	-		Ebio	43	6	258
22	-	2	Ebio	45	6	270
	-		Ebio	40	6	240
23	-	2	Ebio	39	7	273
	-		Ebio	41	7	287
24	-	2	Ebio	36	6	216
	-		Ebio	35	6	210
25	-	2	Ebio	56	8	448
	-		Ebio	60	8	480
26	-	2	Ebio	32	7	224
	-		Int	58	7	406
27	-	2	Int	48	7	336
	-		Int	50	7	350
28	-	2	Int	52	7	364
	-		Int	51	7	357
29	-	2	Ebio	10	7	70
	-		Int	52	7	364
30	-	2	Ebio	50	8	400
	-		Ebio	46	8	368
31	-	2	Int	51	6	306
	-		Int	52	6	312
32	-	2	Int	51	7	357
	-		Ebio	28	6	168
33	-	2	Int	52	6	312
	-		Int	50	6	300
34	-	2	Ebio	47	7	329
	-		Ebio	44	6	264
35	-	2	Int	52	6	312
	-		Int	50	6	300
36	-	2	Int	56	7	392
	-		Int	47	7	329
37	-	2	Int	48	6	288

	-		Int	46	6	276
38	-	2	Ebio	20	7	140
	-		Int	54	7	378
39	-	2	Int	47	7	329
	-		Int	50	7	350
40	-	2	Int	30	7	210
	-		Int	32	7	224
			media	41,925	6,575	279,1875
			s.d.	12,00450385	5,173744763	94,90284081

20 Febbraio 2019 Molo del porto di Palinuro						
# fascio	fiori	# foglie	apice	lunghezza (mm)	larghezza (mm)	superficie (mm2)
1	-	2	Int	50	7	350
			Int	50	7	350
2	-	2	Emec	45	6	270
			Int	47	6	282
3	-	2	Emec	43	5	215
			Int	45	5	225
4	-	2	Int	36	5	180
			Int	37	5	185
5	-	2	Int	50	7	350
			Int	50	7	350
6	-	2	Int	40	6	240
			Int	40	6	240
7	-	2	Int	53	7	371
			Ebio	52	7	364
8	-	2	Ebio	36	7	252
			Int	50	7	350
9	-	2	Ebio	39	7	273
			Ebio	47	7	329
10	-	2	Int	45	6	270
			Int	45	6	270
11	-	2	Ebio	45	6	270
			Ebio	43	6	258
12	-	2	Int	46	6	276
			Int	46	6	276
13	-	2	Int	50	6	300
			Int	50	6	300
14	-	2	Int	55	6	330
			Int	55	6	330
15	-	2	Int	54	6	324

			Int	54	6	324
16	-	2	Int	45	6	270
			Int	45	6	270
17	-	2	Int	60	7	420
			Ebio	44	7	308
18	-	2	Int	55	6	330
			Int	53	6	318
19	-	2	Int	50	5	250
			Int	50	5	250
20	-	2	Int	50	6	300
			Ebio	46	6	276
21	-	2	Int	45	6	270
			Emec	37	6	222
22	-	2	Int	46	7	322
			Ebio	23	6	138
23	-	2	Ebio	39	7	273
			Int	40	7	280
24	-	2	Int	58	8	464
			Int	57	8	456
25	-	2	Ebio	59	8	472
			Ebio	55	8	440
26	-	2	Ebio	40	8	320
			Int	39	8	312
27	-	2	Emec	35	4	140
			Emec	36	4	144
28	-	2	Int	40	5	200
			Int	51	5	255
29	-	2	Int	60	8	480
			Int	58	8	464
30	-	2	Int	49	7	343
			Int	50	7	350
31	-	2	Int	44	6	264
			Int	46	6	276
32	-	2	Emec	45	7	315
			Emec	44	7	308
33	-	2	Int	48	7	336
			Int	50	7	350
34	-	2	Emec	47	6	282
			Ebio	39	6	234
35	-	2	Int	46	5	230
			Int	43	5	215
36	-	2	Ebio	51	8	408
			Int	60	8	480
37	-	2	Ebio	54	7	378

			Ebio	48	7	336
38	-	2	Int	51	5	255
			Int	52	5	260
39	-	2	Int	35	4	140
			Int	32	4	128
40	-	2	Int	40	4	160
			Int	41	4	164
			media	46,6125	6,2375	294,5
			s.d.	8,669441299	5,545234174	84,15550118

21 Marzo 2019 Molo del porto di Palinuro						
# fascio	fiori	# foglie	apice	lunghezza (mm)	larghezza (mm)	superficie (mm2)
1	-	2	Int	41	4	164
	-		Int	39	4	156
2	-	2	Int	44	5	220
	-		Int	45	5	225
3	-	2	Int	49	5	245
	-		Int	50	5	250
4	-	2	Emec	48	7	336
	-		Int	63	7	441
5	-	2	Emec	42	6	252
	-		Emec	51	7	357
6	-	2	Emec	48	6	288
	-		Emec	34	6	204
7	-	2	Int	48	6	288
	-		Int	52	6	312
8	-	2	Int	60	7	420
	-		Int	58	7	406
9	-	2	Int	40	5	200
	-		Int	42	5	210
10	-	2	Int	33	4	132
	-		Int	30	4	120
11	-	2	Emec	30	6	180
	-		Emec	38	6	228
12	-	2	Emec	52	8	416
	-		Int	58	8	464
13	-	2	Int	55	8	440
	-		Int	57	8	456
14	-	2	Int	49	7	343
	-		Int	46	7	322
15	-	2	Int	57	8	456

	-		Emec	50	8	400
16	-	2	Int	44	5	220
	-		Int	50	5	250
17	-	2	Int	61	7	427
	-		Int	58	7	406
18	-	2	Int	43	5	215
	-		Int	45	5	225
19	-	2	Int	52	4	208
	-		Int	50	4	200
20	-	2	Ebio	35	7	245
	-		Emec	13	7	91
21	-	2	Int	54	7	378
	-		Emec	45	7	315
22	-	2	Int	51	7	357
	-		Int	52	7	364
23	-	2	Int	47	6	282
	-		Int	47	6	282
24	-	2	Int	41	5	205
	-		Int	41	5	205
25	-	2	Int	36	5	180
	-		Int	36	5	180
26	-	2	Int	22	5	110
	-		Int	22	5	110
27	-	2	Ebio	46	7	322
	-		Int	45	7	315
28	-	2	Emec	56	7	392
	-		Int	54	7	378
29	-	2	Int	55	7	385
	-		Emec	55	7	385
30	-	2	Int	51	7	357
	-		Int	52	7	364
31	-	2	Int	47	6	282
	-		Int	47	6	282
32	-	2	Int	45	5	225
	-		Int	45	5	225
33	-	2	Int	36	5	180
	-		Int	36	5	180
34	-	2	Int	44	5	220
	-		Int	44	5	220
35	-	2	Int	53	6	318
	-		Int	53	6	318
36	-	2	Int	58	8	464
	-		Int	58	8	464
37	-	2	Int	45	6	270

	-		Int	45	6	270
38	-	2	Int	41	5	205
	-		Int	41	5	205
39	-	2	Int	47	5	235
	-		Int	47	5	235
40	-	2	Int	36	5	180
	-		Int	36	5	180
			media	45,9	5,9875	280,525
			s.d.	10,37699998	6,58494044	98,74349438

29 Aprile 2019 Molo del porto di Palinuro						
# fascio	fiori	# foglie	apice	lunghezza (mm)	larghezza (mm)	superficie (mm2)
1	-	2	Int	33	5	165
	-		Int	33	5	165
2	-	2	Int	34	5	170
	-		Int	34	5	170
3	-	2	Int	35	4	140
	-		Int	35	4	140
4	-	2	Int	30	4	120
	-		Int	30	4	120
5	-	2	Int	29	4	116
	-		Ebio	27	4	108
6	-	2	Int	48	6	288
	-		Int	48	6	288
7	-	2	Int	43	6	258
	-		Int	44	6	264
8	-	2	Int	40	6	240
	-		Int	40	6	240
9	-	2	Int	40	6	240
	-		Int	39	6	234
10	-	2	Int	40	5	200
	-		Int	40	5	200
11	-	2	Int	42	5	210
	-		Int	41	5	205
12	-	2	Int	45	5	225
	-		Int	45	5	225
13	-	2	Int	57	7	399
	-		Ebio	52	7	364
14	-	2	Int	45	5	225
	-		Ebio	32	5	160
15	-	2	Int	42	6	252

	-		Int	42	6	252
16	-	2	Int	41	5	205
	-		Int	41	5	205
17	-	2	Int	41	6	246
	-		Int	41	6	246
18	-	2	Int	31	5	155
	-		Int	31	5	155
19	-	2	Int	38	6	228
	-		Int	38	6	228
20	-	2	Int	40	5	200
	-		Int	40	5	200
21	-	2	Int	41	6	246
	-		Int	38	6	228
22	-	2	Int	45	6	270
	-		Int	44	6	264
23	-	2	Int	45	6	270
	-		Int	45	6	270
24	-	2	Int	46	6	276
	-		Int	45	6	270
25	-	2	Int	47	6	282
	-		Int	47	6	282
26	-	2	Int	38	5	190
	-		Int	39	5	195
27	-	2	Int	35	5	175
	-		Int	36	5	180
28	-	2	Int	33	5	165
	-		Int	33	5	165
29	-	2	Int	29	4	116
	-		Int	28	4	112
30	-	2	Int	38	5	190
	-		Int	37	5	185
31	-	2	Ebio	33	5	165
	-		Int	44	5	220
32	-	2	Ebio	12	5	60
	-		Ebio	33	5	165
33	-	2	Ebio	45	6	270
	-		Int	47	6	282
34	-	2	Int	50	6	300
	-		Int	52	6	312
35	-	2	Int	31	5	155
	-		Int	30	5	150
36	-	2	Int	60	7	420
	-		Ebio	43	7	301
37	-	2	Int	31	4	124

	-		Int	30	4	120
38	-	2	Int	19	3	57
	-		Int	20	3	60
39	-	2	Int	34	5	170
	-		Int	32	5	160
40	-	2	Int	38	5	190
	-		Int	37	5	185
			media	38,4625	5,275	208,1
			s.d.	8,92094657	7,335969691	70,25465291

13 Maggio Molo del porto di Palinuro						
# fascio	fiori	# foglie	apice	lunghezza (mm)	larghezza (mm)	superficie (mm2)
1	-	2	Int	35	4	140
			Int	35	4	140
2	-	2	Int	34	5	170
			Int	34	5	170
3	-	2	Int	37	5	185
			Emec	35	5	175
4	1° st. p.	2	Int	40	5	200
			Int	40	5	200
5	-	2	Int	38	5	190
			Int	38	5	190
6	-	2	Int	36	5	180
			Int	35	5	175
7	-	2	Int	37	5	185
			Int	37	5	185
8	-	2	Int	34	4	136
			Int	34	5	170
9	-	2	Int	32	5	160
	-		Int	32	5	160
10	1° st. p.	2	Int	40	6	240
			Int	40	6	240
11	1° st. p.	2	Int	44	6	264
			Emec	42	6	252
12	-	2	Int	40	5	200
			Int	39	5	195
13	-	2	Int	38	5	190
			Int	38	5	190
14	-	2	Int	35	5	175
			Int	35	5	175
15	-	2	Int	44	6	264

			Emec	40	5	200
16	-	2	Int	42	6	252
			Int	42	6	252
17	-	2	Int	40	5	200
			Int	40	5	200
18	-	2	Int	38	6	228
			Int	39	6	234
19	-	2	Int	40	5	200
			Int	40	5	200
20	-	2	Int	33	5	165
			Int	34	5	170
21	-	2	Int	37	6	222
			Int	34	6	204
22	-	2	Int	44	7	308
			Ebio	45	7	315
23	-	2	Ebio	34	6	204
			Int	36	6	216
24	-	2	Int	22	4	88
			Int	24	4	96
25	-	2	Int	35	4	140
			Int	33	4	132
26	-	2	Int	40	5	200
			Int	41	5	205
27	-	2	Int	40	5	200
			Int	39	5	195
28	-	2	Int	44	6	264
			Int	42	6	252
29	-	2	Int	42	5	210
			Int	35	5	175
30	-	2	Int	39	4	156
			Int	38	4	152
31	-	2	Int	42	5	210
			Int	40	5	200
32	-	2	Int	38	5	190
			Int	37	5	185
33	-	2	Int	32	5	160
			Int	38	5	190
34	-	2	Int	30	4	120
			Int	32	4	128
35	-	2	Int	32	4	128
			Int	33	5	165
36	-	2	Emec	22	6	132
			Int	37	6	222
37	-	2	Int	35	5	175

			Emec	30	5	150
38	-	2	Int	39	6	234
			Int	40	6	240
39	-	2	Int	23	4	92
			Int	25	4	100
40	1° st. p.	2	Int	36	5	180
			Int	35	5	175
			media	36,575	5,1125	188,8375
			s.d.	4,90614443	0,711456876	44,67220804
				fasci 40 fiori 4= 10%		

27 Maggio Molo del porto di Palinuro						
# fascio	fiori	# foglie	apice	lunghezza (mm)	larghezza (mm)	superficie (mm2)
1	-	2	Int	39	6	234
			Ebio	37	6	222
2	-	2	Int	42	6	252
			Int	42	6	252
3	-	2	Int	30	5	150
			Int	29	5	145
4	-	2	Int	44	6	264
			Int	44	6	264
5	-	2	Int	48	6	288
			Int	46	6	276
6	-	2	Int	26	4	104
			Int	24	4	96
7	-	2	Ebio	30	4	120
			Emec	25	4	100
8	-	2	Int	31	5	155
			Int	29	5	145
9	-	2	Int	28	5	140
			Int	27	5	135
10	-	2	Int	37	5	185
			Ebio	34	5	170
11	-	2	Int	34	5	170
			Int	36	5	180
12	-	2	Int	44	6	264
			Int	41	6	246
13	-	2	Int	45	6	270
			Int	45	6	270
14	-	2	Int	45	6	270
			Int	43	6	258

15	-	2	Int	40	6	240
			Int	41	6	246
16	-	2	Ebio	27	6	162
			Int	40	6	240
17	1° st. p.	2	Int	45	6	270
			Int	42	6	252
18	-	2	Int	45	6	270
			Int	43	6	258
19	1° st. p.	2	Int	37	6	222
			Int	40	6	240
20	-	2	Int	37	5	185
			Int	38	5	190
21	-	2	Emec	25	5	125
			Int	40	5	200
22	-	2	Emec	39	6	234
			Int	40	6	240
23	-	2	Int	35	5	175
			Int	36	5	180
24	-	2	Int	43	6	258
			Int	41	6	246
25	-	2	Int	45	6	270
			Int	44	6	264
26	-	2	Int	34	6	204
			Int	33	6	198
27	-	2	Ebio	34	5	170
			Int	35	5	175
28	-	2	Ebio	25	5	125
			Int	31	5	155
29	-	2	Int	30	5	150
			Int	30	5	150
30	-	2	Int	42	6	252
			Emec	37	6	222
31	-	2	Int	40	5	200
			Emec	26	5	130
32	-	2	Int	37	5	185
			Int	38	5	190
33	-	2	Ebio	47	6	282
			Int	40	6	240
34	-	2	Int	37	5	185
			Emec	36	5	180
35	-	2	Emec	33	5	165
			Ebio	32	5	160
36	-	2	Int	21	5	105
			Int	38	5	190

37	-	2	Int	43	6	258
			Int	45	6	270
38	-	2	Int	43	6	258
			Int	42	6	252
39	-	2	Int	38	6	228
			Int	37	6	222
40	-	2	Int	35	5	175
			Int	33	5	165
41	-	2	Int	43	8	344
			Ebio	16	7	112
42	-	2	Int	40	8	320
			Int	44	8	352
43	-	2	Int	37	8	296
			Int	37	6	222
44	-	2	Int	40	6	240
			Int	40	6	240
45	-	2	Int	27	5	135
			Int	26	5	130
46	-	2	Int	44	5	220
			Int	43	5	215
47	-	2	Int	41	5	205
			Int	41	5	205
48	-	2	Int	38	5	190
			Int	33	5	165
49	-	2	Int	40	6	240
			Int	41	6	246
50	-	2	Int	31	6	186
			Int	32	6	192
51	-	2	Int	36	6	216
			Int	37	6	222
52	-	2	Int	43	6	258
			Int	41	6	246
53	-	2	Int	46	6	276
			Int	35	6	210
54	-	2	Int	35	5	175
			Emec	36	5	180
55	-	2	Int	34	5	170
			Int	34	5	170
56	-	2	Int	40	5	200
			Int	39	5	195
57	1° st. p.	2	Ebio	27	5	135
			Int	35	5	175
58	-	2	Emec	40	6	240
			Int	44	6	264

59	-	2	Int	30	5	150
			Int	33	5	165
60	-	2	Int	22	4	88
			Int	24	4	96
61	-	2	Int	21	4	84
			Emec	23	4	92
62	-	2	Ebio	29	5	145
			Int	31	5	155
63	-	2	Int	36	5	180
			Int	37	5	185
64	-	2	Int	40	5	200
			Int	41	5	205
65	-	2	Int	35	5	175
			Int	34	5	170
66	-	2	Int	40	6	240
			Emec	41	6	246
67	-	2	Int	38	5	190
			Int	39	6	234
68	-	2	Int	36	6	216
			Emec	34	5	170
69	-	2	Int	27	5	135
			Int	26	6	156
70	-	2	Int	46	6	276
			Ebio	45	7	315
71	-	2	Int	44	6	264
			Int	45	6	270
72	-	2	Int	36	5	180
			Int	35	5	175
73	-	2	Int	33	5	165
			Int	33	5	165
74	-	2	Emec	32	5	160
			Emec	31	5	155
75	-	2	Int	40	6	240
			Int	42	6	252
76	-	2	Int	32	5	160
			Int	33	5	165
77	-	2	Int	35	5	175
			Int	36	5	180
78	1° st. p.	2	Int	38	5	190
			Int	37	5	185
79	-	2	Int	23	4	92
			Ebio	25	4	100
80	-	2	Int	30	5	150
			Int	31	5	155

			media	36,21875	5,45625	200,4125
			s.d.	6,481392694	0,742652691	55,00730512
				81 fasci 4 fiori= 5%		

12 Giugno Molo del porto di Palinuro						
# fascio	fiori	# foglie	apice	lunghezza (mm)	larghezza (mm)	superficie (mm2)
1	1°st. gr.	2	Ebio	40	7	280
			Int	45	7	315
2	1°st. gr.	2	Int	40	7	280
			Int	40	7	280
3	1°st. p.	2	Int	25	4	100
			Int	25	4	100
4	-	2	Int	46	7	322
			Int	47	7	329
5	1°st. p.	2	Int	45	7	315
			Int	45	7	315
6	1°st. gr.	2	Int	32	5	160
			Int	32	5	160
7	1°st. p.	2	Int	30	5	150
			Int	30	5	150
8	1°st. p.	2	Int	40	6	240
			Int	40	6	240
9	-	2	Int	37	5	185
			Int	38	6	228
10	-	2	Int	38	6	228
			Int	35	6	210
11	-	2	Int	40	6	240
			Int	40	6	240
12	1°st. gr.	2	Int	42	6	252
			Ebio	27	6	162
13	-	2	Emec	32	6	192
			Ebio	35	6	210
14	-	2	Int	25	5	125
			Int	26	5	130
15	1°st. p.	2	Int	32	5	160
			Int	30	5	150
16	1°st. gr.	2	Int	38	6	228
			Int	36	6	216
17	-	2	Int	39	6	234
			Int	39	6	234
18	-	2	Int	37	6	222

			Int	37	6	222
19	-	2	Int	35	5	175
			Ebio	25	5	125
20	1°st. gr.	2	Int	41	6	246
			Ebio	31	6	186
21	1°st. p.	2	Ebio	26	6	156
			Int	40	6	240
22	1°st. p.	2	Int	41	7	287
			Int	41	7	287
23	1°st. p.	2	Emec	18	6	108
			Int	37	6	222
24	1°st. p.	2	Int	32	6	192
			Int	31	6	186
25	1°st. p.	2	Int	32	6	192
			Ebio	26	6	156
26	-	2	Int	40	6	240
			Int	38	6	228
27	1°st. p.	2	Ebio	23	6	138
			Int	36	6	216
28	1°st. p.	2	Int	34	6	204
			Int	37	6	222
29	1°st. gr.	2	Int	40	7	280
			Int	42	7	294
30	1°st. p.	2	Ebio	16	6	96
			Int	34	6	204
31	1°st. gr.	2	Int	40	7	280
			Int	42	7	294
32	1°st. p.	2	Int	39	7	273
			Int	38	7	266
33	1° st. p.	2	Int	25	4	100
			Int	24	4	96
34	-	2	Int	30	5	150
			Int	32	5	160
35	-	2	Int	41	5	205
			Int	43	5	215
36	-	2	Int	36	6	216
			Int	37	6	222
37	-	2	Int	39	6	234
			Int	25	6	150
38	-	2	Int	35	6	210
			Int	36	6	216
39	-	2	Int	36	6	216
			Int	37	6	222
40	-	2	Int	39	7	273

			Int	38	7	266
			media	35,1625	5,9375	211,85
			s.d.	6,539933321	0,785046157	59,07260069
				40 fasci 23 fiori= 57,5%		

24 giugno Molo del porto di Palinuro						
# fascio	fiori	# foglie	apice	lunghezza (mm)	larghezza (mm)	superficie (mm2)
1	-	2	Int	31	5	155
			Int	30	5	150
2	-	2	Ebio	27	5	135
			Int	35	5	175
3	-	2	Int	38	6	228
			Int	38	6	228
4	1°st. gr.	2	Int	38	6	228
			Int	38	6	228
5	1°st. gr.	2	Int	37	6	222
			Int	36	6	216
6	1°st. gr.	2	Int	35	6	210
			Int	36	6	216
7	-	2	Int	33	5	165
			Int	33	5	165
8	-	2	Int	35	6	210
			Int	37	5	185
9	3°st.	2	Int	37	6	222
			Int	37	6	222
10	1°st. gr.	2	Ebio	34	6	204
			Int	37	6	222
11	-	2	Int	24	4	96
			Int	23	4	92
12	1°st. gr.	2	Int	26	6	156
			Int	26	5	130
13	1°st. p.	2	Int	22	4	88
			Int	22	4	88
14	1°st. gr.	2	Int	35	6	210
			Int	35	6	210
15	1°st. gr.	2	Int	33	5	165
			Int	34	5	170
16	-	2	Int	37	5	185
			Int	37	5	185
17	-	2	Int	36	5	180
			Int	37	5	185

18	-	2	Int	36	6	216
			Int	37	6	222
19	1°st. p.	2	Int	36	7	252
			Int	36	7	252
20	1°st. gr.	2	Int	37	6	222
			Int	37	6	222
21	1°st. gr.	2	Int	34	6	204
			Int	35	6	210
22	1°st. gr.	2	Int	39	6	234
			Int	39	6	234
23	1°st. gr.	2	Int	38	6	228
			Int	39	6	234
24	1°st. gr.	2	Emec	33	6	198
			Int	37	6	222
25	1°st. gr.	2	Int	31	6	186
			Int	32	6	192
26	1°st. gr.	2	Int	32	6	192
			Int	31	6	186
27	1°st. p.	2	Int	19	3	57
			Int	19	3	57
28	-	2	Int	40	7	280
			Int	42	7	294
29	-	2	Int	40	6	240
			Int	40	6	240
30	-	2	Int	35	6	210
			Int	37	6	222
31	1°st. p.	2	Ebio	36	6	216
			Int	40	6	240
32	-	2	Int	37	7	259
			Ebio	39	7	273
33	-	2	Int	40	6	240
			Int	41	6	246
34	1°st. p.	2	Int	38	7	266
			Int	41	7	287
35	1°st. gr.	2	Ebio	31	7	217
			Int	35	7	245
36	1°st. p.	2	Int	34	6	204
			Int	34	6	204
37	1°st. p.	2	Int	33	6	198
			Int	34	6	204
38	2°st.	2	Int	35	6	210
			Ebio	18	6	108
39	-	2	Int	42	6	252
			Int	37	6	222

40	-	2	Int Int	28 29	5 5	140 145
			media	34,275	5,75	200,1
			s.d.	5,379226334	0,834387519	49,69695506
				fasci 40 24 fiori=60%		

8 luglio Molo del porto di Palinuro						
# fascio	fiori	# foglie	apice	lunghezza (mm)	larghezza (mm)	superficie (mm2)
1	1°st. p.	2	Int Int	37 38	6 6	222 228
2	1°st. gr.	2	Int Int	35 37	7 7	245 259
3	1°st. gr.	2	Int Int	39 40	7 7	273 280
4	-	2	Int Int	36 35	6 6	216 210
5	1°st. gr.	2	Int Int	27 26	5 5	135 130
6	1°st. p.	2	Int Int	28 28	5 5	140 140
7	2°st.	2	Int Int	25 24	4 4	100 96
8	1°st. gr.	2	Int Int	25 26	4 4	100 104
9	1°st. p.	2	Int Int	26 24	4 4	104 96
10	1°st. gr.	2	Int Int	26 28	5 5	130 140
11	-	2	Int Int	36 35	6 7	216 245
12	-	2	Int Int	39 40	7 7	273 280
13	-	2	Int Int	39 40	7 7	273 280
14	1°st. gr.	2	Int Int	37 37	7 7	259 259
15	2°st.	2	Int Int	22 22	4 5	88 110
16	1°st. p.	2	Int Int	22 21	4 4	88 84
17	-	2	Int	24	5	120

			Int	24	5	120
18	1°st. gr.	2	Int	23	5	115
			Int	24	5	120
19	1°st. gr.	2	Int	29	5	145
			Int	28	5	140
20	-	2	Int	31	5	155
			Ebio	27	5	135
21	-	2	Int	32	6	192
			Int	32	6	192
22	-	2	Int	30	6	180
			Int	31	6	186
23	-	2	Int	28	5	140
			Int	28	5	140
24	-	2	Ebio	24	5	120
			Int	32	5	160
25	-	2	Int	32	6	192
			Int	32	6	192
26	2°st.	2	Emec	19	5	95
			Ebio	12	5	60
27	2°st.	2	Int	37	6	222
			Emec	22	6	132
28	3°st.	2	Int	29	6	174
			Int	30	6	180
29	-	2	Int	30	6	180
			Int	30	6	180
30	1°st. gr.	2	Int	24	4	96
			Int	24	4	96
31	-	2	Int	24	6	144
			Int	34	6	204
32	1°st. gr.	2	Int	28	5	140
			Int	26	5	130
33	3°st.	2	Int	28	5	140
			Int	28	5	140
34	1°st. gr.	2	Int	28	5	140
			Int	27	5	135
35	1°st. gr.	2	Int	36	7	252
			Int	37	7	259
36	1°st. gr.	2	Int	23	4	92
			Int	23	4	92
37	-	2	Int	34	6	204
			Int	33	6	198
38	-	2	Int	32	6	192
			Int	32	6	192
39	1°st. gr.	2	Int	32	6	192

			Int	31	6	186
40	-	2	Int Ebio	45 35	7 7	315 245
			media	29,8	5,525	169,425
			s.d.	6,015591556	0,980506198	61,08176197
				40 fasci 24 fiori= 60%		

RINGRAZIAMENTI

Vorrei spendere due parole di ringraziamento nei confronti di tutte le persone che mi hanno sostenuto e aiutato durante questo periodo.

Vorrei ringraziare il prof. Carlo Cerrano, relatore di questa tesi di laurea, per l'aiuto fornitomi in tutti questi anni e la grande conoscenza che mi ha donato.

Un ringraziamento particolare va alla mia correlatrice, la dott. ssa Maria Cristina Gambi per i suoi preziosi consigli, per l'incredibile disponibilità, precisione ma anche per la sua pazienza dimostratemi durante tutto il periodo di stesura. Senza di Lei questo lavoro non avrebbe preso vita! Grazie di tutto!

Ringrazio la mia correlatrice dr.ssa Martina Gaglioti per il suo supporto e fondamentale aiuto per portare a compimento la mia tesi di laurea.

Il supporto del Palinuro Sub Diving Center di Palinuro è stato fondamentale per lo svolgimento di questo studio e tesi: si ringraziano i gestori e lo staff: Fabio Barbieri, Serena Coraggioso, Paolo Fedullo, Daniel Drago, Matteo Spiga, Mario Colabella per l'aiuto sopra e sott'acqua, soprattutto nel campionamento e nella documentazione fotografica e video. Si ringrazia la CP di Palinuro nella persona del Comandante G. Arcangeli e dell'ufficiale S. Avallone per averci rilasciato le autorizzazioni all'immersione e prelievo lungo il molo del porto di Palinuro, e non da ultimo la cooperativa del Porto

stesso per il costante supporto e vigilanza durante i prelievi. Lavoro n. 8 della “Gambieri” Marine Biology Field Station di Palinuro.