



**Universitat de les
Illes Balears**

Facultat de Ciències

Memòria del Treball de Fi de Grau

Fenologia de la floració de *Crocus cambessedesii*. Un geòfit endèmic de floració hivernal.

Jaume Garrido Ribas

Grau de Biologia

Any acadèmic 2016-17

DNI de l'alumne: 43213136-T

Treball tutelat per Juan Rita Larrucea
Departament de Biologia

S'autoritza la Universitat a incloure aquest treball en el Repositori Institucional per a la seva consulta en accés obert i difusió en línia, amb finalitats exclusivament acadèmiques i d'investigació	Autor		Tutor	
	Sí	No	Sí	No
	X		X	

Paraules clau del treball:

Crocus cambessedesii, fenologia, condicions climàtiques

Resum

S'ha estudiat la fenologia de floració del *Crocus cambessedesii*, un geòfit endèmic de floració hivernal. Aquest endemisme de Mallorca i Menorca s'ha trobat arreu de la Serra de Tramuntana i envoltant tot el litoral de Mallorca i al nord de Menorca. S'han observat distints períodes de floració per a les diferents zones estudiades, tot i que aquests períodes s'inicien quan la temperatura mitjana oscil·la entre els 17-20°C i hi ha acumulat cert contingut hídric al sòl. Aquestes condicions es poden donar abans a zones amb un clima més fred o de caire més continental, com a les zones muntanyoses, que a zones més temperades com el litoral. S'han determinat els episodis de fortes precipitacions com a condicionants del final de floració per al *Crocus cambessedesii*. Els resultats obtinguts per a aquesta espècie posen de manifest les nombroses similituds, tant climàtiques com fisiològiques amb els resultats obtinguts per a *Crocus sativus*.

Abstract

We studied the phenology of flowering *Crocus cambessedesii*, an endemic winter-flowering geophyte. This endemism from Mallorca and Menorca found throughout the surrounding Tramuntana mountains and along the coasts of Mallorca and the northern of Menorca. Different flowering periods were observed for different areas studied, although these periods begin when the average temperature ranges between 17-20°C and is accumulated certain water content in the soil. These conditions may occur in areas with colder weather or more continental like mountainous areas, before than warmer areas like the coast. There have been identified heavy rainfall episodes at the end of flowering conditions for *Crocus cambessedesii*. The results found for this specie show numerous climatic and physiological similarities with the results obtained for *Crocus sativus*.

Índex	
Introducció	5
Objectius	9
Materials i mètodes	10
Resultats	13
-Distribució de <i>C. cambessedesii</i>	13
-Alçada de les poblacions com a determinant de floració a <i>C. cambessedesii</i>	13
-Condicion climàtiques per a la floració de <i>C. cambessedesii</i>	15
-Fenologia de floració de <i>C. cambessedesii</i>	16
Discussió	18
-Distribució de <i>C. cambessedesii</i>	18
-Alçada de les poblacions com a determinant de floració a <i>C. cambessedesii</i>	19
-Condicion climàtiques per a la floració de <i>C. cambessedesii</i>	19
-Fenologia de floració de <i>C. cambessedesii</i>	21
Conclusions	21
Bibliografia	22
Annex	23

Índex d'imatges

Imatge 1 . Esquema del cicle anual i les principals fases de creixement del safrà (<i>Crocus sativus</i>)	5
Imatge 2. Detall d'un bulb de <i>Crocus cambessedesii</i>	6
Imatge 3. Mapa de distribució de <i>C. cambessedesii</i> a les Illes Balears tretra de la base de dades del BioAtlas.....	7
Imatge 4. Diferents formes i coloracions que presenten exemplars de <i>C. cambessedesii</i> a Mallorca.	8
Imatge 5. Distribució de <i>C. cambessedesii</i> a Mallorca i Menorca.	13
Imatge 6. Selecció d'estadis fenològics del cicle de floració del safrà bord (<i>Crocus cambessedesii</i>).....	18

Índex de gràfics

Gràfic 1. Inici i final de floració observada en funció de l'alçada.	14
Gràfic 2. Floració de <i>Crocus cambessedesii</i>	16
Gràfic 3. Duració de la floració per zones d'estudi.....	17
Gràfic 4. Registre climàtic AEMET	25

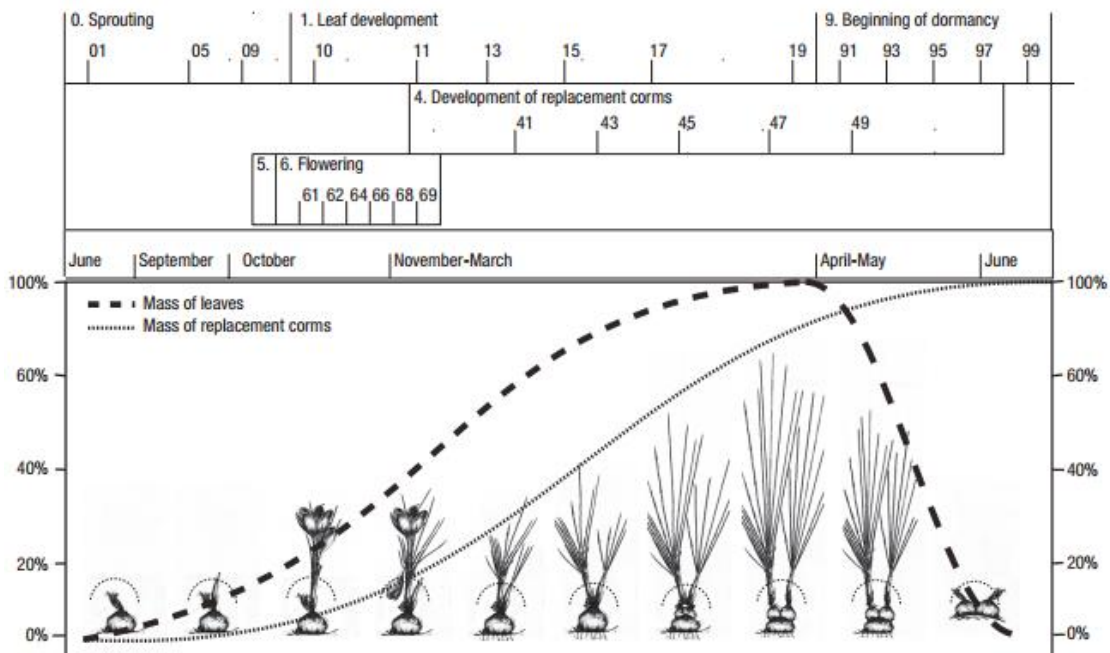
Índex de taules

Taula 1. Estadis fenològics de floració a <i>Crocus cambessedesii</i>	12
Taula 2. Fenologia de floració de <i>Crocus cambessedesii</i>	24

Introducció

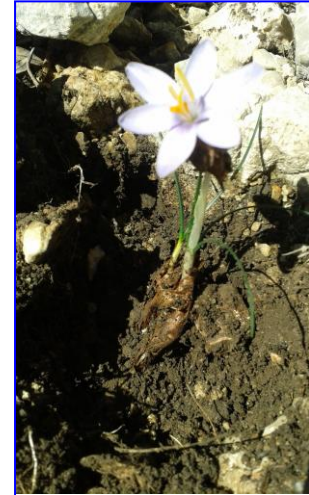
La reproducció, la fotosíntesi, la caiguda de fulles així com els períodes de floració i fructificació de les plantes, pot ser adelantada, acurçada o retardada, depenent dels factors ambientals com poden ser la temperatura o la pluja (Jiménez et al. 2014).

Avui en dia, la importància científica i social de la investigació dels efectes climàtics s'ha convertit en excepcional. Amb la finalitat de ser capaç d'anticipar el efectes ecològics del canvi climàtic global, es fa necessari estudiar les bases de dades de monitoreig del passat i explorar-ne les connexions. Pel que fa a la fenologia dels geòfits pot ser modelada per uns paràmetres meteorològics adequats, la majoria, relacionats amb la temperatura (Eppich et al. 2009). L'escala BBCH proposada per Bleiholder i altres autors l'any 1989 i posteriorment adaptada per (Molina et al. 2005) codifica les fases fenològiques del Safrà davall condicions climàtiques continentals mediterrànies on, el règim de temperatures és temperat i el règim d'humitat és humit. Comprèn les fenofases següents: germinació, desenvolupament de les fulles, desenvolupament dels corms fills, aparició de catafils florals, floració i senescència. Com es mostra a la imatge 1, aquestes fenofases no sempre segueixen l'ordre descrit.



Imatge 1 . Esquema del cicle anual i les principals fases de creixement del safrà (*Crocus sativus*) d'acord amb l'escala BBCH. Extret de (López-Corcoles et al. 2015).

Els geòfits són plantes herbàcies i perennes amb un òrgan de reserva subterrani, que els hi permet sobreviure en condicions climàtiques adverses, mentre perden la seva part aèria. Quan les condicions es tornen favorables, les reserves subterrànies els hi permeten un nou cicle de creixement (Von Willert et al.1992).



Pastor-Férriz, (2016) va descriure molt extensament les característiques morfològiques principals del gènere *Crocus*. Les espècies de gènere *Crocus* són plantes herbàcies, perennes i geòfites. Formen una tija subterrània anomenada corm, que compleix la funció de propàgul, a més de ser un òrgan de reserva.

Imatge 2. Detall d'un bulb de *Crocus cambessedesii*. Autor J. Garrido.

El corm és un cos sòlid, generalment subesfèric, ovoide o piriforme, com es pot observar a la imatge 2. Les gemmes es distribueixen en forma helicoidal al voltant del corm, podent ésser vegetatives o reproductives. El corm es troba recobert per túniques formades per fibres o capes papiràcies. Les capes estan lignificades i són de color obscur. Els corms produeixen dos tipus d'arrels, estructural i funcionalment diferents. Les arrels fibroses, que emergeixen de la base del corm mare, són rectes i primes, amb un mil·límetre de diàmetre i amb funció d'absorció de nutrients. A la base dels corms fills es formen unes arrels contràctils, més gruixudes que les anteriors, aquestes permeten als corms moure's i ubicar-se a una profunditat i posició òptimes per al seu desenvolupament. Les fulles són lineals, estretes i de color verd obscur. La base apareix estesa formant les envolttes del corm. Les fulles tenen una quilla prominent a l'anvers, de color blanquinós. Aquesta línia blanquinosa està formada per cèl·lules parenquimàtiques que no contenen cloroplasts. L'emergència foliar pot ocórrer durant la floració, o breument després, fins i tot setmanes més tard en funció de (Pastor-Férriz, 2016). Aquesta sortida amb posterioritat de les fulles es denomina histerantia. (Navarro, 1998).

Un corm, depenent de la seva grandària, pot tenir de 2 a 3 brots florals (Molina, 2004). Les flors arriben a una altura màxima d'uns 10-12 cm i solen presentar-se en nombre d'1 a 3 flors per brot. A aquest gènere, la flor presenta sis tépals. Aquests tépals, presenten venació. Les flors del gènere *Crocus* presenten una gran variabilitat en el color dels

tèpals com poden ser: blanc, groc, marró pàl·lid, porpra/ lila, malva o blau. La presència de venació als tèpals externs també són molt variables dins del gènere.

Les flors, igual que les fulles, emergeixen per l'interior d'un tubs formats per les bràctees de protecció de les gemmes. L'estil és llarg, i en el seu extrem final es presenta ramificat en tres o múltiples branques de color blanc, groc vermellós o ataronjat. L'ovari de la flor és subterrani i el fruit és una càpsula que conté nombroses llavors de color marró vermellós (Pastor-Férriz,2016).



Imatge 3. Mapa de distribució de *C. cambessedesii* a les Illes Balears tretat de la base de dades del BioAtlas (CAIB, 2016). Cada requadre representa una quadrícula UTM 5x5.

Dins el gènere *Crocus*, a Espanya, es troben set espècies, sis d'elles en estat silvestre i una espècie cultivada, el Safrà (*C. sativus*). Les espècies silvestres, son tan de floració hivernal (*C. serotinus*, *C. nudiflorus*, i *C. cambessedesii*) com de floració primaveral (*C. nevadensis*, *C. capretanus* i *C. vernus*). Són plantes adaptades a estius secs, baixes temperatures hivernals i un règim de pluges típic de la regió Mediterrània.(Pastor-Férriz et al. 2013)

Crocus cambessedesii J. Gay es localitza únicament a Mallorca i Menorca(Alomar et al., 1982; Castro i Rosselló,2006), com mostra la imatge 3. Aquest endemisme té documentada una distribució altitudinal que va des de roquissars calcaris pròxims a la platja fins a uns 600msnm a la Serra de Tramuntana. A ambdues localitzacions, els exemplars es troben a l'interior d'esquerdes i forats de roques calcàries carstificades,

(Pastor-Férriz et al., 2013) tot i que en el present estudi també s'ha observat al Pla de Mallorca, on és troba a sols argilosos acompanyat d'altres espècies de geòfits com *Scilla autumnalis*, *Narcissus serotinus* i *Merendera filifolia*. El període de floració s'ha observat des de setembre a febrer havent-se descrit el mes de desembre com el mes de màxima floració (Pastor-Férriz,2016).

Una característica distintiva d'aquesta espècie són les seves petites flors, representades a la imatge 4, molt diferents de la resta d'espècies espanyoles d'aquest gènere. Aquestes presenten tèpals oblanceolats o obtusos amb un color variable des del blanc al lila pard. La gargamella floral és glabra i blanca (Mathew, 1982; Pastor-Férriz,2016).



Imatge 4. Diferents formes i coloracions que presenten exemplars de *C. cambessedesii* a Mallorca. Autors J. Garrido i BCPN.

Els individus de *Crocus* finalitzen el seu desenvolupament amb l'època estival, donant-se la caiguda de les fulles i la senescència de les arrels. En *Crocus sativus* un règim de temperatures constants d'entre 23-27°C durant l'estiu indueix a la diferenciació floral (Molina et al. 2004) durant un període que pot excedir dels 50 dies però mai superior als 150 dies ja que es donaria l'avortament floral. Si es donen diferents períodes d'incubació a 25°C es podria escalonar la floració des de mitjans de setembre fins a mitjans de desembre, en condicions controlades (Molina et al., 2004). La sortida de la flor requereix temperatures molt diferents d'aquelles que donen lloc a la diferenciació

de primordis florals. la temperatura on es dona la iniciació floral ronda els 15-17°C (Molina et al. 2004). Es considera que la floració comença quan qualsevol de les plantes de la zona seleccionada comença a florir i s'acaba quan aquestes flors s'han marcit. (Jiménez et al., 2014)

Es va trobar que el període de floració per a *Crocus sativus* s'inicia quan la temperatura mitjana diària baixa dels 10°C en comparació amb els valors d'estiu. per a tots els anys estudiats el període de floració comença després d'un període de pluja seguit de diversos dies sense aquesta. Per tant, *Crocus cambessedesii* necessita certa quantitat d'humitat a nivell del sòl per a començar la floració (Pastor-Férriz,2016).

Es va observar que el període de floració del *C. cambessedesii* es dona després d'uns 10-30 dies després dels episodis de pluja. Es va extreure una correlació entre la duració de la floració i la precipitació acumulada ($r^2= 0.35$) (Jiménez et al., 2014).

Per a unes condicions ambientals properes a una precipitació acumulada de 300mm i unes temperatures d'entre 21 a 26.6°C de màxima i 10.8 a 13.2°C de mínima, el període de floració del *C. sativus* a diferents ambients té una duració aproximada de 27 dies, per a tota la població sencera (Gresta et al. 2008). La duració mitjana del període de floració per a un sol corm és d'uns 13 dies, variant de 6 dies fins a 17. (Molina et al., 2004). D'acord amb (Molina et al., 2005) el dia en què la floració s'inicia depèn dels canvis meteorològics de cada localització. A indrets amb el clima més fred el període de floració es pot donar de forma prematura respecte a indrets amb un clima més temperat.

Objectius

L'objectiu principal d'aquest treball és determinar la fenologia de floració de *Crocus cambessedesii* i en la mesura de lo possible, les condicions ambientals que la provoquen. Com a objectius secundaris i sempre fent referència a l'objectiu principal es pretenen determinar distints aspectes referents a la floració del *Crocus* com són:

- Mesurar l'altura sobre el nivell de la mar com a condicionant de floració
- Comprovar si el factor "costa" dona major amplitud de dies de floració respecte al factor "muntanya".
- Enregistrar el cicle de floració complet d'un individu o, en cas de ser possible, d'una població.

- Elaborar un mapa amb les dades de localització, de les zones d'estudi junt amb les dades recollides d'altres anys i autors.
- Determinar el final de floració real de les poblacions més representatives de cada zona d'estudi.

Materials i mètodes

Primerament, el treball es basa en una revisió i recerca bibliogràfica amb la finalitat d'establir les línies bàsiques de la recerca i definir uns criteris de selecció per a les zones d'estudi. Es va començar amb un recull d'articles científics recomanats pel Tutor que contenien una gran part d'informació específica del tema. Acte seguit es va fer una recerca complementària d'articles relacionats per tal de recopilar tota la informació possible i contrastar-la amb aquella de caire més específic.

Els principals motors informàtics i les plataformes de recerca utilitzats han estat: *Google Scholar, Mendeley, Dialnet, UAM i la Web Of Knowledge.*

Per a l'obtenció de més registres de dades es va crear una plataforma social *BCPN* (Balearic Crocus Phenology Network) on els integrants enviaven fotografies adjuntes a una localització GPS. També es van utilitzar les Xarxes Socials, (*Facebook*) per a divulgar imatges i així donar a conèixer l'espècie i aconseguir més dades, sempre junt amb una fotografia i la localització GPS per a confirmar la veracitat d'aquestes. Finalment, es va utilitzar la base de dades del Bioatles per a veure les zones que comptaven amb citacions del *Crocus cambessedesii*.

Una vegada establerts els distints criteris a tenir en compte per a la selecció de les zones d'estudi (localització, litografia rocosa així com dades d'anys anteriors) es van començar a fer sortides a l'atzar dins les àrees establertes per el BioAtles, a la vegada que es feien sortides a zones amb citacions d'anys anteriors. De totes formes les zones on es feien les visites sempre assolien els criteris que ja s'havien establert, com era presentar una temperatura mitjana al voltant de 17-23°C, una màxima no superior a 30°C i una mínima superior als 12°C, un substrat principalment rocós o gravós, alguns

amb terra però propera a un llit calcari, esquerdes de roca calcària o a les fronteres de pinars i alzinars amb una humitat relativa elevada.

Degut a les dates en que es van començar a realitzar les sortides, primerament van estar destinades als principals cims de la Serra de Tramuntana on, per a aquells moments, les condicions climàtiques eren les òptimes per a la floració. A la vegada, també es van realitzar algunes sortides a zones més interiors i d'altres, a zones més costaneres per tal de confirmar o desmentir la relació que es troba entre la floració i el clima. Cada vegada que el clima s'anava tornant més hivernal les sortides van passar paulatinament cap a zones més interiors i acabant a les costaneres.

Quan s'arribava a una àrea amb poblacions de *Crocus* la mecànica a seguir era enregistrar fotografies dels individus junt amb una localització GPS i l'altura del lloc. Aquesta presa de dades es va fer totalment mitjançant l'aplicació de mòbil anomenada *Zamiadroid*, la qual compta amb tot el necessari per a aquesta presa de dades. Una vegada es van acabar de prendre dades d'inici de floració es va establir que es tornaria a la mateixa zona en un marge de 15-25 dies (mitjana de temps que sol durar la floració a *Crocus*) fins a haver acabat la seva floració.

Per a passar les dades a distints formats per tal de poder treballar amb ells, es va utilitzar el programa Fagus, que converteix les dades del format .zamia a dades intel·ligibles per al Microsoft Excel.

Pel que fa a la recol·lecció d'un individu per a l'enregistrament del seu cicle complet de floració es va escollir una comunitat residual molt propera a la futura zona on es realitzaria el seguiment per tal d'alterar el mínim possible les condicions ambientals que li afecten. Per això es va escollir la zona de Raixa (Bunyola) que dista d'un quilòmetre en línia recta de la zona on es va emplaçar per a enregistrar el cicle (Palmanyola), tant l'altura com l'exposició a les inclemències meteorològiques eren quasi les mateixes, distant de 115 msnm. Per a enregistrar el cicle complet es va situar una lupa 10x sobre l'individu a la qual s'hi va situar una càmera fotogràfica. Es va fer una fotografia cada 24h des de l'inici del cicle floral fins al final d'aquest. Quan el cicle d'obertura-tancament de les flors va ser complet es va realitzar un Time lapse (captura de fotos en sèrie en un temps determinat per a la posterior elaboració d'un vídeo de duració determinada), es va establir un temps de rodatge de 10 hores aproximadament, que

corresponien a les hores de sortida i posta del sol. Finalment, es va establir com a millor opció de rodatge un nombre de 2 captures fotogràfiques per minut i una posterior edició del vídeo de 40 captures/segon. el programa utilitzat per a les captures i edició del posterior vídeo va ser el Lapse it. Una vegada acabat el cicle de floració es va dur a terme el seguiment fotogràfic un cop per setmana per tal d'observar si es donava o no la fructificació i es va donar per finalitzat amb el marciment de les fulles. Per a determinar els estats fenològics es va elaborar una taula, adaptada de l'escala BBCH proposada per López-Corcoles et al. (2015) amb les següents fenofases;

Estadi	Principal estadi fenològic	sub estadi	Estadi fenològic secundari
1	Aparició de catàfils florals		
		1	Emergència de catàfils florals
		2	catàfils visibles damunt el sòl, envoltats per les seves bràctees.
		3	catàfils florals tancats
2	Floració		
		4	tèpals externs visibles
		5	10% obertura flor
		6	40% obertura flor
		7	70% obertura flor
		8	marciment i final de floració
3	senescència		
		9	desenvolupament complet de les fulles
		10	àpex foliars començant a engroguir
		11	senescència foliar

Taula 1. Estadis fenològics de floració a *Crocus cambessedesii*, adaptats de l'escala BBCH.

Com les dades del final de floració no es podien considerar exactes, ja que no va ser possible visitar totes les localitats cada setmana, es van considerar com a teòriques i es va establir que, al següent cicle de floració, corresponent a l'any 2016, es faria un seguiment cada 7-14 dies per establir la duració exacta de la floració amb un marge d'error d'uns 7 dies.

Per a determinar l'inici i final de floració de *Crocus cambessedesii* només es van tenir en compte les poblacions més representatives de les zones de muntanya i litoral, que presentessin més de 30 individus i no es tardés molt en accedir-hi ja que es van realitzar diverses sortides cada setmana. Les poblacions escollides varen ser 4 cims de muntanyes (PTE,PGA,SGU I PSF) i 6 poblacions litorals (ETO, MLL,STR, PAM, FPO I PNL), els codis per a cada localitat es mostren a l'annex.

S'han recopilat dades d'inici i final de floració, així com altura mitjana i localització de 53 zones diferents, 38 de les quals han estat a l'any 2015-2016 i 5 d'anys anteriors. L'any 2016-2017 es van tornar a recopilar dades de les poblacions més representatives per a cada zona d'estudi. Les poblacions estudiades la temporada 2016 corresponen a zones de muntanya (5) i zones litorals (6). Les dades preses durant l'any 2015, no són els dies exactes d'inici i final de floració per a cada zona, sinó una estimació fent referència als dies en que es van fer les sortides i es van trobar en la situació que designa la taula2 (Annex).

Les dades preses a l'any 2016-2017 sí que es poden considerar com a dates d'inici i final exactes ja que es van fer observacions setmanals abans i després que la floració donés inici i final, respectivament. Les zones de muntanya estudiades es localitzen principalment a la Serra de Tramuntana i també a la Serra de Llevant, mentres que les zones litorals es troben al sud i llevant de Mallorca, i al nord de Menorca. Ambdós ambients, a priori tan diferents, tenen en comú l'acció constant del vent, el que suposa un condicionant mecànic, d'erosió, d'humitat ambiental i de temperatura per al desenvolupament d'aquesta vegetació.

Resultats

-Distribució de *C. cambessedesii*

Respecte a la base de dades de distribució de *Crocus cambessedesii* del BioAtlas, no s'han afegit noves entrades de localitzacions conegudes de l'espècie, ja que només s'han trobat dues poblacions, Cala mormols (Santanyí) i Portocolom (Manacor) amb una escassa abundància. Les localitzacions mostretjades s'inclouen a la imatge 4.

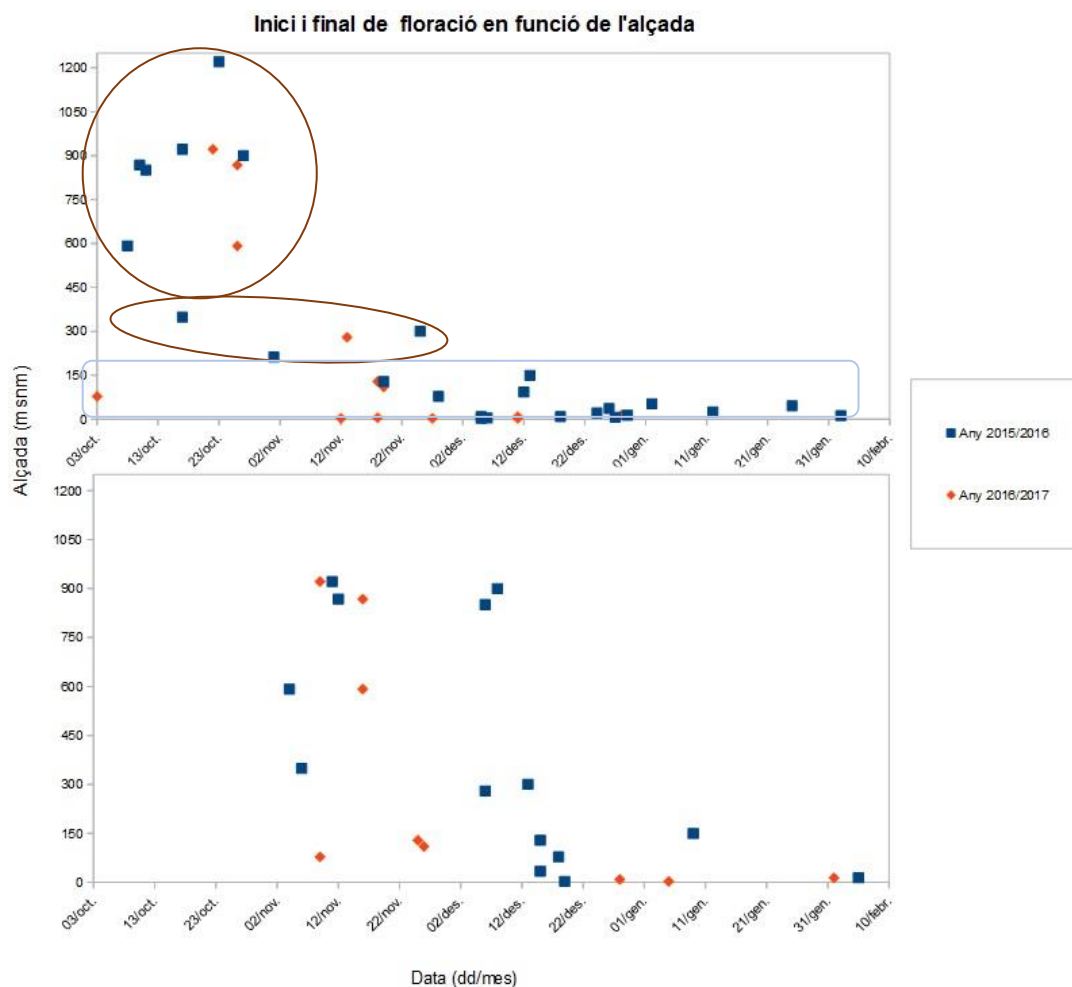


Imatge 5. Distribució de *C. cambessedesii* a Mallorca i Menorca (CAIB, 2016). En Vermell s'observen les localitzacions de les poblacions que s'han estudiat.

-Alçada de les poblacions com a determinant de floració a *C. cambessedesii*

La floració del *Crocus cambessedesii* és especialment ampla, podent-se trobar en flor des del mes d'octubre fins al mes de febrer. Aquesta floració es troba altament relacionada amb les condicions ambientals que es donen al lloc de floració, com així es mostra al gràfic 1. S'observen dues tendències clares en funció de l'ambient on es troba

cada població. Primer, s'observa una floració més primerenca per a les poblacions de muntanya (totes les entrades marcades en marró al gràfic 1), les quals són totes superiors als 250msnm i presenten una floració més concentrada, agrupada en els mesos d'octubre a novembre. Dins els grups de muntanya, es troben dos subgrups, el primer, amb totes les entrades superiors als 600msnm i localitzats als cims de cada muntanya i el segon, amb entrades d'entre els 250 i 500 msnm localitzats a zones més protegides de petits puigs, que presenten lleus diferències per al seu inici de floració; als primers la floració es troba molt concentrada dins el mes d'octubre mentres que als segons hi ha major amplitud de floració. Per a les poblacions litorals, agrupades en blau al gràfic 1, la floració no està escalonada i es troba amplament distribuïda des d'octubre fins gener sent la primera i la darrera població en florir.



Gràfic 1. Inici i final de floració observada en funció de l'alçada. A dalt, inici de floració amb les entrades agrupades per poblacions de muntanya (marró) o litoral (Blau clar). Abaix final de floració. Els punts blaus corresponen a les observacions de l'any 2015/2016, els punts taronjes a les de l'any 2016/2017.

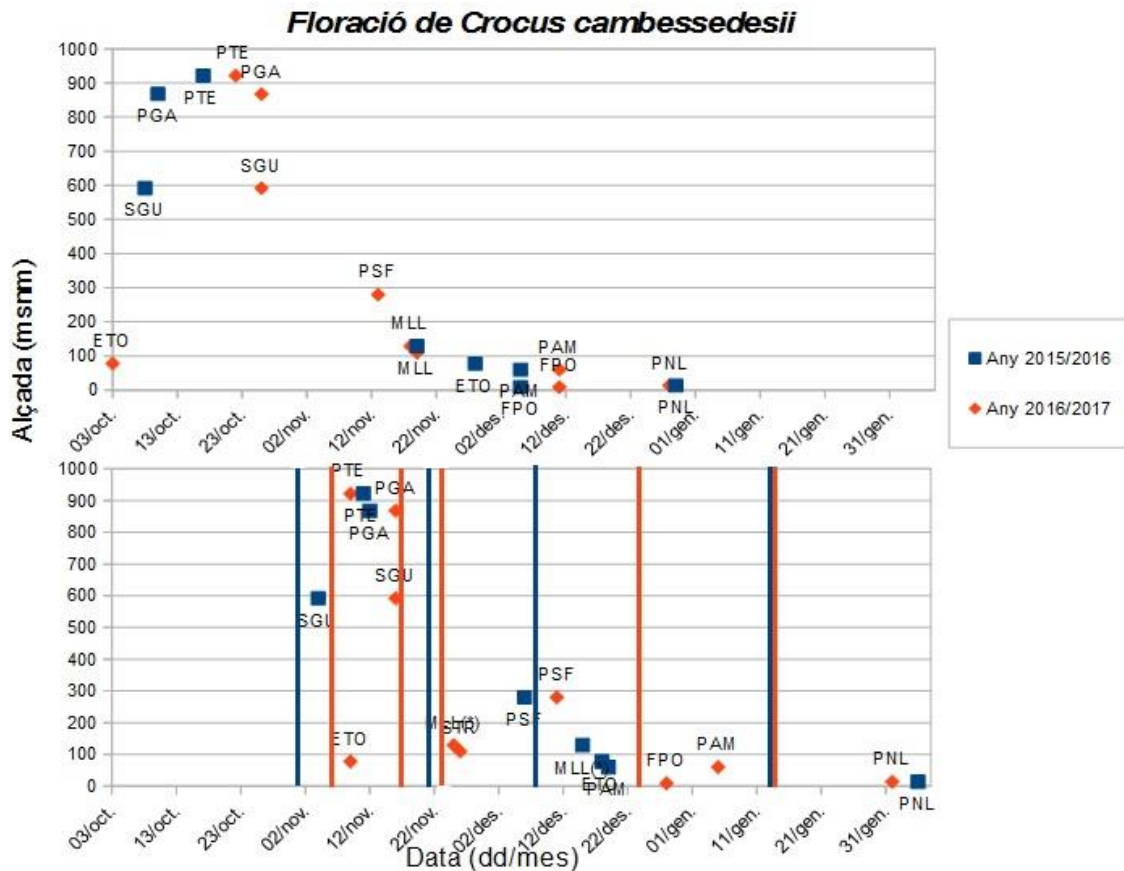
El final de floració de *Crocus cambessedesii* està generalitzat en una sèrie de setmanes, independentment de l'alçada i si és una població de muntanya o litoral, tot i que les poblacions litorals tornen a presentar una major amplitud de dies per al seu final de floració.

-Condicions climàtiques per a la floració de *C. cambessedesii*

Per a l'any 2015 es mostren els valors climàtics de referència de l'AEMET a Mallorca, mostrant-se les anomalies entre els mesos descrits respecte als mesos normals dels període 1971-2000 (AEMET, 2016). Al setembre les precipitacions van acumular 122.4 l/m² de mitjana, repartits durant la darrera setmana del mes. Als mesos d'octubre i novembre no es van assolir els 30 l/m², caracteritzant aquests mesos com a molt secs (segons els quintils de les precipitacions mitjanes del període 1971 – 2000, Aemet. 2016) i al desembre, com a extremadament sec, amb només 2.1 l/m² acumulats.

Respecte a l'any 2016, les precipitacions acumulades (representades al gràfic 4 a l'annex) són normals per al mesos de setembre, octubre i novembre. Per al mes de desembre, les precipitacions van superar els 160 l/m², caracteritzant aquest mes com a molt humit, per a la serra de Tramuntana i extremadament humit, per al llevant mallorquí.

Les dades d'inici de floració de l'any 2016 representades al gràfic 2, per a les poblacions de muntanya, s'han endarrerit dues setmanes respecte a l'any 2015. Per a les poblacions litorals no s'aprecia cap variació per a l'inici de floració, per a la majoria d'entrades registrades, l'inici de floració es dona la mateixa setmana. El final de la floració, per a ambdós anys, està repartit en una sèrie de setmanes, destacant la primera quinzena de novembre, on es dona per finalitzada la floració de totes les poblacions de muntanya a excepció de PSF. . Els dies que es van donar precipitacions estan marcats en línies blaves (any 2015/2016) i taronjes (any 2016/2017) al gràfic 2.



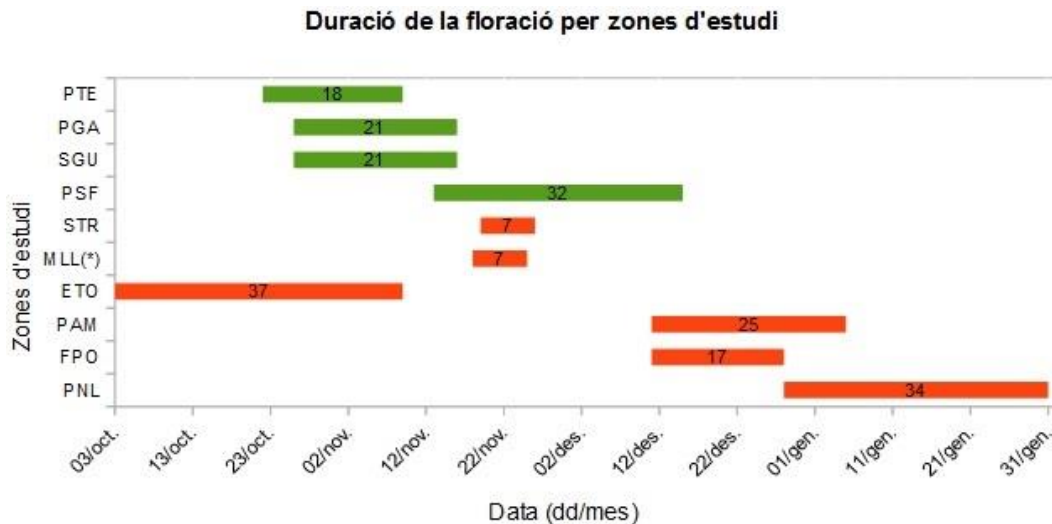
Gràfic 2. Floració de *Crocus cambessedesii* (s'han seleccionat només les poblacions que tenien un marge d'error màxim d'una setmana). A dalt, inici de floració, abaix final de floració. Els punts blaus corresponen a les observacions de l'any 2015/2016, els punts taronjes a les de l'any 2016/2017. El codi de cada localitat es troba a l'annex 1.

-Fenologia de floració de *C. cambessedesii*

La duració de la floració (gràfic 3) presenta notables diferències entre poblacions de muntanya i litorals. Les poblacions de la Serra de Tramuntana (en verd), cims rocosos d'entre 640 i 1160 msnm tenen la mateixa duració, d'unes tres setmanes, a excepció de l'altra població de muntanya, PSF, situada a la Serra de Llevant, d'uns 280 msnm i molt propera a la mar. Aquesta presenta una duració d'uns 32 dies, molt semblants als de la seva població veïna litoral PNL, d'uns 34 dies. La resta de poblacions litorals (en vermell) mostren una duració variable, d'uns 17 a 37 dies, notablement major que les poblacions de muntanya, en algunes no s'arriba a la mitjana que s'esperaria degut a les precipitacions que interromperen el cicle.

Tot i que hi hagi una gran variabilitat en fenologia entre poblacions, cal remarcar que, dins una mateixa població l'inici i final de floració sí que està sincronitzat. A les

poblacions PSF,FPC, SGU, ETO i STR no s'ha observat una disminució d'individus en flor sinó que s'ha passat d'estar en floració abundant a fulla directament.



Gràfic 3. Duració de la floració per zones d'estudi. Els requadres marquen l'inici i final de la floració per a la zona descrita junt amb la seva duració en dies. En verd les zones muntanyoses i en Vermell, les zones litorals. El codi de cada localitat es troba a l'annex 1.

Mitjançant el registre fotogràfic pres al llarg de totes les sortides de camp, les fotografies enviades pels col·laboradors i l'enregistrament del cicle de floració complet d'un individu que es va extreure del camp per a aquest fi, s'han pogut observar totes les fases corresponents a la aparició de catafils florals, floració i senescència i seguint els estadis de creixement de l'escala BBCH, descrits a la taula 1, s'ha determinat la fenologia de floració representada a la imatge 6.

El cicle de floració del corm que es va estudiar va començar amb un brot en flor que va perdre el mateix dia després d'una pluja. Al dia següent a les 8:00 del matí s'observava emergir un catafil floral dins la seva bràctea (estadi fenològic 1.1). En poc més de 3h, ja havia emergit uns 5cm sobre el sòl (1.3). Cap al migdia es va començar a obrir parcialment (2.4). La duració completa del cicle del corm enregistrat va ésser de 9 dies, tres d'ells van ser necessaris per a que l'obertura i tancament de la flor fossin complets (2.5 a 2.7), obrint-se parcialment cada cop més i sempre d'acord amb la sortida i posta de sol. Durant els dos dies següents el cicle d'obertura i tancament va ésser complet, a partir d'aquí va començar a no tancar-se fins a marcir-se als quatre dies (2.8), junt amb

la sortida de les fulles, les quals van créixer fins el mes de març (3.9) i es van secar a mitjan del mes d'abril. Aquest individu no va fructificar.



Imatge 6. Selecció d'estadis fenològics del cicle de floració del safrà bord (*Crocus cambessedesii*), corresponen a: aparició de catafils florals (1.1, 1.2, 1.3), floració (2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8) i senescència (3.9), d'acord amb l'escala BBCH adaptada a la taula 1.

Discussió

-Distribució de *C. cambessedesii*

El treball realitzat ha permès aconseguir una representació important de la distribució de *Crocus cambessedesii* a l'illa de Mallorca i a la costa nord de Menorca. S'ha estudiat la seva distribució i les característiques climàtiques de cada entorn. No obstant, la distribució altitudinal del *Crocus cambessedesii* estava descrita entre els roquissars calcaris pròxims a les platges fins a uns 600 msnm a la Serra de Tramuntana (Pastor-Férriz et al., 2013) i no s'ajusta als resultats obtinguts en aquest estudi. Tenint en compte que l'autor només contempla 9 entrades de poblacions, totes elles litorals excepte una població situada al puig Major, Escorca, s'entén que la mitjana altitudinal descrita sigui tan baixa. En aquest treball s'han descrit un major nombre d'entrades de

poblacions, distribuïdes altitudinalment per tots els cims més importants de la Serra de Tramuntana així com del litoral mallorquí, pel que podríem confirmar que la distribució del Safrà bord comprèn dels 0 fins als 1400 msnm. Tot i que el punt més alt de la geografia Balear són 1446msnm, és molt difícil trobar exemplars allà, ja que la majoria del substrat és roca.

Pastor-Férriz et al. (2013) també descriu els ambients on es localitza el *Crocus cambessedesii* com a interiors de fissures i d'orificis de roques calcàries carstificades. Cal remarcar que aquesta descripció no és del tot correcta ja que també s'ha trobat enmig del pla, amb terra de sòl i en ningun cas, per a ningun dels ambients estudiats, s'ha trobat al *Crocus cambessedesii* associat a la gramínia *Brachipodium retusum* com descriu l'autor.

-Alçada de les poblacions com a determinant de floració a *C. cambessedesii*

Els estudis descriptius realitzats sobre les espècies silvestres, entre d'elles *Crocus cambessedesii*, han determinat les condicions climàtiques en que es dona la floració i fructificació (Jiménez., 2014; Pastor-Férriz,2016) com a similars a les obtingudes en experiments de laboratori (Molina et al., 2004; Molina et al., 2005) i a experiments de camp a Sardenya i Itàlia (Gresta et al., 2009) per a *C. sativus*. En aquests estudis es determina que és necessària una combinació de temperatures d'entre 23-27°C de màxima i <17°C de mínima per a iniciar la floració (Molina et al., 2005) i una certa quantitat d'aigua al sòl (si ha plogut uns dies abans). Tenint en compte que a zones amb climes més freds, la floració es pot donar abans que a zones més temperades (Molina et al., 2005) i que el contingut hídric resulta determinant per regular l'inici i el temps de floració (Gresta et al., 2009), es podria suposar que a zones més elevades, on l'efecte del clima es torna més continental, es podria donar una floració més primerenca que a zones més baixes i amb un clima més temperat. Aquest fet podria explicar la pèrdua de sincronisme entre poblacions, on es donen més precipitacions, els períodes de floració són més llargs (Jiménez et al., 2014).

-Condicions climàtiques per a la floració de *C. cambessedesii*

Tot i les diferències entre anys respecte a la variació de precipitació mensual, els acumulats durant tot el temps que dura la floració del *Crocus cambessedesii*, són

similars, a excepció del mes de desembre de 2016, on les pluges van suposar el triple de la precipitació mitjana, i així es mostra en els temps d'inici de floració. No es mostren diferències significatives per a les poblacions litorals (ETO, MLL*,STR, PAM, FPO I PNL), de fet floreixen quasi el mateix dia. Per a les poblacions de muntanya (PTE, PGA, SGU i PSF) que floreixen a principis del mes d'octubre, s'han trobat diferències, fins a dues setmanes per a l'inici de floració de la mateixa població, fet atribuïble a la precipitació acumulada, ja que, el mes de major precipitació (setembre 2015), la floració es va iniciar abans. Resultats similars trobaren Gresta et al., (2009) i Jiménez et al., (2014), on es donaven més pluges, més llarg era el període de floració.

El retràs en l'inici de floració de l'any 2016 respecte al 2015 és atribuïble a les precipitacions distribuïdes irregularment durant les darreres setmanes del setembre i a màxims històrics de temperatures. L'inici per a les poblacions litorals és més ampli degut a que es van donant precipitacions que es van acumulant al llarg de les setmanes. El final de floració per a ambdós anys pareix estar directament relacionat amb els episodis de fortes precipitacions que s'enregistraren arreu de l'illa el mes de novembre i, en especial, el dia 15/12/2016 que es va donar una forta tempesta que va deixar 513,1 l/m² a la Serra de Tramuntana i 160 l/m² al llevant, anegant completament la majoria de substrats. A les poblacions de muntanya, a excepció de PSF, que es troba a la Serra de Llevant, el final de floració està condicionat per una baixada de temperatura el dia 8/11/2016, que va provocar que nevéss als cims de més de 1000 msnm encara que només va cuallar a partir de 1300 msnm (AEMET, 2016). S'observa que després d'episodis de precipitació, com es mostra al gràfic 4, (dia 2/11/2015 53 l/m² a la Serra de Tramuntana, dia 20/11/2015 pluges generalitzades, dia 12/12/2015 gelades i dia 15/1/2016 pluges a Artà) es dona per finalitzada la floració a la majoria de poblacions.

No es pot determinar que el final de floració del Safrà bord estigui condicionat únicament per un episodi de precipitacions importants. Tot i que s'ha observat que, generalment, després de les tempestes del 14/11/2016 i 15 – 22/12/2016, es va donar per finalitzada la floració del Safrà bord a quasi totes les localitats estudiades, només es van tenir en compte registres de precipitació de les principals estacions meteorològiques de

la AEMET a Mallorca, però algunes distaven molt, tant en distància com en el tipus d'ambient on s'hi trobaven les poblacions estudiades.

-Fenologia de floració de *C. cambessedesii*

La fenologia de floració del *Crocus cambessedesii* observada al camp s'ajusta als treballs descriptius in situ realitzats per Pastor-Férriz, (2016). No s'observen diferències per a la duració de la floració a la població de muntanya PSF respecte a la població litoral PNL. Ambdues poblacions es troben a menys de 10km de distancia entre elles i molt pròximes al mar, fet que pot indicar la influència de la maresia sobre les petites muntanyes properes al litoral. La duració de la floració a la població MLL(*) no s'adapta a la mitjana de duració (40 dies) que ha presentat en tots els anys que s'ha estudiat (2015- 2016, 2007-2013 per Jiménez et al. 2014). Tampoc pareixen ajustar-se al promig els valors d'inici de floració per a la població ETO, ja que la diferència per a l'inici de floració de totes les poblacions respecte als anys 2015/2016 i 2016/2017 no sol superar els 15 dies, a aquesta localitat s'hi dona una diferència de 58 dies.

La sortida de la flor presenta poca variació intraespecífica, dins una mateixa població, les diferències entre els dies de floració es poden deure a diferències entre el tamany del corm (Pastor-Férriz,2016). Aquesta sortida de la flor ocorre, normalment, entre 10 i 30 dies després de la sortida de les fulles. Cal destacar que, en el present treball, només s'han observat els estadis fenològics a partir de l'emergència de catàfils florals fins a la senescència de les fulles.

Conclusions

S'ha observat que les condicions climàtiques que ocorren durant la floració del *Crocus cambessedesii* són similars a les obtingudes per al *Crocus sativus* tan en estudis de camp com de laboratori.

-S'ha establert que la distribució del *Crocus cambessedesii* s'estén des de zones litorals situades al nivell de la mar fins als punts més alts de la Serra de Tramuntana, a 1400m d'alçada. Els ambients on es troba no només són interiors de fissures i orificis de roques calcàries carstificades, sinó també al sòl formant petites aglomeracions junt amb altres geòfits i mai directament relacionada amb el *Brachypodium retusum* com s'havia descrit per Pastor-Férriz et al. (2013).

-L'alçada de les poblacions respecte al nivell de la mar condiciona un inici de floració prematur del *Crocus cambessedesii*, no directament, ja que l'inici de la primera població en florir no és al punt més alt, però les condicions climàtiques que incideixen directament en la floració ocorren primer en aquests ambients alts de muntanya.

-S'ha observat que les precipitacions, a més de condicionar l'inici de floració, poden ser un factor molt important a tenir en compte per a determinar el final de la floració.

-La fenologia del *Crocus cambessedesii* és generalment hivernal, per a la majoria de poblacions estudiades però també podria considerar-se autumnal si només es tenen en compte les poblacions de muntanya.

Bibliografia

- Aemet (2016). http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/resumenes [Consultat el 2016].
- CAIB (2016). Bioatles. <http://bioatles.caib.es/> [Consultat el 2016].
- Castro, M., & Rosselló, J. A. (2006). New chromosome numbers for plant taxa endemic to the Balearic Islands. *Folia Geobotanica*, 41(4), 433-451.
- Eppich, B., Dede, L., Ferenczy, A., Garamvölgyi, Á., Horváth, L., Isépy, I., Priszter, S. Z., & Hufnagel, L. (2009). Climatic effects on the phenology of geophytes. *Applied Ecology and Environmental Research*, 7(3), 253-266.
- Gresta, F., Avola, G., Lombardo, G. M., Siracusa, L., & Ruberto, G. (2009). Analysis of flowering, stigmas yield and qualitative traits of saffron (*Crocus sativus* L.) as affected by environmental conditions. *Scientia horticultrae*, 119(3), 320-324.
- Guillén, A. (2014). *Crocus* L. *Flora ibérica*, (20) 454-464.
- Jiménez, M. A., Cerdà, M. A., & Rita, J. (2014). The effect of the ambient conditions on the life cycle of a bulbous plant. *Tethys Journal of Mediterranean Meteorology and Climatology*. 11, 39-49
- López-Corcoles, H., Brasa-Ramos, A., Montero-Garcia, F., Romero-Valverde, M., & Montero-Riquelme, F. (2015). Short communication. Phenological growth stages of saffron plant (*Crocus sativus* L.) according to the BBCH Scale. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 13(3).
- Mathew B. (1982) *The Crocuses: a revision of the genus Crocus*, B.T. Batsford, London.
- Molina, R. V., Valero, M., Navarro, Y., Garcia-Luis, A., & Guardiola, J. L. (2004). The effect of time of corm lifting and duration of incubation at inductive temperature on flowering in the saffron plant (*Crocus sativus* L.). *Scientia horticultrae*, 103(1), 79-91.
- Molina, R. V., Valero, M., Navarro, Y., Guardiola, J. L., & Garcia-Luis, A. (2005). Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativus* L.). *Scientia Horticultrae*, 103(3), 361-379.
- Navarro, A. (1998). Azafrán (*Crocus sativus*). *Comunicación de INTA Agencia Extensión Rural La consulta, Mendoza, Argentina*. Mimeografiado. 20p.
- Pastor-Férriz, M. T., Molina, R. V., García-Luis, A., De-los-Mozos-Pascual, M., Santanas-Méridas, O., Rodríguez-Conde, M. F., Escolano-Tercero, M. A., Fernández, J. A., Medina-Alcázar, J., & Sanchís, E. (2013). Localización y caracterización del ambiente forestal en el que crecen las diferentes especies españolas del género *Crocus*. 6º congreso forestal español, 6CFE01-062, 1-9.

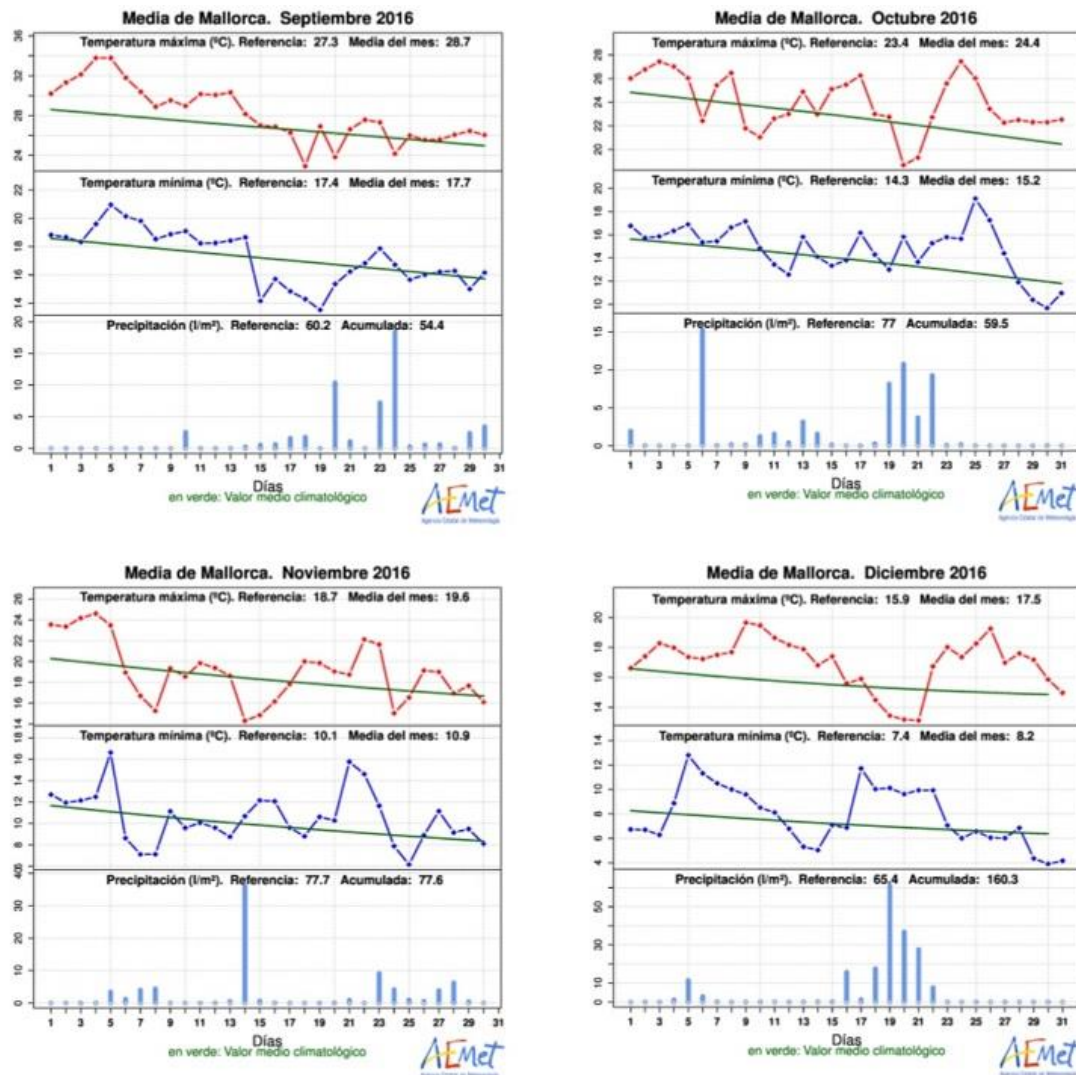
- Pastor-Férriz, M. T. (2016). *Caracterización fenológica, morfológica, fisiológica, fitoquímica, y molecular de las especies silvestres españolas del género Crocus* (Tesis doctoral). Universidad politécnica de Valencia, Valencia.
- von Willert, D. J., Eller, B. M., Werger, M. J. A., Brinckmann, E., and Ihlenfeldt, H. D., (1992). *Life strategies of succulents in deserts*, Cambridge University Press, Cambridge, 343pp, ISBN 0-521-24468-4.

Annex

Codi	Zona	IFO	FFO	AM	UTM
	Comuna bunyola	25/10/2012	-	605	39.422167 2.432586
	Cap pinar	03/12/2012	20/12/2012	72	39.531833 3.115834
	El Toro	28/11/2013		78	39.47846275090457 2.4819942249202525
	Cavall Bernat	07/12/2013	-	166	39.554113 3.1643
	Portals Vells	25/11/2014	-	10	39.4856 2.5064
SGU	Sa Gubia	08/10/2015	04/11/2015	591,9	39.69797773714305 2.6742679263510576
	Cala Boquer	09/10/2015	-	265	39.923725 3.094972
	Mortitx	10/10/2015	-	143	39.533476 2.551515
PGA	Puig de Galatzó	10/10/2015	12/11/2015	867,8	39.63413364154459 2.48651674570221
	Cornador gran	11/10/2015	06/12/2015	850,7	39.758844117529435 2.7486385639076545
PTE	Puig d'es Teix	17/10/2015	11/11/2015	921,7	39.73125147479661 2.661465277049268
	Talaia d'Albercutx	17/10/2015	06/11/2015	349	39.92798722849203 3.116196949721232
	Puig Major	23/10/2015	27/11/2015	1221	39.80139222 2.78590942
	Puig Tomir	27/10/2015	08/12/2015	900	39.84308719544405 2.925787204192055
	Son Tries	01/11/2015	-	290	39.394507 2.343075
	Raixa	01/11/2015	10/11/2015	213	39.68227812412643 2.6652800522098703
	Santa Maria	07/11/2015	-	127	39.391491 2.461689
	Cala Lliteres	07/11/2015	-	15	39.7202 3.4651
MLL	Marina de Lluçmajor (MLL)	19/11/2015	15/12/2015	129,1	39.467580037208606 2.825823749977716
	Talaia d'Alcudia	25/11/2015	13/12/2015	300,1	39.86772201087966 3.174432316270464
ETO	El toro	28/11/2015	18/12/2015	77,9	39.47846275090457 2.4819942249202525
	UIB	dic-15	ene-16	84	39.382144 2.383772
FPO	Far Portocristo	05/12/2015	-	9	39.53506639, 3.33806244
PAM	Punta de n'Amer	05/12/2015	19/12/2015	3	39.58251724, 3.39935874
	Es caló	05/12/2015	-	4	39.7413166 3.2815833
FSC	Font de sa cala	06/12/2015	-	4	39.67311132, 3.45414065
PSF	Puig de sa font	-	06/12/2015	280	39.58251724, 3.39935874

	Sant Elm	-	12/12/2015	90,8	39.5910307368445 2.349566512312572
	Puig son Sard	12/12/2015	-	93	39.64125576, 3.36917922
	PN Mondragó	-	15/12/2015	34	39.326778575473504 3.1445447043101664
	S'algar de Portocolom	18/12/2015	-	9	31S 0523505 4364263
PNL	PN Llevant	29/12/2015	05/02/2016	13,9	39.75098999564843 3.41684737951646
	Recó del suro	24/12/2015	-	22	39.926193 4.282469
	Montgofre vell	26/12/2015	-	37	39.584451 4.131785
	Cala Viola	27/12/2015	-	7	40.075538833 4.09267216
	Cap cavalleria	02/01/2016	-	53	40.5510 4.52856
	Punta nati Cala Morell	12/01/2016	-	25	40.31453 3.52522
	Sa cudia nova	25/01/2016	-	46	39.534580 4.16514
	Macar de Binillautí	02/02/2016	-	12	39.924575 4.28382833
	El Toro	03/11/2016	09/12/2016	78	39.47846275090457 2.4819942249202525
PTE	Puig d'es Teix (PTE)	22/10/2016	09/11/2016	921,7	39.73125147479661 2.661465277049268
GU	Sa Gubia (SGU)	26/10/2016	16/11/2016	591,9	39.69797773714305 2.6742679263510576
PGA	Puig de Galatzó	26/10/2016	16/11/2016	867,8	39.63413364154459 2.48651674570221
MLL	Marina de Lluçmajor	18/11/2016	25/11/2016	129,1	39.467580037208606 2.825823749977716
	Cala Pilar	18/11/2016	-	5	40.050944, 3.978345
STR	Sa Torre	19/11/2016	26/11/2016	120	39.433850, 2.775790
	Cala màrmols	27/11/2016	-	13	39.288803, 3.089786
PNL	PN Llevant (PNL)	28/12/2016	01/02/2017	13,9	39.75098999564843 3.41684737951646
FPO	Far Portocristo	11/12/2016	28/12/2016	9	39.53506639, 3.33806244
PAM	Punta de n'Amer	11/12/2016	05/01/2017	3	39.58251724, 3.39935874
FSC	Font de sa cala	11/12/2016	05/01/2017	4	39.67311132, 3.45414065
	Cala tuent	12/11/2016	25/11/2016	3	39.839655, 2.773014
PSF	Puig de sa font	13/11/2016	11/12/2016	280	39.58251724, 3.39935874

Taula 2. Fenologia de floració de *Crocus cambessedesii*. Zones, dates d'inici de floració observada (IFO), dates de final de floració observada (FFO), altura mitjana de la zona (AM) i coordenades UTM de la zona (UTM).



Gràfic 4. Registre climàtic Aemet. Representació mensual (de dalt a baix) de la temperatura màxima, mínima i la precipitació acumulada, així com els valors de referència d'anys anteriors. Dades extretes dels registres meteorològics mensuals per províncies de l'Aemet per als anys 2015 i 2016.