

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR DE GANDIA

Grau en Ciències Ambientals



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA POLITÈCNICA
SUPERIOR DE GANDIA

**“Comparativa de dos àrees de la Safor
del *Thymus piperella* dels seus olis
essencials i el tipus de sòl”**

TREBALL FINAL DE GRAU

Autora:
María Correcher Chumillas

Tutors:
Josep Vicent Llinares Palacios
Juan Antonio Llorens Molina

GANDIA, 2021

AGRAÏMENTS

A totes les persones que m'han acompanyat durant aquests anys de grau, als quals segueixen al meu costat i als que ja no estan ací.

A Josep, per empatitzar des del primer dia amb mi i ajudar-me sempre que ha pogut fins al moment en el qual faig lliurament d'aquest treball i a Juan Antonio, per prestar-me la seua ajuda i transmetre'm nous coneixements.

RESUM

El *Thymus piperella* L. és una planta silvestre coneguda de manera comuna com pebrella. Es tracta d'un endemisme valencià que habita, concretament, el sud de la província de València, el nord d'Alacant, el nord de Múrcia i l'est d'Albacete.

En el present treball es tracta d'establir una comparativa o relació entre les característiques edafològiques i la composició dels olis essencials de la pebrella de dues àrees situades a La Safor, comarca de la província de València. Aquestes dues àrees fan referència al Circ de la Safor i el Mondúver.

Per a dur a terme aquest estudi s'ha realitzat un mostreig, anàlisi edafològic, extracció d'olis essencials mitjançant equip Clevenger i cromatografia per a la determinació dels compostos majoritaris dels olis essencials.

En els resultats obtinguts es troben, d'una banda, algunes variacions en l'àmbit edafològic i, per una altra, dos quimiotips diferents en cada àrea, el quimiotip carvacrol en la zona del Mondúver, i el quimiotip timol en la zona del Circ de la Safor.

Paraules clau: *Thymus piperella* L., anàlisi edafològic, olis essencials, timol, carvacrol.

RESUMEN

El *Thymus piperella* L. es una planta silvestre conocida de forma común como pebrella. Se trata de un endemismo valenciano que habita, concretamente, el sur de la provincia de Valencia, el norte de Alicante, el norte de Murcia y el este de Albacete.

En el presente trabajo se trata de establecer una comparativa o relación entre las características edafológicas y la composición de los aceites esenciales de la pebrella de dos áreas situadas en La Safor, comarca de la provincia de Valencia. Estas dos áreas hacen referencia al Circo de la Safor y el Mondúver.

Para llevar a cabo este estudio se ha realizado un muestreo, análisis edafológico, extracción de aceites esenciales mediante equipo Clevenger y cromatografía para la determinación de los compuestos mayoritarios de los aceites esenciales.

En los resultados obtenidos se encuentran, por una parte, algunas variaciones en el ámbito edafológico y, por otra, dos quimiotipos diferentes en cada área, el quimiotipo carvacrol en la zona del Mondúver, y el quimiotipo timol en la zona del Circo de la Safor.

Palabras clave: *Thymus piperella* L., análisis edafológico, aceites esenciales, timol, carvacrol.

ABSTRACT

Thymus piperella L. is a wild plant commonly known as pebrella. It is a Valencian endemism that inhabits, specifically, the south of the province of Valencia, the north of Alicante, the north of Murcia and the east of Albacete.

In the present work we try to establish a comparative or relationship between the edaphological characteristics and the composition of the essential oils of the pebrella of two areas located in La Safor, a region of the province of Valencia. These two areas refer to the Circo de la Safor and Mondúver.

In order to carry out this study, sampling, soil analysis, extraction of essential oils using Clevenger equipment and chromatography for the determination of the majority compounds of the essential oils were carried out.

The results obtained show, on the one hand, some variations in the edaphological area and, on the other hand, two different chemotypes in each area, the carvacrol chemotype in the Mondúver area, and the thymol chemotype in the Circo de la Safor area.

Key words: *Thymus piperella* L., edaphological analysis, essential oils, thymol, carvacrol.

ÍNDEX

1.	INTRODUCCIÓ.....	1
1.1.	<i>Thymus piperella</i> L.....	1
1.2.	Etnobotànica del <i>Thymus</i> L.....	2
1.3.	Àrea de distribució de la pebrella.....	2
2.	OBJECTIUS	3
3.	MATERIAL I MÈTODES	4
3.1.	Característiques de la zona d'estudi.....	4
3.1.1.	Localització	4
3.1.2.	Clima.....	5
3.1.3.	Edafologia	10
4.	METODOLOGIA.....	12
4.1.	Mostreig	12
4.2.	Anàlisi edafològic.....	13
4.2.1.	Mostra inalterada	14
4.2.2.	Determinació de la textura	14
4.2.3.	Contingut en carbonats	15
4.2.4.	pH	16
4.2.5.	Conductivitat	16
4.2.6.	Determinació de la matèria orgànica.....	16
4.2.7.	Color	16
4.3.	Extracció i anàlisi de l'oli essencial.....	17
4.3.1.	Material vegetal.....	17
4.3.2.	Preparació de les mostres	18
4.3.3.	Fonament de l'equip Clevenger.....	19
4.3.4.	Procés d'extracció i rendiment	19
4.3.5.	Cromatografia de gasos (GC/MS)	21

5.	RESULTATS.....	23
5.1.	Mostra inalterada	23
5.2.	Contingut en carbonats	24
5.3.	Determinació de la textura	25
5.4.	pH	26
5.5.	Conductivitat	26
5.6.	Determinació de la matèria orgànica.....	27
5.7.	Color	28
5.8.	Composició química de l'oli essencial.....	29
6.	CONCLUSIONS	38
7.	BIBLIOGRAFIA	39

ÍNDIX DE FIGURES

Figura 1: <i>Thymus piperella</i> L.	1
Figura 2: Mapa de distribució de la pebrella. (Font: Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge).....	2
Figura 3: El Mondúver.	4
Figura 4: El Circ de la Safor.	5
Figura 5: Diagrama ombrotèrmic. (Font: http://www.globalbioclimatics.org/).....	10
Figura 6: Distribució de perfils de Lluvisols en la Comunitat València. (Font: LOS SUELOS FORESTALES DE LA COMUNITAT VALENCIANA, Catálogo de perfiles representativos)	11
Figura 7: Mostreig mostra alterada en el Circ de la Safor.....	12
Figura 8: Mostreig mostra inalterada en el Circ de la Safor.....	13
Figura 9: Separació d'elements fins i gruixos.....	13
Figura 10: Determinació de la textura.	14
Figura 11: Calcímetre de Bernard (Font: Manual de pràctiques d'edafologia)	15
Figura 12: Taula de colors de Munsell.	17
Figura 13: <i>Thymus piperella</i> L. en flor.....	18
Figura 14: Material vegetal sec i triturat.....	18
Figura 15: Parts del Clevenger.	20
Figura 16: : Olis essencials obtinguts de les 3 mostres.	20
Figura 17: Cromatograma GC/MS zona Mondúver.	29
Figura 18: Cromatograma GC/MS zona Circ de la Safor.	33

ÍNDIX DE TAULES

Taula 1: Dades climàtiques de la zona del Mondúver.....	7
Taula 2: Dades climàtiques de la zona del Circ de la Safor.	9
Taula 3: Coordenades de les mostres de la zona del Mondúver.	12
Taula 4: Coordenades de les mostres de la zona del Circ de la Safor.	12
Taula 5: Rendiments associats al procés d'extracció dels olis essencials del Circ de la Safor.	21
Taula 6: Rendiments associats al procés d'extracció dels olis essencials del Mondúver.	21
Taula 7: Dades de la densitat aparent i la porositat de la zona del Mondúver.	23
Taula 8: Dades de la densitat aparent i la porositat de la zona del Circ de la Safor.....	23
Taula 9: Dades del contingut en carbonats del sòl.	24
Taula 10: Textura dels sòls mostres zona Mondúver.....	25
Taula 11: Textura dels sòls mostres zona Circ de la Safor.....	25
Taula 12: Dades i interpretació del sòl.....	26
Taula 13: Dades i interpretació conductivitat del sòl.....	27
Taula 14: % de carbó orgànic i matèria orgànica del sòl.....	28
Taula 15: Color del sòl.	28
Taula 16: Composició completa de l'oli essencial de la pebrella en la zona del Mondúver (identificació per espectroscòpia de masses).	30
Taula 17: CONTINUACIÓ composició completa de l'oli essencial de la pebrella en la zona del Mondúver (identificació per espectroscòpia de masses).	31
Taula 18: Compostos químics, mitja i desviació estàndard dels resultats obtinguts de la zona del Mondúver.	32
Taula 19: Composició completa de l'oli essencial de la pebrella en la zona del Circ de la Safor (identificació per espectroscòpia de masses).	34
Taula 20: CONTINUACIÓ composició completa de l'oli essencial de la pebrella en la zona del Circ de la Safor (identificació per espectroscòpia de masses).	35
Taula 21: Compostos químics, mitja i desviació estàndard dels resultats obtinguts de la zona del Circ de la Safor.....	35
Taula 22: CONTINUACIÓ compostos químics, mitja i desviació estàndard dels resultats obtinguts de la zona del Circ de la Safor.	36

1. INTRODUCCIÓ

1.1. *Thymus piperella* L.

El *Thymus piperella* L., conegut de forma més comuna com pebrella, és una planta silvestre considerada un endemisme valencià que es troba, més concretament, al sud de la província de València, al nord d'Alacant i s'endinsa cap al nord de Murcia i la part més oriental d'Albacete.



Figura 1: *Thymus piperella* L.

La pebrella és una planta perenne i silvestre, de mata xicoteta, amb nombroses tiges erectes i no radicants, amb una altura que oscil·la entre els 10 i els 40 centímetres. Les fulles són ovalades, planes, amb glàndules esfèriques vermelloses i curtament peciolades, amb un calze que presenta una grandària d'aproximadament uns 5-6 mil·límetres. La corol·la és d'una grandària inferior als 10 mil·límetres i presenta una tonalitat rosada. La seua època de floració es troba entre els mesos de juliol i setembre.

Atenent a la seua classificació, pertany al Regne *Plantae*, Divisió *Magnoliophyta*, Classe *Rosopsida*, Ordre *Lamiales*, Família *Lamiaceae*, Gènere *Thymus* L. i espècie *piperella* L.

Cal destacar que és una planta pionera a l'hora de rebrotar després dels incendis forestals.

1.2. *Etnobotànica del Thymus L.*

Si parlem dels timons en general, hem de ressaltar que des de l'antiguitat, els hem emprat amb finalitats terapèutiques o culinàries. Alguns usos molt típics relacionats en la pebrella, en l'àmbit de l'alimentació, en la Comunitat Valenciana, són: per a l'adob d'olives o per a donar-li un sabor particular al gaspatxo.

Algunes espècies d'aquest gènere també s'han cultivat amb una finalitat més ornamental. En l'actualitat, hem anat un pas més enllà, i aquestes plantes també tenen importància en la indústria de la perfumeria, ja que d'aquestes obtenim essències. També l'hem emprat en la medicina popular com antisèptic pres en forma d'infusió. (Morales, 1986).

També cal destacar que les pel·lícules comestibles de quitosà incorporades amb olis essencials de la pebrella, podrien utilitzar-se com a pel·lícules actives naturals per a ús alimentari, a causa de la seua excel·lent activitat antibacteriana i antioxidant. (Ruiz-Navajas *et al*, 2013).

1.3. *Àrea de distribució de la pebrella*

La pebrella habita sobre substrats variats de naturalesa bàsica, sota bioclima termo i mesomediterrani sec-subhúmit. Forma part de matolls heliòfils. No és infreqüent que colonitze sòls descarnats o inclús penyes.

Es considera un endemisme valencià ja que la seua àrea de distribució majoritària és la província de València, no obstant això, també podem trobar-la per les províncies d'Alacant, Albacete o Murcia.



Figura 2: Mapa de distribució de la pebrella. (Font: Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge)

2. OBJECTIUS

L'objectiu principal consisteix en establir una relació entre els olis essencials del *Thymus piperella* L. de dos zones de mostreig situades en el terme de la Safor, en relació al tipus de sòl.

Per aconseguir aquest objectiu hi han alguns altres més específics que s'enumeren a continuació:

- Realitzar un anàlisi edafològic de les zones del Mondúver i el Circ de la Safor, per tal de conèixer les característiques del sòl de les zones de mostreig del present estudi.
- Extraure la composició de l'oli essencial mitjançant hidrodestil·lació amb: equip Clevenger per l'extracció de l'oli i cromatografia de gasos per a la identificació i quantificació dels compostos.

3. MATERIAL I MÈTODES

3.1. Característiques de la zona d'estudi

3.1.1. Localització

Degut a que el present treball realitza una comparació entre mostres agarrades en diferents zones, encara que es troben en el mateix terme i al llarg del treball ens farem servir d'algunes dades que faran referència a ambdues, per començar parlarem en termes generals de cadascuna d'elles per tal de tindre una idea global.

- En primer lloc, el Mondúver és un massís muntanyenc prelitoral situat entre els sistemes bètic i ibèric, en la comarca de la Safor, en la província de València, dins de la Comunitat Valenciana. La cima està situada a 841m respecte al nivell de la mar.

Entre els hàbitats a destacar de la zona podem trobar matolls o pasturatges, matolls termomediterranis o prats calcaris càrstics.

Dins de les espècies que es troben molt representades en la zona, cal mencionar algunes aus com: l'àguila cuabarrada (*Aquila fasciata*) o l'àguila marcenca (*Circaetus gallicus*), i alguns quiròpters com: la ratapinyada gran de ferradura (*Rhinolophus ferrumequinum*) o la ratapinyada de cova (*Miniopterus schreibersii*). Respecte a la vegetació, destacarem la presència de nombroses espècies endèmiques com l'ull de perdiu (*Silene diclinis* (Lag.) M. Laínz) o boca de drac de roca (*Antirrhinum valentinum* Font Quer).



Figura 3: El Mondúver.

- Per altra banda, el Circ de la Safor està situat a 3 kilòmetres de la localitat de Vilallonga, també situada en la comarca de la Safor, en la província de València, Comunitat Valenciana.

Aquesta peculiar zona es va crear gràcies a processos de carstificació i erosió lineal en uns materials triturats, situats enfront d'una falla, els quals van ser erosionats per les aigües del Riu Serpis. El circ de la Safor és semblant a una gran foradada ovalada, una forma composta per calcàries, dolomies, margues, margues arenoses, margocalcàries i calcàries oolítiques. Presenta una altitud de 1011m. La forma actual és casi semicircular, de 2.5km de radi major a 2km de radi menor, amb uns 800m de desnivell. (Pulido i Pérez, 1978).

Entre la vegetació que podem destacar es troben el llentiscle (*Pistacia lentiscus* L.), el bruc (*Erica multiflora* L.) o el margalló (*Chamaerops humilis* L.).



Figura 4: El Circ de la Safor.

3.1.2. Clima

El clima és un factor ecològic de primera magnitud, molt important a l'hora del desenvolupament de espècies. En primer lloc parlarem del clima de la zona del Mondúver. Les dades s'han obtingut d'un període de 10 anys comprés entre 2011 i 2020, de la estació meteorològica de Gandia-Marxuquera, ubicada en les coordenades: 38° 57' 51" N 0° 13' 56" W.

- Temperatura: En la taula 1 podem observar com la temperatura mitja és de 17,54°C, sent la temperatura màxima absoluta de 38,98°C, i el mes més fred gener, amb una temperatura mínima absoluta de -1,7°C. La temperatura mitja màxima supera els 30°C i la mitja mínima és inferior als 7°C.

- Precipitació: La precipitació mitjana mensual del període comprés entre els anys estudiats és de 43,85mm, sent el mes on més precipitacions hi ha, amb molta diferència de la resta, novembre, amb 104,27mm. El mes amb menor precipitacions, coincideix amb el mes més càlid, sent juliol amb 1,64mm. L'època de l'any amb un nombre menor de precipitacions es dona en el període estival, la qual cosa és una característica fonamental del clima mediterrani.
- Humitat: En relació a la humitat, la mitja mensual és d'un 68,61%, sent una humitat relativament alta però tractant-se d'un valor normal si tenim en compte que les zones de mostreig es troben properes a la costa mediterrània. La mitja mensual de la humitat màxima registrada en el període de 10 anys estudiat, és propera al 100%, i la humitat mínima mensual mitjana és d'un 19,11%.
- Radiació: La màxima radiació es dona al mes de juny, sent de 25,87MJ/m², molt semblant a la de juliol. La mínima es dona al mes amb un major nombre de precipitacions, novembre, amb 7,56MJ/m². La radiació mitjana anual és de 16,32MJ/m².
- Evapotranspiració: La evapotranspiració està condicionada per diferents variants climàtiques com poden ser la humitat, la radiació, la temperatura o la velocitat del vent. A continuació, podem comprovar en la taula 1 com la evapotranspiració augmenta considerablement en la nostra zona d'estudi en els mesos on més radiació i menor nombre de precipitacions hi ha.

En la taula 1 es mostren les dades climatològiques de la zona del Mondúver:

Taula 1: Dades climàtiques de la zona del Mondúver.

	Temp Mitja (°C)	Temp Max (°C)	Temp Mín (°C)	Hum Mitja (%)	Hum Màx (%)	Hum Mín(%)	Vel Vent (m/s)	Radiació (MJ/m2)	Precipitació (mm)	PePMon	EtPMon
GENER	10,57	23,98	-1,70	67,90	98,99	19,57	1,01	8,19	59,20	31,50	39,00
FEBRER	10,95	25,09	-1,50	64,29	98,89	16,27	1,09	11,11	26,75	11,98	51,00
MARÇ	13,16	28,05	0,85	65,11	98,99	15,62	1,15	15,07	52,55	27,72	77,87
ABRIL	15,67	31,04	4,87	68,09	98,79	18,22	1,08	18,70	68,98	34,81	98,79
MAIG	19,08	34,21	6,90	64,73	98,42	16,85	0,96	24,04	19,55	8,07	135,81
JUNY	23,12	36,43	11,58	62,29	96,94	17,99	0,96	25,87	7,86	3,00	154,54
JULIOL	26,02	38,98	15,92	65,31	96,78	16,82	0,99	25,26	1,64	0,06	163,75
AGOST	25,82	38,84	15,65	70,34	97,76	15,64	0,88	21,57	19,64	9,74	139,42
SEPTEMBRE	22,57	34,97	12,18	73,13	98,10	21,51	0,78	17,14	53,31	29,58	97,86
OCTUBRE	18,58	32,23	6,95	75,45	99,15	22,44	0,70	12,70	42,70	21,70	64,31
NOVEMBRE	13,89	27,10	2,04	73,41	99,20	25,28	0,88	8,65	104,27	54,39	39,43
DECEMBRE	11,04	22,97	-0,15	73,26	99,15	23,17	0,85	7,56	69,70	37,55	30,43
MITJANA	17,54	31,16	6,13	68,61	98,43	19,11	0,94	16,32	43,85	22,51	91,02

Per altra banda, esmentem a continuació les dades relacionades amb la zona del Circ de la Safor. Les dades s'han obtingut d'un període de 10 anys comprés entre 2011 i 2020, de la estació meteorològica de Vilallonga, ubicada en les coordenades: 38° 53' 29,25" N 0° 12' 15,87" W.

- Temperatura: En aquest cas, la temperatura mitjana anual es de 17,95°C, per lo que podem afirmar que aquesta és un poc més elevada en comparació a la registrada en la zona del Mondúver. Cal destacar que la temperatura mínima absoluta registrada a la zona del Mondúver es troba per baix dels 0°C, sent -1,7°C, i en aquesta zona la mínima absoluta és de 1,41°C.
- Precipitació: La mitja mensual de les precipitacions calculada en les dades recopilades en 10 anys és de 55,16mm, sent octubre el mes que presenta la major quantitat de precipitacions registrades amb 105,56mm i el mes amb menor nombre de precipitacions juliol, amb 4,82mm, dades que afirmen que, igual que en la zona del Mondúver, l'època de l'any amb un nombre menor de precipitacions i amb temperatures més elevades es dona en el període estival.
- Humitat: La humitat màxima mitjana mensual també s'aproxima al 100%, i la mínima mensual mitjana és de 19,57%. La humitat mitjana de tot l'any registrada és d'un 64,46%.
- Radiació: Igual que en la zona del Mondúver, el mes que presenta la radiació màxima és juny, sent en aquest cas de 24,46 MJ/m² i la mínima de 6,82 MJ/m² està registrada en desembre. La radiació mitjana anual és de 15,52 MJ/m².
- Evapotranspiració: Les conclusions que podem extraure amb les dades d'evapotranspiració són les mateixes que en la zona del Mondúver, ja que augmenta en el període estival, en els mesos on més radiació i menor nombre de precipitacions hi ha.

En la taula 2 es mostren les dades climatològiques del Circ de la Safor:

Taula 2: Dades climàtiques de la zona del Circ de la Safor.

	Temp Mitja (°C)	Temp Max (°C)	Temp Mín (°C)	Hum Mitja (%)	Hum Màx (%)	Hum Mín (%)	Vel Vent (m/s)	Radiació (MJ/m2)	Precipitació (mm)	PePMon	EtPMon
GENER	11,17	23,67	1,41	62,30	96,85	19,30	0,98	7,78	76,69	41,95	38,63
FEBRER	11,50	24,79	1,64	59,34	97,48	16,69	1,01	11,13	37,30	17,46	49,62
MARÇ	13,60	27,53	2,99	60,84	98,78	16,38	0,99	14,56	83,45	44,96	75,25
ABRIL	15,82	30,12	5,86	65,37	98,28	18,78	0,92	17,90	80,09	41,24	93,53
MAIG	19,45	34,03	8,97	61,11	97,14	18,18	0,90	22,94	22,55	10,86	131,66
JUNY	23,35	37,01	12,98	60,93	96,30	18,03	0,90	24,46	11,91	4,68	148,73
JULIOL	26,21	39,43	17,04	63,45	96,61	17,18	0,88	23,94	4,82	1,47	158,27
AGOST	26,09	39,55	17,50	67,27	97,01	17,10	0,82	20,33	34,80	18,01	134,69
SEPTEMBRE	22,98	35,17	14,39	68,74	97,86	21,17	0,75	16,09	68,15	38,70	94,42
OCTUBRE	19,12	32,20	9,27	69,62	97,64	23,24	0,74	12,26	48,44	24,82	64,98
NOVEMBRE	14,32	26,66	5,18	68,31	97,97	26,76	0,88	7,97	105,56	56,91	39,28
DECEMBRE	11,80	22,73	3,15	66,32	97,75	22,06	0,99	6,82	88,14	46,42	34,11
MITJANA	17,95	31,07	8,37	64,46	97,47	19,57	0,89	15,52	55,16	28,96	88,60

Aquest diagrama ombrotèrmic (Figura 5) fa referència a la zona del Mondúver. Representa la temperatura i precipitacions en un doble eix y, i els diferents mesos de l'any en el eix x, podem corroborar i veure de forma més gràfica l'esmentat anteriorment en ambdues zones. La línia de color blau fa referència a les precipitacions i la de color roig al·ludeix a la temperatura. Que la línia de precipitacions estiga per baix de la línia de temperatures ens indica el període de sequera, representat per punts. Pel contrari, quan la línia de precipitacions estiga per damunt de la de temperatura, tram representat per línies, ens trobarem en el període humit.

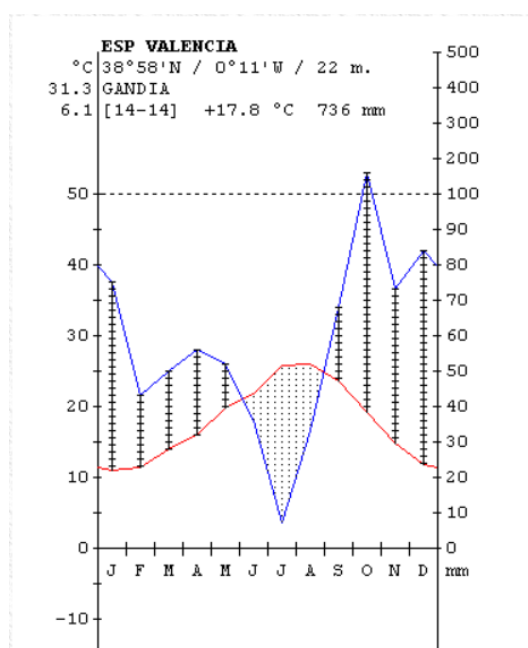


Figura 5: Diagrama ombrotèrmic. (Font: <http://www.globalbioclimatics.org/>)

Atenent al sistema mundial de classificació bioclimàtica, el nostre clima de ambdues zones és mediterrani pluviestacional oceànic.

3.1.3. Edafologia

El tipus de sòl característic en ambdues zones és Lluvisol càlcic.

Els Lluvisols són sòls que presenten un perfil del tipus A/Bt/C, que són prou antics com per a que els processos de formació hagen tingut prou de temps per arribar al seu estat actual de maduresa. Es caracteritzen per tindre un horitzó ocric superficial i un horitzó B àrgic d'estructura prismàtica amb pel·lícules d'argila. Els Lluvisols que es desenvolupen a partir de materials consolidats com

calcàries es troben associats a processos càrstics de dissolució de les roques carbonatades.

En la formació d'aquest tipus de sòl es requereix un primer procés de rentada total de carbonats, per a que l'absència de Ca^{+2} en el perfil afavorisca els processos d'argiluvilació. Aquest procés implica l'alliberació d'òxids de ferro que són els que li confereixen a aquest tipus de sòl el color vermellós.

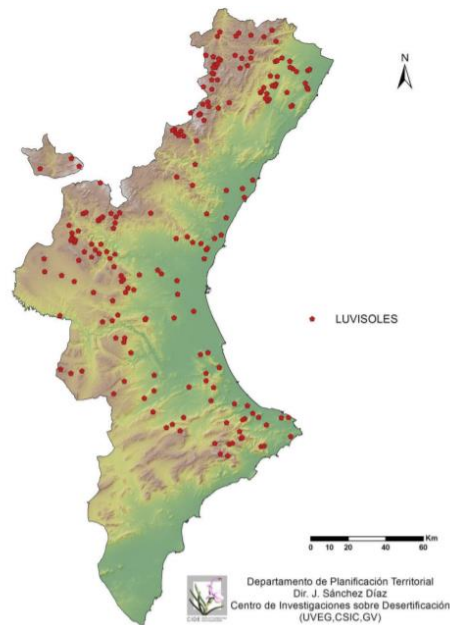


Figura 6: Distribució de perfils de Lluvisols en la Comunitat Valenciana. (Font: LOS SUELOS FORESTALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA, Catálogo de perfiles representativos)

4. METODOLOGIA

4.1. Mostreig

Les coordenades de les mostres de sòl arreplegades en la zona del Mondúver i el Circ de la Safor respectivament van ser:

Taula 3: Coordenades de les mostres de la zona del Mondúver.

PUNT DE REFERÈNCIA	COORDENADES		ALTITUD
MONDUVER 1	39° 0' 8" N	0° 15' 38" O	480
MONDUVER 2	39° 0' 11" N	0° 15' 41" O	480
MONDUVER 3	39° 0' 11" N	0° 15' 42" O	480
MONDUVER 4	39° 0' 13" N	0° 15' 48" O	480

Taula 4: Coordenades de les mostres de la zona del Circ de la Safor.

PUNT DE REFERÈNCIA	COORDENADES		ALTITUD
CIRC DE LA SAFOR 1	38° 52' 28" N	0° 14' 39" O	210
CIRC DE LA SAFOR 2	38° 52' 25,1" N	0° 14' 39,4" O	215
CIRC DE LA SAFOR 3	38° 52' 20,3" N	0° 14' 46,9" O	265
CIRC DE LA SAFOR 4	38° 52' 19,8" N	0° 14' 49,4" O	271

En primer lloc, per a obtindre les mostres de sòl, vam emprar diferents mecanismes en funció de si la mostra era alterada o inalterada.

Per a la mostra alterada, únicament ens vam fer servir d'una pala de mà i una bossa per guardar la mostra.



Figura 7: Mostreig mostra alterada en el Circ de la Safor.

En canvi, el procediment per agafar la mostra inalterada va començar per col·locar el core o cilindre al sòl, després vam ficar damunt el puny d'una pala i li vam donar en la maça per tal d'afonar-lo en la terra. Per acabar, vam extraure la mostra amb cura de que no caiguera el material que havia quedat comprimit en el core i el vam introduir en una bossa.



Figura 8: Mostreig mostra inalterada en el Circ de la Safor.

4.2. Anàlisi edafològic

El primer pas per tal de realitzar l'anàlisi edafològic va ser l'assecat i tamisat de la mostra. El tamisat es va realitzar mitjançant un tamís de 2mm de pas de llum, per tal de fer una separació entre els elements fins i gruixos i obtenir la terra fina en la que treballar posteriorment.



Figura 9: Separació d'elements fins i gruixos.

Pel fet que es van emprar diferents mètodes fisicoquímics i amb la finalitat de tindre un anàlisi edafològic el més complet possible i precís, es procedeix a explicar resumidament cadascun d'ells.

4.2.1. Mostra inalterada

Per tal de poder realitzar posteriorment els càlculs de la mostra inalterada, es van dessecar les mostres ficant-les en una safra de metall i posant-les a l'estufa a 105°C durant 24 hores. El volum del core va ser determinat mesurant-lo en un peu de rei.

4.2.2. Determinació de la textura

Es va dur a terme amb el mètode Bouyocous. En primer lloc, es va pesar 40g de sòl, es va col·locar en una càpsula de porcellana, s'afegiren 100mL de "Calgón" (el "Calgón" és una preparació comercial de metafosfat sòdic que conté la quantitat apropiada de Na_2CO_3 com per a donar un pH de 8.3 en una solució aquosa al 10%), es va deixar aproximadament deu minuts per a que el sòl ho absorbira i seguidament la suspensió va ser transferida a la batidora on va estar cinc minuts. Passats els cinc minuts, la suspensió es va transferir a una proveta de 1L i es va enrasar en aigua. Per tal de manejar qualsevol partícula que haguera pogut depositar-se en el fons i mesclar-ho bé, es va emprar un èmbol. Immediatament després de traure l'èmbol, es va anotar el temps inicial i es van afegir 2-3 gotes d'alcohol amílic per tal de llevar l'espuma. Als 30 segons s'introduí el densímetre en la suspensió, llegint-se l'escala i anotant-se la primera lectura, les següents van ser realitzades als 60 segons i als 3, 10, 30, 90 i 1200 minuts.



Figura 10: Determinació de la textura.

4.2.3. Contingut en carbonats

Per tal de determinar el contingut en carbonats del sòl, es va emprar el Calcímetre de Bernard. En primer lloc es van pesar 0,5g de cada mostra, ja que la terra a analitzar era prou calcària, van ser introduïts en un erlenmeyer amb un tub que contenia 1mL d'àcid clorhídric i es va tancar amb un tap de goma. Seguidament, es va mesurar el nivell del cero manejant el depòsit per a enrasar el nivell de la bureta. A continuació, es va menejar l'erlenmeyer per tal d'alliberar el clorhídric i que es barrejara amb el sòl. Mentrestant s'anava menejant l'erlenmeyer, el líquid contingut en la bureta anava descendint i a la vegada s'acompanyava a eixe líquid amb el depòsit per tal de que el nivell fora el mateix en els dos. Finalment, quan el nivell de líquid de la bureta va quedar estacionari i al mateix nivell que el depòsit, es va prendre la lectura del nivell aconseguit pel líquid en la bureta.

En la següent figura es pot visualitzar el Calcímetre de Bernard amb les diferents parts que el componen.

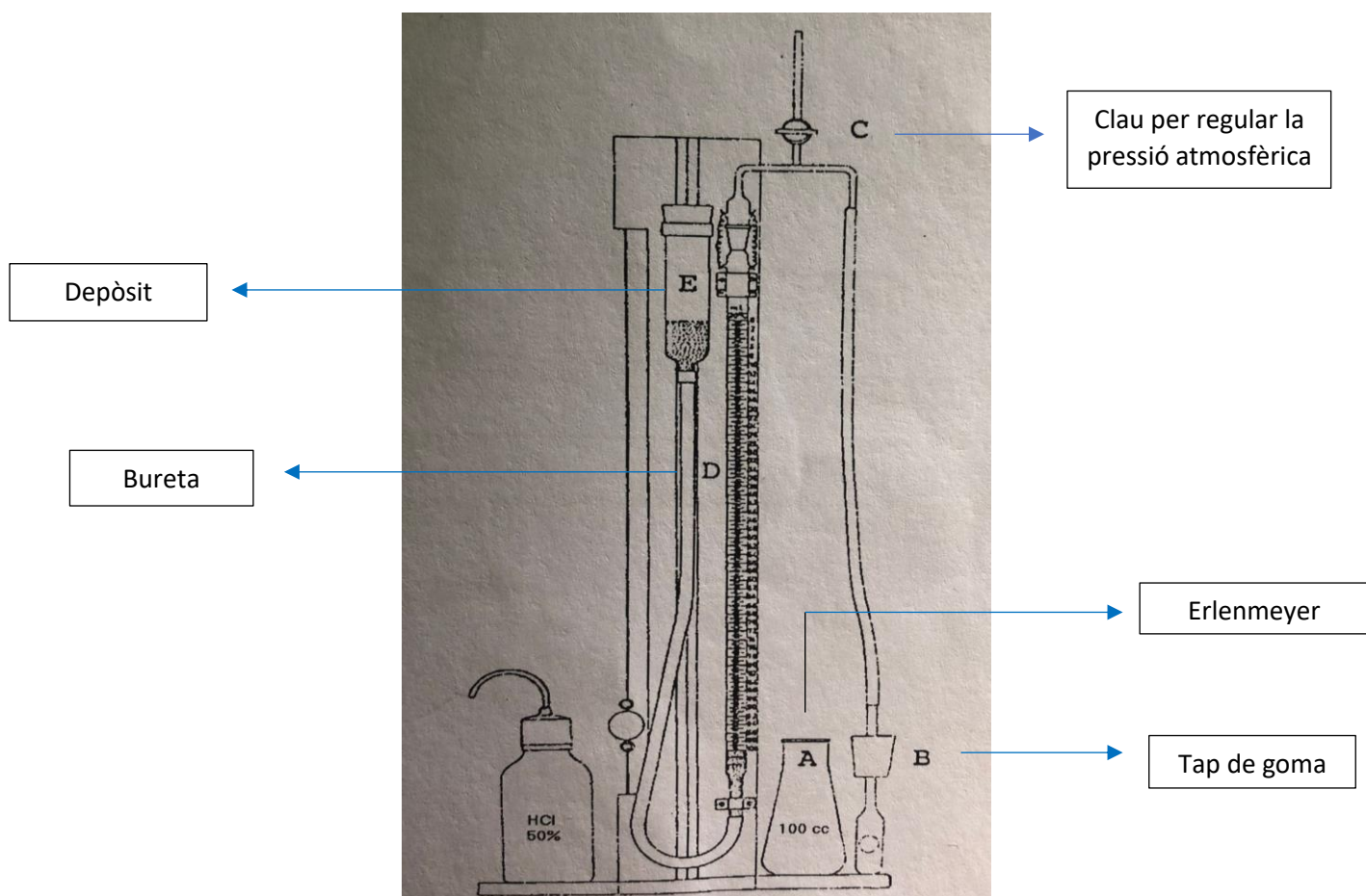


Figura 11: Calcímetre de Bernard (Font: Manual de pràctiques d'edafologia)

4.2.4. pH

Amb la finalitat de mesurar el pH del sòl es va utilitzar un pH-metre. En primer lloc es van pesar 10 g de sòl, s'afegiren 25mL d'aigua destil·lada i s'agitaren les mostres mitjançant un agitador magnètic durant aproximadament 10 minuts.

4.2.5. Conductivitat

La conductivitat va ser mesurada mitjançant conductímetre, amb un procediment semblant a l'emprat per a mesurar el pH. En primer lloc es van pesar 10g de sòl, després s'afegiren 50mL d'aigua destil·lada i va ser agitat amb un agitador magnètic durant, aproximadament, mitja hora. Transcorreguda la mitja hora, es va emprar la centrifuga, que va agilitar la decantació de la part sòlida de la mostra i va fer possible mesurar fàcilment la conductivitat.

4.2.6. Determinació de la matèria orgànica

La determinació del carbó orgànic es va dur a terme segons el mètode de Walkley-Black. El procediment va començar per pesar 0.5g de sòl i ficar-los en un matràs Erlenmeyer de 250mL. Es van afegir 10mL de dicromat potàssic 1N i es van menejar al matràs. Seguidament, en una campana de fums, es van afegir 10mL de sulfúric concentrat i es va tornar a menejar el matràs durant aproximadament 5 minuts, per tal de mesclar-ho tot bé i que es refredara. Una vegada el matràs no estava calent, s'afegiren 50mL d'aigua amb l'ajuda d'una proveta graduada i 4 gotes de l'indicador complex ferrós d'ortofenantrolina. Quan va estar tot mesclat, l'excés de dicromat va ser valorat amb sulfat de ferro (II) 0.5N, on es va poder observar com, quan estava a punt d'arribar al punt final, primer canviava de color a verd clar, després es tornava més obscur i de sobte, escassos segons després passava a blau i finalment, roig. Per a la determinació del blanc el procediment va ser pràcticament el mateix, amb la variació de que no es va afegir sòl.

4.2.7. Color

El color va ser determinat per comparació amb la taula de color de Munsell. La taula Munsell està composta de diverses fulles, i cadascuna representa un matís específic, una lluentor i una saturació. El matís apareix en la part superior dreta de les fulles i tots els colors que apareixen en una mateixa fulla tenen el mateix matís. Per a designar el matís s'utilitza un número que es troba en un rang del 0 al 1, sent més groguenc i menys roig a mesura que augmenta el valor del número, acompanyat de lletres que indiquen el color de la longitud d'ona

predominant, sent `R` per al color roig, `Y` per al groc i `RY` per al roig-groc. La lluentor està representada de forma vertical en la fulla, incrementant el seu valor de baix a dalt, és a dir, fent-se més clar en aquest ordre, i oscil·lant els valors entre 0 i 10, representant 0 el negre absolut i 10 el blanc absolut. Per últim, la saturació està representada en sentit horitzontal, en la part inferior de la fulla, incrementant-se d'esquerra a dreta i oscil·lant els valors entre el 0 i 20.

La forma de representar el color del sòl és:

Matís lluentor/ saturació

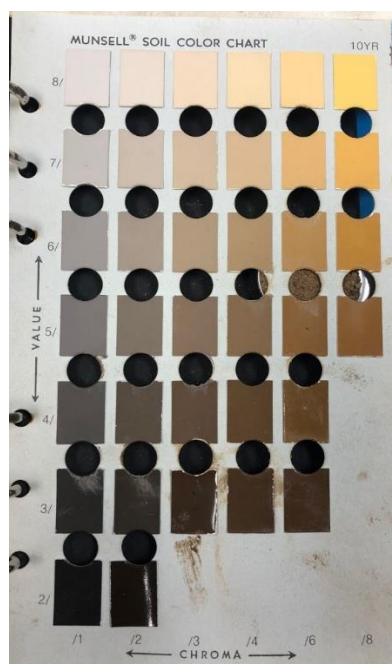


Figura 12: Taula de colors de Munsell.

4.3. Extracció i anàlisi de l'oli essencial

4.3.1. Material vegetal

Primer de tot, cal esmentar que les dades relacionades en la recol·lecció, extracció i anàlisi de l'oli essencial de la Drova, és a dir, de la zona del Mondúver, són procedents d'estudis previs, concretament d'un estudi que està realitzant-se a l'Institut Agroforestal Mediterrani, per la qual cosa, per al present estudi, només es van recol·lectar i analitzar les mostres de la planta del *Thymus piperella* L. procedents del Circ de la Safor. Això és degut al retràs en la floració de la pebreira per les condicions climàtiques que s'han donat aquest any, que han fet impossible arrebregar mostres d'aquesta zona per una falta de temps per a poder analitzar-les posteriorment i incloure els resultats en el present estudi.

Es van obtenir tres mostres de *Thymus piperella* L. a partir del material procedent de trenta plantes diferents separades entre si almenys deu metres, degudament homogeneïtzat. La recol·lecció va ser realitzada al principi de la floració en la zona del Circ de la Safor. Cal esmentar, que la metodologia emprada amb les mostres de La Safor ha estat la mateixa que l'aplicada amb les mostres de la Drova.



Figura 13: *Thymus piperella* L. en flor.

4.3.2. Preparació de les mostres

El material vegetal es va deixar assecar a l'aire, completament protegit de la llum solar, fins a pes constant. Posteriorment, les tiges van ser separades, i de la resta de les parts aèries homogeneïtzades es van obtenir tres submostres per a realitzar l'anàlisi químic per triplicat.



Figura 14: Material vegetal sec i triturat.

4.3.3. Fonament de l'equip Clevenger

Es va dur a terme mitjançant hidrodestil·lació amb equip Clevenger. La hidrodestil·lació és una tècnica de destil·lació per arrossegament amb vapor d'aigua, en la qual el material vegetal es troba en contacte amb l'aigua bullent. La separació dels components més volàtils del material vegetal (que constitueixen l'oli essencial) es basa en l'additivitat de les pressions de vapor de líquids immiscibles, com ho són l'aigua i els compostos que formen l'oli essencial. En calfar l'aigua junt el material vegetal, com l'ebullició té lloc quan la pressió de vapor és igual a l'externa (en el nostre cas, a l'atmosfèrica), els components volàtils del material vegetal poden passar a estat de vapor a una temperatura notablement inferior a la seua temperatura d'ebullició com a substàncies pures, més concretament a una temperatura que estiga al voltant de la temperatura d'ebullició de l'aigua. Per tot això, el vapor generat conté xicotetes quantitats d'oli essencial que, en condensar, per la seua immiscibilitat, queden separades de la fase aquosa (normalment en la part superior ja que solen ser menys denses que l'aigua), i així, deixant el temps que correspon, podem extraure tot l'oli essencial. (Barrow, 1972).

4.3.4. Procés d'extracció i rendiment

En primer lloc, col·loquem el material vegetal ja sec en el matràs de baló, afegim aproximadament 10ml d'aigua per cada gram de mostra i el cal fem en la manta calefactora fins arribar a ebullició. Quan l'aigua i els compostos volàtils i semivolàtils de la planta comencen a evaporar, ascendeixen pel cos del Clevenger fins al refrigerant, on condensen i el líquid cau a una secció graduada, és a dir a la bureta del Clevenger, on es emmagatzemat i l'aigua i l'oli essencial es separen per decantació. L'oli essencial obtingut, com té una densitat inferior a la de l'aigua, roman en la part superior formant una fase immiscible. L'oli obtingut s'arplega en un recipient.

El procés va durar entre 2 i 3 hores aproximadament, fins que el volum d'oli va deixar d'augmentar.

En la figura 15 podem veure les diferents parts que componen l'equip d'hidrodestil·lació Clevenger:

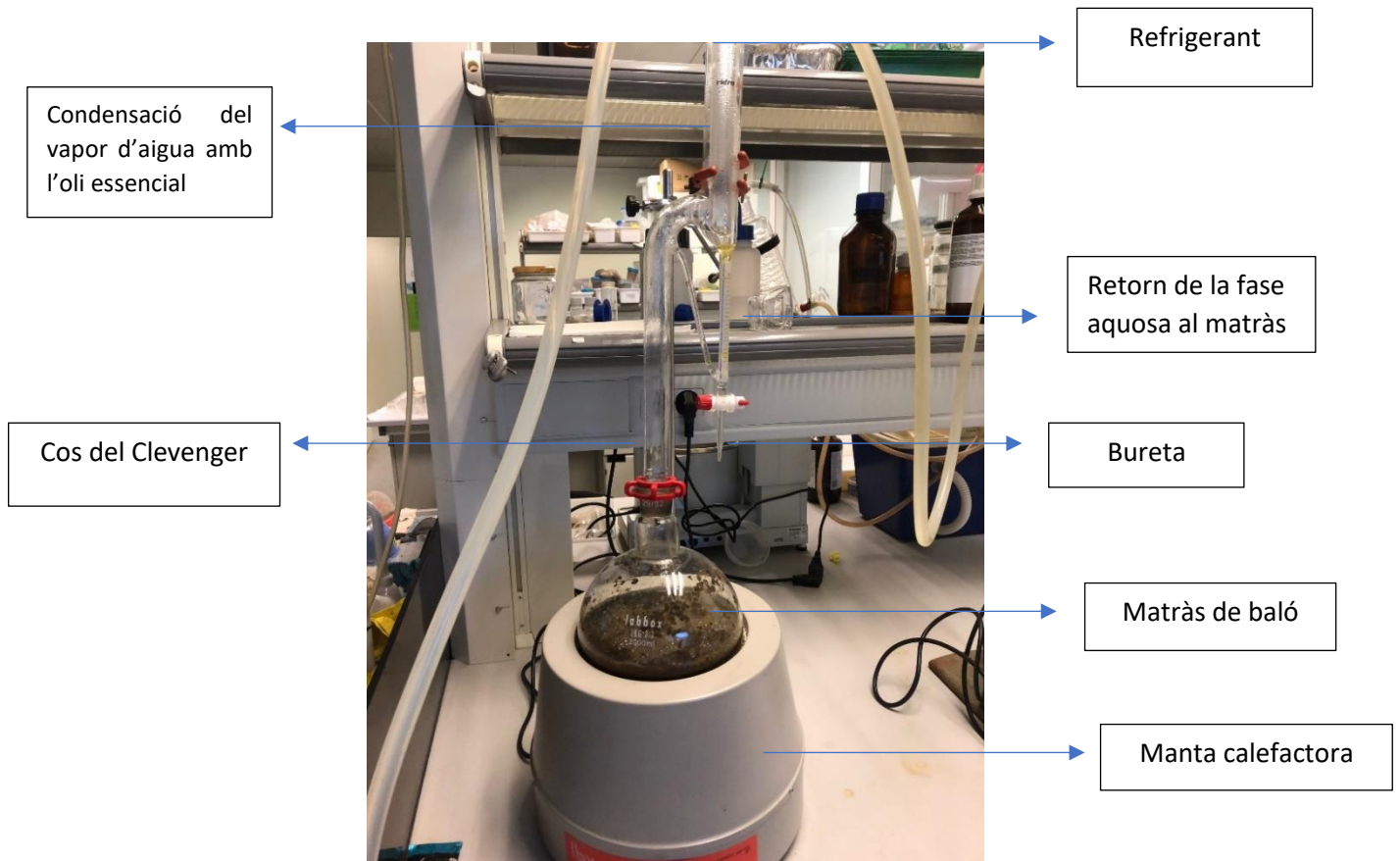


Figura 15: Parts del Clevenger.

A continuació, en la figura 16 es mostra l'oli essencial obtingut de cada una de les submostres de material vegetal:

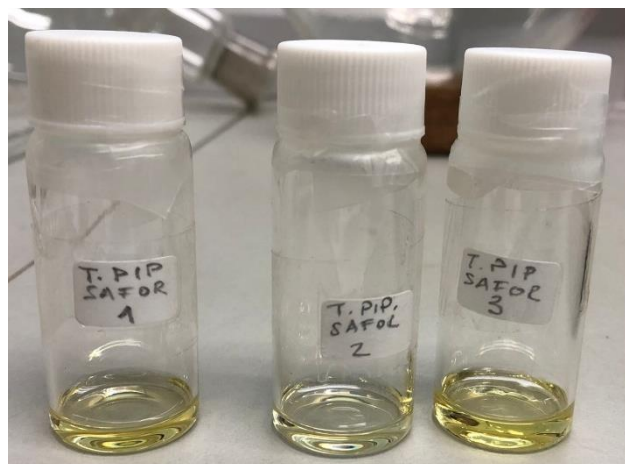


Figura 16: : Olis essencials obtinguts de les 3 mostres.

En les taules 5 i 6, es pot observar la quantitat de material vegetal sec emprat en cada mostra per a l'extracció dels olis essencials, la quantitat d'oli obtingut de cada una de les mostres i el rendiment, amb la mitja i la desviació estàndard.

Taula 5: Rendiments associats al procés d'extracció dels olis essencials del Circ de la Safor.

MOSTRA	QUANTITAT (g)	QUANTITAT (mL)	RENDIMENT (%)
1	40	0,6	1,5
2	40	0,6	1,4
3	85,78	1,1	1,3
MITJA ± SD	-	-	1,4 ± 0,1

Taula 6: Rendiments associats al procés d'extracció dels olis essencials del Mondúver.

MOSTRA	QUANTITAT (g)	QUANTITAT (mL)	RENDIMENT (%)
1	35,22	0,8	2,3
2	35,54	0,8	2,3
3	35,07	0,8	2,3
MITJA ± SD	-	-	2,3 ± 0,01

4.3.5. Cromatografia de gasos (GC/MS)

La cromatografia de gasos, amb espectròmetre de masses com a detector (identificació), o amb detector de ionització flama (FID) per a la quantificació, són tècniques que constitueixen una ferramenta potent per a separar, identificar i quantificar els components volàtils i semi volàtils de mesclures complexes, sent en el nostre cas l'oli essencial de la pebre. Ens permeten fer una identificació dels diferents components separats d'una mostra quan no es disposa de patrons dels compostos. (Gutiérrez i Droguet, 2002).

En la cromatografia de gasos (GC), la separació de substàncies està basada en les diferències de les seues constants de distribució, és a dir, les diferències de la concentració dels compostos en la fase estacionària, dividides per la seua concentració en la fase mòbil. La mostra es injectada en la fase mòbil, on els components de la mostra passen a través de la fase estacionària, estiguent esta última fixada en una columna. Aquesta columna té una temperatura programada, i la velocitat de migració de cada component estarà determinada per la seua distribució entre la fase mòbil i la fase estacionària. Els compostos que presenten més afinitat per la fase estacionària es manejaran més lentament en la fase mòbil, en canvi els que presenten una menor afinitat es manejaran ràpidament.

Això és el que ens permet analitzar els compostos, ja que van formant bandes com a conseqüència de la diferència de mobilitat. Aquests compostos aniran eixint de la columna i entrant en el detector a diferents temps, en funció de la retenció de la fase estacionària.

Per a l'elaboració del present estudi s'han emprat dos detectors diferents, el detector per espectroscòpia de masses, amb la finalitat d'identificar els diferents compostos i el detector de ionització de flama (FID), per a la quantificació dels components.

L'espectrometria de masses (MS) és una tècnica mitjançant la qual, els ions obtinguts per impacte electrònic amb un feix de electrons en les molècules d'una substància, es separen segons la relació massa-càrrega iònica per impacte electrònic amb un feix de electrons, donant lloc a un espectre de masses característic de la substància.

D'altra banda, en un detector de ionització de flama (FID) s'afegeix hidrogen gas al gas que prové de la columna. Aquesta mescla avança a través d'un cremador i es barreja en aire per a que es produïska la combustió. El detector de ionització de flama emet un senyal proporcional a la quantitat d'àtoms de carboni presents en cada un dels compostos que arriben al detector després d'haver eixit de la columna. Com a resultat d'aquest procés s'obté un cromatograma amb el qual, amb el percentatge de l'àrea de cada pic, es pot obtenir una estimació del percentatge de cada compost dins de la mostra.

5. RESULTATS

5.1. Mostra inalterada

La mostra inalterada del sòl és en la que es manté la forma i la disposició dels agregats i porós, és a dir, no es produeix cap alteració física ni variació entre la mostra agarrada i el lloc d'origen.

La porositat del sòl està relacionada amb el percentatge de buits existents en el mateix, i depèn de la textura, l'estructura i l'activitat biològica del sòl. Els porós estan ocupats per aire o aigua, i els sòls de textura fina presenten una porositat major als de textura grossa.

La densitat aparent es defineix com la massa de sòl per unitat de volum, descriu la compactació del sòl, representant la relació entre els sòlids i l'espai ocupat pels porós. Els sòls que tenen una textura fina solen presentar una densitat aparent amb valors compresos entre 1 i 1,6 g/cm³ en superfície, per lo que podríem afirmar que totes les mostres determinades per al present estudi corresponen a sòls amb aquesta textura.

Taula 7: Dades de la densitat aparent i la porositat de la zona del Mondúver.

	MONDUVER 2	MONDUVER 3
DENSITAT APARENT (g/cm ³)	0,76	0,64
POROSITAT (%)	71,27	75,83

Taula 8: Dades de la densitat aparent i la porositat de la zona del Circ de la Safor.

	CIRC SAFOR 1	CIRC SAFOR 2	CIRC SAFOR 4
DENSITAT APARENT (g/cm ³)	1,24	0,84	1,27
POROSITAT (%)	53,15	68,17	52,26

En relació a la densitat aparent i la porositat, podem observar com la zona del Mondúver presenta una densitat menor i, pel contrari, una porositat major a la

zona del Circ de la Safor. Amb aquestes dades podem concloure que el sòl de les mostres preses en el Mondúver presenta una textura més fina.

5.2. Contingut en carbonats

La carbonatació constitueix el procés més generalitzat dels sòls en l'àmbit mediterrani. L'aparició d'horitzons d'acumulació de carbonats en el perfil del sòl està relacionada en la predominança de materials calcaris, l'elevada activitat biològica del sòl que facilita la dissolució d'aquests i les condicions climàtiques.

El carbonat càlcic (CaCO_3) es un compost que procedeix de la meteorització de la roca calcària. Si tractem els carbonats amb un àcid és produeix un desprendiment de CO_2 que mesurant-lo en condicions idèntiques de pressió i temperatura per una quantitat coneguda de CaCO_3 pur, ens pot fer determinat els carbonats sòlids del sòl.

Taula 9: Dades del contingut en carbonats del sòl.

ZONA MOSTREIG	PUNT	% CaCO	INTERPRETACIÓ
MONDUVER	1	23,08	CALCARI
	2	20,85	CALCARI
	3	15,11	CALCARI
	4	35,61	MOLT CALCARI
CIRC DE LA SAFOR	1	31,98	MOLT CALCARI
	2	32,62	MOLT CALCARI
	3	16,28	CALCARI
	4	12,06	CALCARI

Atenent a la escala típica en Suïza d'interpretació del nivell de carbonats, podem afirmar que les zones de l'estudi on hem agarrat mostra presenten un tipus de sòl calcari o molt calcari.

Els sòls calcaris contenen freqüentment més d'un 15% de CaCO_3 que pot estar present en diferents formes. Els sòls calcaris normalment són pobres en contingut de matèria orgànica i nitrogen, afirmació que podem relacionar amb els percentatges baixos obtinguts en la determinació d'aquesta i que s'especifiquen endavant. Concretament, les tres mostres de sòl que presenten el major contingut de carbonats, podem comprovar que són les tres mostres que presenten un percentatge menor de matèria orgànica.

5.3. Determinació de la textura

La textura del sòl està relacionada en la proporció de components inorgànics de diferents formes i grandàries com l'arena, el llim i l'argila. La textura del sòl és de gran importància ja que influeix en l'habilitat del mateix de retindre aigua, contingut en matèria orgànica o drenatge entre altres propietats.

Segons la classificació U.S.D.A de les grandàries de les partícules en funció del diàmetre diferenciem: arena ($< 2.0 - 0.05\text{mm}$), llim ($< 0.05 - 0.002\text{mm}$) i argila ($< 0.002\text{mm}$). Les classes texturals es defineixen per la dominància en el sòl de les propietats de una o més de les fraccions arena, llim o argila.

Per a determinar la classe textural de cada una de les mostres, en primer lloc hem calculat el percentatge de cada fracció i després ens hem fet servir del diagrama triangular per a determinar la textura dels sòls segons la classificació U.S.D.A. Els resultats es mostren en les següents taules:

Taula 10: Textura dels sòls mostres zona Mondúver.

	MONDUVER 1	MONDUVER 2	MONDUVER 3	MONDUVER 4
% ARENA	36	66,00	38,00	90,00
%LLIM	40	10,00	24,00	4,00
% ARGILA	24	24,00	38,00	6,00
CLASSE TEXTURAL	Franca	Franca argilo-arenosa	Franca argilosa	Arenosa

Taula 11: Textura dels sòls mostres zona Circ de la Safor.

	CIRC SAFOR 1	CIRC SAFOR 2	CIRC SAFOR 3	CIRC SAFOR 4
% ARENA	66	76,00	64,00	66,00
%LLIM	26	20,00	30,00	26,00
% ARGILA	8	4,00	6,00	8,00
CLASSE TEXTURAL	Franca arenosa	Franca arenosa	Franca arenosa	Franca arenosa

En relació a la classe textural de les mostres ens trobem amb dos casos diferents entre ells. Per una banda, podem veure com en el Circ de la Safor les quatre mostres presenten una classe textural franc arenosa, el que vol dir, en primer lloc, que hi havia prou homogeneïtat en el sòl de la zona, en relació a les fraccions presents en la determinació de la textura, en el moment d'agarrar les mostres. Els percentatges obtinguts de les diferents fraccions presents en cada

mostra revelen que la fracció predominant en la zona es l'arena, seguida del llim i amb una presència subtil d'argila.

Per altra banda, en la zona del Mondúver ens trobem amb que cada mostra presenta una classe textural diferent, la qual cosa ja vam intuir en el moment del mostreig, ja que vam observar com a diferències d'escassos metres, la variació del sòl era molt evident. Cal destacar que la classe textural franca es dona quan no domina cap de les propietats de qualsevol de les tres fraccions.

5.4. pH

Coneixent el pH, podem conèixer el grau d'acidesa o alcalinitat d'una substància o solució. Amb el pH determinem la concentració de ions positius hidrogen d'una dissolució. El seu rang de valors varia entre 1 i 14, sent el 7 el valor neutre, els inferiors a 7 més àcids i els superiors més alcalins.

El pH regula la solubilitat dels nutrients essencials de les plantes i és freqüent que apareguen toxicitats o carències associades al nivell de pH dels sòls.

Taula 12: Dades i interpretació del sòl.

ZONA MOSTREIG	PUNT	pH	INTERPRETACIÓ VALORS
MONDUVER	1	8,27	MODERADAMENT BÀSIC
	2	8,03	MODERADAMENT BÀSIC
	3	8,16	MODERADAMENT BÀSIC
	4	8,24	MODERADAMENT BÀSIC
CIRC DE LA SAFOR	1	8,09	MODERADAMENT BÀSIC
	2	8,01	MODERADAMENT BÀSIC
	3	8,07	MODERADAMENT BÀSIC
	4	8,07	MODERADAMENT BÀSIC

Com podem comprovar en la taula 12, totes les mostres agarrades tant en la zona del Mondúver com les del Circ de la Safor tenen un pH molt semblant, moderadament bàsic, que no arriba a ser alcalí, ja que per a que un sòl siga considerat alcalí el pH ha de ser superior a 8,5.

5.5. Conductivitat

La conductivitat elèctrica (CE) està relacionada en la concentració de sals presents en el medi. La capacitat de l'aigua per a conduir l'electricitat augmenta conforme augmenta la concentració de sals.

Es defineix a un sòl salí aquell que conté ions en solució en una concentració tan alta que es produeix un minvament en alguna característica fisiològica del vegetal.

Taula 13: Dades i interpretació conductivitat del sòl.

ZONA MOSTREIG	PUNT	T (°C)	CE (dS/m)	INTERPRETACIÓ VALORS
MONDUVER	1	24,1	0,1955	NO SALÍ
	2	24,1	0,2020	NO SALÍ
	3	24,1	0,1364	NO SALÍ
	4	24,1	0,1120	NO SALÍ
CIRC DE LA SAFOR	1	24,1	0,1687	NO SALÍ
	2	24,1	0,0859	NO SALÍ
	3	24,1	0,2460	NO SALÍ
	4	24,1	0,0903	NO SALÍ

La interpretació dels valors obtinguts de salinitat (CE) de totes les mostres agarrades en ambdues zones determina que el sòl és no salí, el que vol dir que no és produeixen efectes significants en el sòl relacionats amb la salinitat, cap planta o cultiu te un rendiment restringit siga més o menys tolerant a la salinitat degut a aquesta variable.

5.6. *Determinació de la matèria orgànica*

La matèria orgànica està formada pels restes orgànics en procés de descomposició que acaben formant nutrients beneficiosos per al sòl i la vegetació.

Per a parlar de la matèria orgànica del sòl es interessant diferenciar entre els sòls alterats i els naturals, ja que el percentatge de matèria orgànica dels sòls naturals està més condicionat pels factors del medi, i els sòls alterats solen presentar un contingut menor en matèria orgànica que els anteriors degut al conreu o les collites entre altres. La distribució de la matèria orgànica depèn del tipus de sòl, en el nostre cas, en un sòl forestal, sol estar concentrada en els primers decímetres del sòl, és a dir, en l'horitzó superficial.

Entre les accions beneficioses que exerceix sobre el sòl està l'augment de la quantitat i diversitat d'espècies microbiològiques, l'augment de la capacitat d'absorció i retenció d'aigua i l'augment de la resistència del sòl contra l'erosió. (Gallardo, 1982).

El contingut de matèria orgànica dels sòls és molt variable. Un típic sòl de pradera pot contindre entre un 5 o 6% d'aquesta en els 15cm superiors, en canvi un sòl arenós aproximadament un 1%.

Taula 14: % de carbó orgànic i matèria orgànica del sòl.

ZONA MOSTREIG	PUNT	% CARBÓ ORGÀNIC	% MATÈRIA ORGÀNICA
MONDUVER	1	2,94	5,88
	2	3,57	7,14
	3	1,75	3,50
	4	0,88	1,75
CIRC DE LA SAFOR	1	1,52	3,04
	2	2,00	4,00
	3	2,18	4,36
	4	1,46	2,92

5.7. Color

El color del sòl depèn dels seus components i varia amb el contingut en humitat, el grau d'oxidació de minerals presents o el contingut de la matèria orgànica.

Taula 15: Color del sòl.

ZONA MOSTREIG	PUNT	COLOR SÒL SEC	INTERPRETACIÓ	COLOR SÒL HUMIT	INTERPRETACIÓ
MONDUVER	1	2.5Y 5/2	Marró grisenc	2.5Y 4/2	Marró grisenc oscur
	2	10YR 3/2	Marró molt oscur grisenc	10YR 2/2	Marró molt oscur
	3	10YR 5/8	Marró groguenc	10YR 3/6	Marró groguenc oscur
	4	2.5Y 5/4	Marró oliva clar	2.5Y 4/4	Marró oliva
CIRC DE LA SAFOR	1	10YR 5/4	Marró groguenc	10YR 4/3	Marró
	2	2.5Y 5/3	Marró oliva clar	2.5Y 3/3	Marró oliva oscur
	3	2.5Y 6/3	Marró groguenc clar	2.5Y 3/3	Marró oliva oscur
	4	10YR 5/6	Marró groguenc	10YR 3/6	Marró groguenc oscur

Com podem observar en la taula 15, totes les mostres obtingudes de les dos zones presenten un color, uns matisos i una lluentor molt semblants.

5.8. Composició química de l'oli essencial

- La Drova (Mondúver): Els resultats obtinguts de la (GC/MS) que es mostren a continuació, determinen que els compostos químics majoritaris del olis essencials obtinguts de les mostres de pebrella d'aquesta zona, van ser *p*-cimé i carvacrol, representant entre ells més del 50% del total registrat, concretament un 56,98%.

Cal ressaltar que el carvacrol es un compost fenòlic natural que presenta múltiples propietats i és considerat com possible antioxidant, agent antifúngic o antibacterià. (Muñoz *et al.*, 2007).

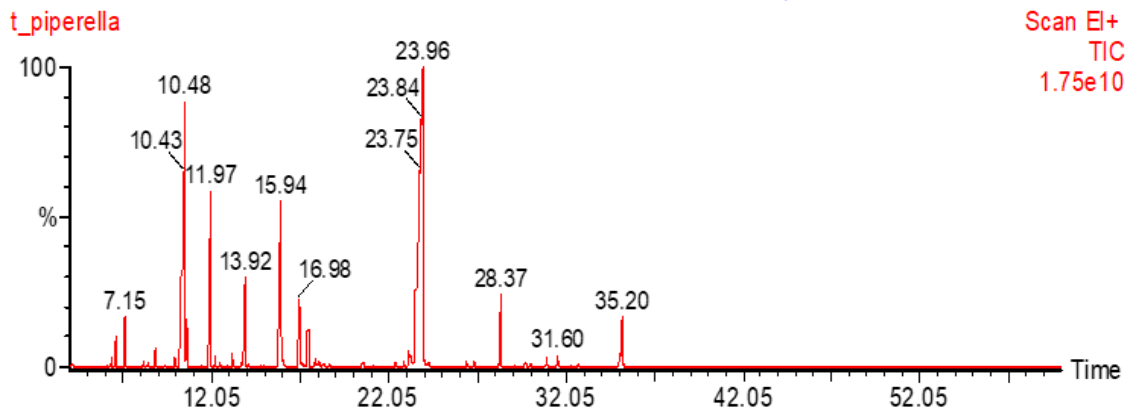


Figura 17: Cromatograma GC/MS zona Mondúver.

En les següents taules podem observar, en primer lloc, en les taules 16 i 17, la composició completa de l'oli essencial de la pebrella en la zona de la Drova, amb tots els compostos químics, l'índex de retenció lineal obtingut i el percentatge de les àrees del mode d'exploració iònica total (TIC).

En la taula 18 es troben els compostos químics i la mitja i desviació estàndard dels resultats obtinguts de les tres submostres analitzades mitjançant el detector de ionització de flama (FID).

Aquestes dades procedeixen d'un estudi en fase de desenvolupament que a hores d'ara està realitzant-se a l'Institut Agroforestal Mediterrani (Grup de recursos fitoquímics i biodiversitat).

Taula 16: Composició completa de l'oli essencial de la pebrella en la zona del Mondúver (identificació per espectroscòpia de masses).

COMPOST	LRI	% ÀREES TIC
triciclé	921	0,02
α -thujé	925	0,24
α -piné	932	0,70
camfé	946	1,23
thuja-2,4(10)-dié	951	0,00
sabiné	971	0,02
β -piné	974	0,15
3-octanona	979	0,13
mircé	991	0,52
α -felandré	1,004	0,03
δ -3-caren	1,010	0,02
α -terpiné	1,016	0,40
p-cimé	1,028	16,81
limoné	1,030	0,76
1,8-cineol	1,031	0,54
Cis- β -ocimé	1,038	0,01
trans- β -ocimé	1,048	0,05
γ -terpiné	1,060	7,94
cis-sabinen hidrat	1,066	0,31
linalool oxid <cis-> furanoid	1,072	0,10
camfenilona	1,082	0,03
linalool oxid <trans->	1,088	0,46
trans-sabinen hidrat	1,098	0,11
linalool	1,103	3,83
hotrienol	1,105	0,08
menth-2-en-1-ol	1,122	0,05
α -camfolenal	1,125	0,04
alcanfor	1,145	11,27
pino carvona	1,161	0,02
borneol	1,168	3,31
terpinen-4-ol	1,178	1,24
p-cymen-8-ol	1,186	0,24
α -terpineol	1,191	0,15
cis-dihidrocarvo	1,196	0,09
trans-dihidrocarvo	1,208	TR

Taula 17: CONTINUACIÓ composició completa de l'oli essencial de la pebrella en la zona del Mondúver (identificació per espectroscòpia de masses).

COMPOST	LRI	% ÀREES TIC
Formiat de isobornil (1227)	1,224	TR
ocimenona <trans>	1,234	0,01
cuminaldehid	1,240	0,02
carvacrol metílic eter	1,244	0,10
carvona	1,255	TR
acetat de bornil	1,285	0,10
timol	1,301	1,22
carvacrol	1,319	40,17
α -cubebé	1,351	0,00
acetat de timol	1,358	0,00
acetat de carvacrol	1,376	0,19
β -bourboné	1,385	0,17
β -elemé	1,393	0,01
β -cariofilé	1,422	2,76
β -copaé	1,430	0,02
aromadendré	1,440	0,03
α -humulé	1,455	0,11
aromadendré <allo>	1,462	0,04
γ -muurolé	1,480	0,02
germacré-D	1,483	0,25
elixé (γ -elemé)	1,492	0,01
biciclogermacré	1,499	0,37
α -muurolé	1,504	0,01
γ -cadiné	1,518	0,03
δ -cadiné	1,528	0,07
spathulenol	1,586	0,47
òxid de cariofilé	1,590	2,21
viridiflorol	1,599	0,01
epoxid d'humulen (II)	1,616	0,02
acorenol <alpha->	1,638	0,01
β -eudesmol	1,660	0,02
α -cadinol	1,667	0,02

Taula 18: Compostos químics, mitja i desviació estàndard dels resultats obtinguts de la zona del Mondúver.

COMPOST	MITJA ± DESVIACIÓ ESTÀNDAR
α -Tuyé	0,8 ± 0,06
α -Piné	0,8 ± 0,08
Camfé	0,5 ± 0,03
b-piné	0,09 ± 0,01
3-octanona	0,03 ± 0
Mircé	1,0 ± 0,07
α -Terpiné	0,6 ± 0,03
p-Cimé	41,6 ± 2,48
Limoné	0,7 ± 0,04
1,8-cineol	0,2 ± 0,01
g-Terpiné	7,7 ± 0,42
<i>Cis</i> -òxid de linalool (furanoide)	0,6 ± 0,03
Camfenilona	0,01 ± 0
<i>Trans</i> -òxid de linalool (furanoide)	0,01 ± 0
Linalool	1,2 ± 0,05
Alcanfor	0,04 ± 0
Pinocarvona	0,06 ± 0
Borneol	1,9 ± 0,07
Terpiné-4-ol	0,9 ± 0,02
p-Cimé-8-ol	0,2 ± 0,02
α -Terpineol	0,1 ± 0,02
<i>Trans</i> -Dihidrocarvona	0,01 ± 0
Ocimenona	0,1 ± 0
Acetat de bornil	0,4 ± 0,01
Timol	1,0 ± 0,09
Carvacrol	34,4 ± 2,84
Acetat de carvacrol	0,04 ± 0,02
Isocariofilé	2,9 ± 0,01
β -cariofilé	0,04 ± 0
β -copaé	0,04 ± 0
Aromadendré	0,09 ± 0
Biciclogermacré	0,05 ± 0
α -Murolé	0,09 ± 0,01
Espatulenol	1,6 ± 0,37
humulene epoxide (II)	0,03 ± 0,02
acorenol < α >	0,01 ± 0
β -eudesmol	0,06 ± 0,01
TOTAL	99,9 ± 0,02

- El Circ de la Safor: Els resultats obtinguts de la (GC/MS) que es mostren a continuació, determinen que els compostos químics majoritaris del olis essencials obtinguts de les mostres de pebrella d'aquesta zona, van ser *p*-cimé, γ -terpiné i timol, representant només el timol quasi el 50%, i la suma dels tres un 78.03% del total.

Referent al timol, és un agent antimicrobià que inhibeix el creixement de microbis i bacteris, per això s'utilitza en productes com col·lutoris, col·liris, cosmètica, perfumeria, o en via oral per al tractament de diferents malalties com la bronquitis o la diarrea. (Stashenko *et al.*, 2010; Arcila *et al.*, 2004)

En la figura 18, podem identificar els pics més representatius dels diferents compostos del cromatograma GC/MS. Els compostos majoritaris que es troben, fent referència als pics més importants són (enumerats d'esquerra a dreta, com es pot observar en la figura 18):

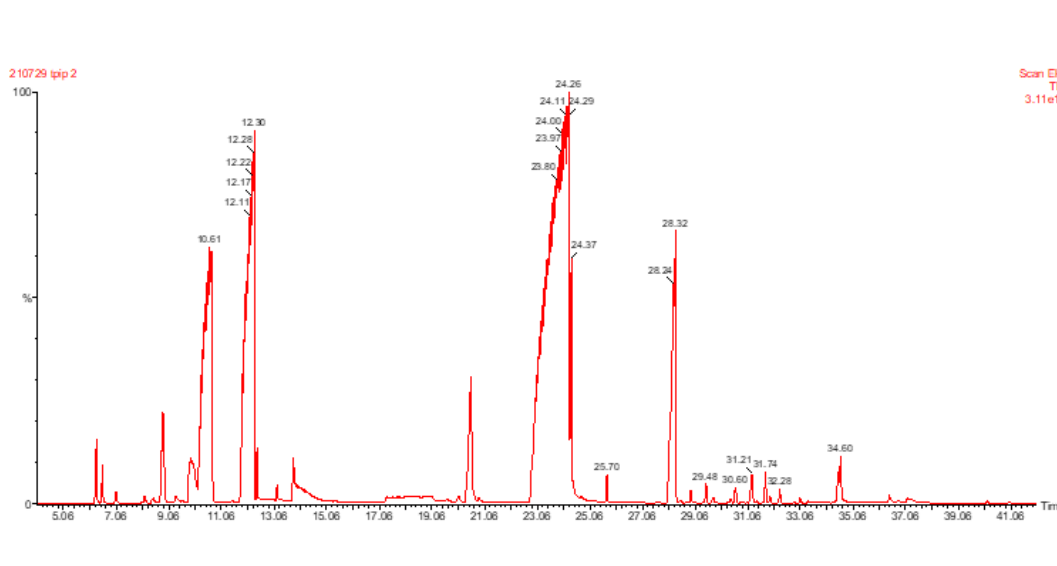


Figura 18: Cromatograma GC/MS zona Circ de la Safor.

En les taules 19 i 20 podem observar, en primer lloc, en la taula 18, la composició completa de l'oli essencial de la pebrella en la zona del Circ de la Safor, amb tots els compostos químics, l'índex de retenció lineal obtingut i el percentatge de les àrees del mode d'exploració iònica total (TIC).

En les taules 21 i 22 es troben, els compostos químics i la mitja i desviació estàndard dels resultats obtinguts de les tres submostres analitzades mitjançant detector de ionització de flama (FID).

Taula 19: Composició completa de l'oli essencial de la pebrella en la zona del Circ de la Safor (identificació per espectroscòpia de masses).

COMPOST	LRI	% ÀREES TIC
triciclé	921	
α -thujé	925	0,49
α -piné	931	0,29
camfé	945	0,11
sabiné	971	0,01
β -piné	973	0,08
3-octanona	982	0,08
mircé	992	1,31
α -fellandré	1004	0,12
δ -3-caré	1009	0,04
α -terpiné	1016	1,64
p-cimé	1033	13,31
Cis- β -ocimé	1041	0,02
trans- β -ocimé	1051	0,04
γ -terpiné	1068	15,61
linalool oxide <cis-> furanoid	1071	0,27
camfenilonae	1084	0,00
òxid de linalool <trans->	1089	0,11
linalool	1102	1,73
terpiné-4-ol	1177	0,11
cis-dihidrocarvona	1197	0,89
trans-dihidrocarvona	1212	0,36
Formiat de isobornil (1227)	1223	0,02
ocimenona <trans>	1236	0,09
carvacrol metil eter	1247	2,60
carvona	1253	0,07
acetat de bornil	1284	0,01
Timol	1329	49,11
Carvacrol	1332	1,76
timol acetat	1363	0,23
α -ilangene	1374	0,01
α -copé	1378	0,01
acetat de carvacrol	1380	0,01
β -bourboné	1386	0,02
β -elemé	1394	0,00

Taula 20: CONTINUACIÓ composició completa de l'oli essencial de la pebrella en la zona del Circ de la Safor (identificació per espectroscòpia de masses).

COMPOST	LRI	% ÀREES TIC
isocariofilé	1409	0,01
β -cariofilé	1425	6,55
β -copaé	1430	0,03
aromadendré	1440	0,12
Mytail-4(12)-é	1443	0,01
α -humulé	1454	0,19
aromadendré <allo>	1461	0,07
γ -muurolé	1477	0,04
germacré-D	1481	0,14
β -seliné	1490	TR
biciclogermacré	1497	0,34
α -muurolé	1501	0,02
β -bisabolé	1510	0,28
γ -cadiné	1514	0,06
δ -cadiné	1524	0,12
Elemol	1552	0,06
spathulenol	1581	0,27
òxid de cariofilé	1584	0,57
γ -eudesmol	1633	0,12
β -eudesmol	1652	0,05
α -eudesmol	1655	0,09

Taula 21: Compostos químics, mitja i desviació estàndard dels resultats obtinguts de la zona del Circ de la Safor.

COMPOST	MITJA \pm DESVIACIÓ ESTÀNDAR
α -tuyé	1,6 \pm 0,13
α -piné	0,9 \pm 0,07
camfé	0,3 \pm 0,03
sabiné	0,06 \pm 0,01
β -piné	0,2 \pm 0,02
3-octanona	0,2 \pm 0,01
mircé	2,1 \pm 0,16
α -felandré	0,2 \pm 0,02
d-3-caré	0,09 \pm 0,01
α -terpiné	2,6 \pm 0,21
<i>p</i> -cimé	22,6 \pm 1,78

Taula 22: CONTINUACIÓ compostos químics, mitja i desviació estàndard dels resultats obtinguts de la zona del Circ de la Safor.

COMPOST	MITJA \pm DESVIACIÓ ESTÀNDAR
limoné	0,4 \pm 0,03
1,8-cineol	0,1 \pm 0,01
<i>Cis</i> -b-ocimé	0,07 \pm 0,01
γ -terpiné	22,2 \pm 1,61
<i>Cis</i> -òxid de linalool (furanoid)	0,6 \pm 0,04
camfenilona	0,09 \pm 0,01
<i>Trans</i> -òxid de linalool (furanoide)	0,07 \pm 0,01
linalool	1,2 \pm 0,07
òxid de rosefurà	0,4 \pm 0,02
terpiné-4-ol	0,6 \pm 0,03
<i>Trans</i> -Ocimenona	1,9 \pm 0,07
acetat de bornil	0,05 \pm 0
timol	35,7 \pm 4,09
carvacrol	1,0 \pm 0,14
acetat de timol	0,08 \pm 0,02
β -Cariofilé	3,2 \pm 0,09
aromadendré	0,06 \pm 0
α -Humulé	0,06 \pm 0,03
germacreno-D	0,08 \pm 0
β -seliné	0,04 \pm 0
biciclogermacré	0,1 \pm 0,01
β -bisabolé	0,1 \pm 0,01
γ -cadiné	0,03 \pm 0
δ -cadiné	0,06 \pm 0
elemol	0,04 \pm 0,01
espatulenol	0,09 \pm 0,05
òxid de cariofilé	0,2 \pm 0,11
γ -eudesmol	0,2 \pm 0
β -eudesmol	0,07 \pm 0,01
TOTAL	99,9 \pm 0,01

Es pot observar com la composició dels olis essencials varia, ja que els compostos majoritaris no són els mateixos en les dos zones, sent els quimiotips en la zona del Mondúver i del Circ de la Safor respectivament, el carvacrol i el timol.

Es va dur a terme una investigació de la variabilitat infraespecífica de 31 poblacions de *Thymus piperella* L. (Blanquer *et al.*, 1998) que va conduir a tres quimiotips principals: A (p-cimé, carvacrol i terpinè), B (p-cimé, timol) i C (p-cimé, carvacrol). Els resultats qualitius de les mostres estudiades van indicar com components principals dels olis essencials p-cimé, carvacrol, γ -terpiné i timol, compostos relacionats biosintèticament. Aquesta investigació la podem relacionar amb els resultats obtinguts en el present estudi, ja que els compostos majoritaris de les dos zones són, per una banda, en la zona del Mondúver p-cimé i carvacrol, i per altra banda en la zona del Circ de la Safor p-cimé, γ -terpiné i timol. Comparant els resultats obtinguts dels dos estudis podríem determinar que, llevat de la variació en la composició depenent de la zona, entre els compostos majoritaris dels olis essencials de la pebrella sempre trobem el carvacrol, timol, γ -terpiné i p-cimé.

En un estudi realitzat sobre el *Thymus vulgaris* L., es va determinar que la disminució en la proporció de timol en una zona de mostreig, estava associada a factors ecològics com la pedregositat del sòl, la qual cosa podem relacionar en les dades obtingudes en el present treball del *Thymus piperella* L., ja que la zona de mostreig caracteritzada per la pedregositat del sòl (la zona de la Drova), va tindre p-cimeno i carvacrol com a quimiotip majoritari, en canvi la zona del Circ de la Safor, amb un sòl menys pedregós va tindre quimiotip timol. (Thompson *et al.*, 2003).

Al tractar-se d'un endemisme la bibliografia es mínima, per la qual cosa és difícil realitzar comparacions sense tindre més estudis per relacionar els resultats obtinguts.

6. CONCLUSIONS

Els resultats obtinguts de l'anàlisi edafològic d'ambdues zones mostren que existeixen algunes variacions entre les dades dels diferents paràmetres avaluats, però, llevat de la textura, que a banda de ser prou diferent en cada una de les zones, és molt variant en la mateixa zona del Mondúver, no hi ha cap diferència significativa entre les característiques del sòl de les dos zones avaluades, ja que com les variacions en les dades són tan escasses, els resultats de cada un dels paràmetres analitzats no varia en excés.

Respecte al clima, s'ha comprovat que les diferències entre les dos zones de mostreig no són significatives. No obstant això, és important ressaltar que les condicions ambientals influeixen, ja que podem relacionar el present treball amb un estudi realitzat sobre el *Thymus vulgaris* L. on és va demostrar com entre el mateix quimiotip i lloc de mostreig, es poden observar variacions en els compostos dels olis essencials en funció de la estació en la que es recull el timó. (Torras *et al.*, 2007)

Estudiant globalment tots els paràmetres analitzats en aquest estudi, i els resultats dels compostos majoritaris presents en els olis essencials del *Thymus piperella* L. de cada una de les zones, podem concloure que xicotetes variacions en el medi poden dur a canvis significatius en la composició dels olis essencials de la pebrella. També es coneix que canvis ambientals com l'estat mineral del sòl o característiques climàtiques tenen efectes significatius sobre la composició i la variació dels olis essencials. (Blanquer *et al.*, 1997)

Per tal d'establir si la diferència entre els quimiotips rics en timol o carvacrol obtinguts de cadascuna de les zones es deguda a les diferències edafològiques, com sembla, o es deguda a altre factor o a les diferències climàtiques, encara que semblen mínimes, seria necessària la continuïtat de la present investigació.

7. BIBLIOGRAFIA

- Adzet Porredón, T. i Passet, J. (1976). "Estudio quimiotaxonomico del *Thymus piperella* L." en *Collectanea Botanica*, vol. X, no.1, p. 5-11.
- Arcila-Lozano, C. et al. (2004). *El orégano: propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes*. Caracas de mar: ALAN.
- Alcaraz Ariza, F. (2013). *Bioclimatología*. Universidad de Murcia.
<<https://www.um.es/docencia/geobotanica/ficheros/tema02.pdf>> [Consulta: 3 d'agost de 2021]
- Barrow, G. (1972). *Química Física*. Barcelona: Ed. Reverte S.A., vols. 1-2. p. 491.
- Blanquer, A. et al. (1998). "Variability of the essential oil of *Thymus piperella*" en *Phytochemistry*, vol. 47, no. 7, p. 1271-1276.
- Borja Martínez, K., Mercado Lázaro, J. i Combatt Caballero, E. M. (2015). "Dispersantes químicos y cuantificación de fracciones texturales por los métodos Bouyoucos y pipeta" en *Acta Agronómica*, vol.64, p. 308-314.
- Domínguez Soto, J.M., Román Gutiérrez, A.D., Prieto García, F. i Acevedo Sandoval, O. (2012). "Sistema de Notación Munsell y CIELab como herramienta para evaluación de color en suelos" en *Revista Mexicana de ciencias agrícolas*, vol.3, no.1.
- Escrivà Todolí, N. (2019). *Composición química del aceite esencial de Thymus Piperella L. y su variabilidad estacional*. Projecte Final de Carrera [CD]. Valencia: Universitat Politècnica de Valencia.
- Ferrer-Gallego, P., Navarro Peris, A., Pérez Rovira, P. i Laguna Lumbreras, E. (2019). "Dos Nuevos híbridos en el genero *Thymus* L. (Lamiaceae) " en *Flora Montiberica*, vol.75, p. 15-23.
- Galantini, J., Rosell, R. i Iglesias, J. (1994). *Determinación de materia orgánica empleando el método de Walkley y Black en fracciones granulométricas del suelo*. Argentina: Ciencia del suelo.
<http://suelos.org.ar/publicaciones/vol_12n2/galanti.pdf> [Consulta: 20 de juliol de 2021]

- Gallardo Lancho, J. (1982). *La materia orgànica del suelo. Su importancia en suelos naturales y cultivados*. Salamanca: I.O.A.T.O.
- <<https://digital.csic.es/bitstream/10261/23748/1/TEMASMONOGRAFICOS6.pdf>> [Consulta: 16 de juliol de 2021]
- Gutiérrez, M.C i Droguet, M. (2002). ``La cromatografía de gases y la espectrometría de masas: identificación de compuestos causantes de mal olor`` en *Boletín INTEXTER* (U.P.C.), no. 122, p. 35-41.
- Heerema Pastor, G. (2016). *Estudio a corto plazo de los efectos sobre el suelo del incendio forestal en el Parc Natural del Montgó de septiembre del 2014*. Projecte Final de Carrera [CD]. Gandia: Escola Politècnica Superior de Gandia.
- Llinares Palacios, J. i Lull Noguera, C. (2018). *Manual de pràctiques d'edafologia*.
- Morales Valverde, R. (1986). ``Taxonomía de los géneros *Thymus* (Excluida la sección *Serpyllum*) y *Thymbra* en la península ibérica`` en *Monografías del real jardín botánico*, t. 3, p. 7-23.
- Pulido-Bosch, E i Castillo Pérez, E. (1978). ``Sobre la génesis del <<Circo>> de la Safor, Villalonga (Valencia)`` en *Cuadernos de Geografía*, no.22, p. 93-98.
- Ruiz-Navajas, Y. *et al.* (2013). ``In vitro antibacterial and antioxidant properties of chitosan edible films incorporated with *Thymus moroderi* or *Thymus piperella* essential oils`` en *Food Control*, vol. 30, p. 386-392.
- Sánchez Díaz, J., Carbó Valverde, E. i Añó Vidal, C. (2017). *Los suelos forestales de la Comunitat Valenciana*. Valencia: Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient, Canvi Climàtic i Desenvolupament Rural.
- <<https://agroambient.gva.es/documents/162905929/167221857/Libro+suelos+forestales+definitivo/44fef81b-0dbc-4346-b287-27ccc4fd68b2>> [Consulta: 7 d'agost de 2021]
- Silva, A. (1998). *La materia orgànica del suelo*.
- <<http://bibliofagro.pbworks.com/f/materia+organica+del+suelo.pdf>> [Consulta: 18 d'agost de 2021]

Stashenko, E. i René Martínez, J. (2010). "Algunos aspectos prácticos para la identificación de analitos por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas" en *Scientia Chromatographica*, vol. 2, no.1, p. 29-47.

Stashenko, E. i René Martínez, J. (2010). *GC-MS: "Más de un Analizador de Masas, ¿para qué?"* en *Scientia Chromatographica*, vol. 2, no. 4, p. 25-48.

Thompson, J.D., Chalchat, J.C, Michet, A., Linhart, Y.B i Ehlers, B. (2003). "Qualitative and quantitative variation in monoterpene co-occurrence and composition in the essential oil of *Thymus vulgaris* chemotypes" en *Journal of Chemical Ecology*, vol. 29, no. 4.

Torras, J. *et al.* (2007). "Analysis of essential oils from chemotypes of *Thymus vulgaris* in Catalonia" en *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol.87, p. 2327-2333.

Pàgines web

Associació Valenciana de Meteorologia Josep Peinado.

<<https://www.avamet.org/mx-temperatura-mitjana.php?data=2020-01-01>> [Consulta: 27 de juliol de 2021]

Banc de dades de biodiversitat.

<<https://bdb.gva.es/es/buscador>> [Consulta: 15 de juliol de 2021]

Conselleria de Medio Ambiente.

<http://www.cma.gva.es/areas/SIG/sigshp/cartografia_basica/lics/fichas_lics/lic_serres_monduer_marxuquera.PDF> [Consulta: 9 d'agost de 2021]

Herbari virtual del Mediterrani Occidental.

<<http://herbarivirtual.uib.es/ca/general/2370/especie/thymus-piperella-l->> [Consulta: 1 d'agost de 2021]

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

<<http://www.fao.org/soils-portal/soil-management/manejo-de-suelos-problematicos/suelos-calcareos/es/>> [Consulta: 29 de juliol de 2021]

Paisajes Turísticos Valencianos.

<<http://paisajesturisticosvalencianos.com/paisajes/el-circo-de-la-safor/>> [Consulta: 12 d'agost de 2021]

Rivas-Martinez, S. (1996-2020).

<<https://www.globalbioclimatics.org/data/index.htm>> [Consulta: 18 de juliol de 2021]