



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

PLA ESTRATÈGIC DE FRUITS SECS A LES ILLES BALEARS

A5. Anàlisi qualitatiu de polpa de garrova i de la goma de garroví de diferents varietats de garrova.

Institut de Recerca i Formació Agroalimentària i Pesquera de
les Illes Balears (IRFAP)

2023

Elaborat per:

Isabel Gálvez Cuenca, becària FUEIB

Ismael Mateu Velázquez, estudiant en pràctiques

Carme Garau Taberner, cap de producció vegetal de l'IRFAP

En col·laboració amb:

Valeria Soledad Eim Iznardo, investigadora de la Universitat de les Illes Balears



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

ÍNDEX

Índex de figures	3
Índex de taules	3
Índex de il·lustracions	3
Resum	4
1. Introducció	5
1.1. Producció i rendiment del garrover	5
1.2. Les cultivars de garrovers	6
1.3. La garrova	7
La polpa de la garrova	7
Les llavors de la garrova	8
1.4 Processament i usos comercials de la garrova	10
1.5 Els ingredients funcionals	11
Les propietats saludables i tecnològiques de la garrova	11
2. Objectius	12
3. Materials i mètodes	13
3.1. Característiques de la Finca de Son Real	13
3.1.1. Localització i dades edafoclimàtiques de la parcel·la d'estudi	13
3.1.2. Característiques de la plantació i maneig	13
3.1.3. Aspectes edafològics de la parcel·la	13
3.1.3. Dades climàtiques de la parcel·la	15
3.2. Matèria primera	15
3.3. Disseny experimental	21
3.4. Caracterització de la polpa de la garrova	23
3.4.1. Obtenció de la mostra	23
3.4.2. Caracterització físicoquímica	23
3.4.3. Anàlisi d'antioxidants	25
3.4.3.3. Determinació de tanins totals	25
3.4.3.4. Avaluació de la capacitat antioxidant	26
3.5. Caracterització del garroví	27



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

3.5.1. Avaluació del rendiment del garroví.....	27
3.5.2. Obtenció de les parts de la llavor.....	27
3.5.3. Rendiment de les parts de la llavor	28
3.5.4.1. Caracterització fisicoquímica de la goma de garroví.....	28
3.5.5. Caracterització tecnològica de la goma de garroví	28
3.6. Metodologia de l'anàlisi estadística.....	29
4. Resultats i discussió	30
4.1. La polpa de la garrova.....	30
4.1.1. Caracterització fisicoquímica	30
4.2.2. Contingut total de polifenols, contingut de tanins i la seva capacitat antioxidant.....	39
4.3. El garroví.....	41
4.3.1. Rendiment de garroví.....	41
4.3.2. Rendiment de les parts de la llavor	42
4.3.3. Caracterització fisicoquímica de la goma de garroví	44
5. Conclusions.....	49
6. Bibliografia	51
Acrònims	56



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

ÍNDIX DE FIGURES

Figura 1. Parts de la polpa de garrova.....	8
Figura 2. Parts del garroví.....	8
Figura 3. Parts de la garrova i els seus principals usos Font: Albanell (1990) i Brassesco et al. (2021).....	10
Figura 4. Disseny experimental de la polpa de la garrova i del garroví.	22
Figura 5. Representació de les coordenades *CIELab*. Font: Konika Minolta ...	24
Figura 6. Resultats de la composició nutricional mitjana de la polpa de garrova. Font: informe analític de Agrolab Iberica S.L.O. Resultats en MS, n=23.	32
Figura 7. Resultats de la composició en sucres de la polpa de garrova per varietats (n=1). Font: dades obtingudes per Agrolab Iberica S.L.O.....	33
Figura 8. Composició dels tipus d'àcids grassos de la polpa de garrova (n=23). Font: dades de l'informe d'anàlisi de Agrolab Iberica S.L.O.....	34
Figura 9. Resultats de WRC i FAC de la polpa de garrova per varietats. Mitjana \pm ES. Les lletres diferents indiquen diferències significatives entre varietats ($p < 0,05$), n=2.	38
Figura 10. Rendiment de garroví per varietats. Font: informes de l'IRFAP. Mitjana \pm ES. Anàlisi ANOVA, les lletres diferents indiquen diferències significatives entre varietats ($p < 0,05$), n=20.....	41

ÍNDIX DE TAULES

Taula 1. Resultats edàfics (2022) dels tastos a 30 cm i entre 30 i 60 cm de profunditat de la finca Són Real. Font: dades de Eurofins agroambiental S.L. ..	14
Taula 2. Caracterització de la garrova i el garroví de les varietats d'assaig, de l'any 2022. Font: IRFAP (2022).....	15
Taula 3. Resultats dels paràmetres d'humitat, pH i acidesa de la polpa de garrova per varietats.	31
Taula 4. Color CIELab* de la polpa de garrova per varietats.	35
Taula 5. Resultats d'antioxidants de la polpa de garrova per varietats.	40
Taula 6. Rendiments de les parts del garroví per varietats.	43
Taula 7. Contingut d'humitat i color de la goma de garroví per varietats.....	45
Taula 8. Determinació del pH i de la viscositat de les varietats assajades.....	48

ÍNDIX DE IL·LUSTRACIÓ

Il·lustració 1. Polpa de garrova de les varietats assajades	35
Il·lustració 2. Pols de goma de garroví de diferents varietats assajades	45



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

RESUM

Des de les memòries de Rullan & Estelrich, (1882), una obra en la que es descriu de manera delicada i majestuosa al garrover i les seves varietats, fins als més recents estudis de Brassesco et al. (2021), *Ceratonia siliqua* L. ha guanyat popularitat no sols pel seu impuls econòmic obtingut de la goma de garroví, sinó també per les seves interessants propietats nutricionals del seu coproducte, la polpa de garrova. Del garrover, cal també destacar-ne la seva rusticitat, que el fa especialment interessant: està adaptat a les regions semiàrides mediterrànies, amb baixes necessitats hídriques i de maneig; no apareix com a planta hoste de *Xylella fastidiosa* i presenta un gran valor ecològic com a embornal de carboni, refugi de fauna útil, mitigador de l'erosió del sòl.

Aquest projecte sorgeix d'un dels compromisos del Pla estratègic de Fruits secs, aprovat el 19 de març de 2021, en el que l'Institut de Recerca i Formació Agroalimentària i Pesquera de les Illes Balears, desenvolupa les actuacions en matèria de la recerca i l'experimentació. En concret, la mesura definida en el punt A5. *Anàlisi qualitatiu de polpa de garrova i goma de garroví de diferents varietats de garrova.*

El present treball té com a objectiu la caracterització fisicoquímica, antioxidant i tecnològica de la garrova de vint-i-tres cultivars de *Ceratonia siliqua* L. del Banc de Germoplasma de Son Real (Santa Margalida, Mallorca) durant la campanya de 2022.

Per a aconseguir aquest plantejament, s'ha avaluat l'efecte de la varietat sobre les característiques fisicoquímiques, nutricionals i antioxidants de la polpa de la garrova. Així mateix, pretén analitzar el contingut en goma de garroví per cada varietat estudiada, juntament amb l'anàlisi de l'efecte varietal sobre les característiques fisicoquímiques i tecnològiques de la goma de garroví.

En aquest projecte, s'ha observat un important efecte de la varietat ($p < 0,05$), d'una banda, sobre les característiques fisicoquímiques, nutricionals i antioxidants de la polpa de la garrova, i per un altre, sobre el rendiment de garroví, el contingut en goma i les seves característiques fisicoquímiques i tecnològiques.

La polpa de garrova presenta característiques fisicoquímiques i antioxidants adequades per a l'alimentació humana, ja que la composició nutricional de les cultivars es caracteritza per ser una interessant font de sucres (en destaquen les varietats Fina i Bauçana), fibra dietètica (Negrill) i baixa en greixos. La composició lipídica està constituïda majoritàriament per àcids grassos insaturats, el que fa més interessant des del punta de vista qualitatiu i saludable. També, mostra un potencial interès com a ingredient funcional en la indústria alimentària, per la seva riquesa en polifenols totals i en tanins, en aquest sentit, en destaquen les varietats Bugadera i Granja, que exhibeixen una major capacitat antioxidant.

Excepte Bajoca, la resta de cultivars tenen continguts en goma majors al 48%, sent Negrilla, Sa Llebre, Granja, Rossa i H2-12 les que presentaren rendiments més alts (>52%). En relació amb l'ús de la goma com a agent espessidor i gelificant natural (E-410), les



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

varietals que van presentar millors les propietats tecnològiques (en concret, viscositat) van ser Rossa, De la Mel i Negrilla.

1. INTRODUCCIÓ

Ceratonia siliqua L., conegut com a garrover, és un cultiu llenyós tradicional de la conca mediterrània, el qual es desenvolupa en un ambient de secà (mínim 350 mm) i pròxim a la zona circummediterrànea (menys de 500 m d'altura) (Batlle & Tous, 1997; Salazar et al., 2019).

Ceratonia siliqua L. ha guanyat popularitat no sols pel seu impuls econòmic obtingut de la goma de garroví, sinó també per les seves interessants propietats nutricionals del seu subproducte, la polpa de garrova.

Altres oportunitats que actualment ofereix el cultiu del garrover segons Malagón (2022), són que no apareix com a planta hospedadora de *Xylella fastidiosa* i que posseeix un gran valor ecològic com a embornal de carboni, refugi de fauna útil, mitigador de l'erosió del sòl i tallafocs. A més, les seves baixes necessitats hídriques i de maneig el converteixen en un cultiu atractiu enfront del canvi climàtic.

Gràcies a les evidències històriques, es coneix l'expansió del cultiu i l'ús del garrover per la conca Mediterrània. A Egipte s'usava la goma de garroví per als processos de momificació. A Grècia i Itàlia s'usava el seu fruit pel seu valor nutritiu per a l'alimentació. Els àrabs, van expandir el seu coneixement ja que usaven les llavors com a unitat de pes, aproximadament 0,2 g cada "quirat" o llavor (Batlle & Tous, 1997; Guillén et al., 2018; Zohary & Orshan, 1959).

1.1. PRODUCCIÓ I RENDIMENT DEL GARROVER

Segons Mahdad & Gaouar (2023) a nivell mundial entre 2012 i 2021 la mitjana de producció de garrova va ser de 183.915 tn en una superfície de 74.229 ha, sent Espanya el principal productor amb 44.114 tn, seguit de Portugal, Itàlia i el Marroc.

Actualment, la demanda i per consegüent el preu de la garrova es basa en el contingut en garroví, i es troba en una situació molt inestable de preu, passant de 2,30 €/kg per a rendiments de >17,5% la campanya de 2022 a 0,41 €/kg, la campanya de 2023.



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

Figura 1. Rendiment de garroví és la proporció de garroví respecta la garrova.



Per tot això, el coneixement de les propietats agronòmiques i tecnològiques de les varietats és un factor clau per posar-ne en valor els seus productes i conèixer les varietats més interessants a nivell industrial.

1.2. LES CULTIVARS DE GARROVERS

Tradicionalment s'han conrat les varietats adaptades a la zona d'origen a través de la multiplicació per empelt en camp per la selecció d'agricultors, generació rera generació, sent els paràmetres d'elecció la productivitat i en segon el contingut en polpa, ja que l'usaven com a aliment per als animals de tracció. Avui dia, la propagació procedeix d'arbres empeltats en viver, on es valora més les varietats amb major contingut en llavors i les hermafrodites precoces (Malagón, 2020).

Col·loquialment es denomina "varietat" però de manera correcta s'hauria d'anomenar "cultivar", ja que la cultivar engloba a un grup d'individus que posseeixen unes certes característiques comunes i diferenciades d'uns altres, la denominació de les quals es manté per la seva propagació específica (Albanell, 1990). En el present estudi s'usarà indistintament els termes "cultivar" i "varietat", per ser el terme més acceptat pel sector.



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

El garrover és una planta trioica (amb flors masculines, femenines o hermafrodites), tot i que rarament presenta individus polígams amb flors unisexuals i hermafrodites (Albanell, 1990; Salazar et al., 2002).

Balears compta amb una gran riquesa fitogenètica del cultiu del garrover. Els bancs de germoplasma mitiguen l'erosió genètica i són font de diversitat genètica per a projectes de millora genètica i de reservori patrimonial per a futures explotacions o programes de selecció. Per a definir la diversitat de cultivars és essencial el desenvolupament d'un exhaustiu descriptor varietal, el qual englobi descriptors moleculars, caracteritzacions morfològiques, fisicoquímiques i agronòmiques.

1.3. LA GARROVA

El fruit de *Ceratonia siliqua* L. és la garrova, una beina o llegum del tipus indehiscent, la forma corbada, la grandària, el color, la relació de llavors-polpa, l'agrupació de les beines i la composició química varia segons la cultivar, les condicions edafoclimàtiques, l'any de collita i l'origen (Basharat et al., 2023). En el moment de recol·lecció aconseguen un color marró fosc fins al peduncle i un aspecte coriaci i rugós (Salazar et al., 2002).

LA POLPA DE LA GARROVA

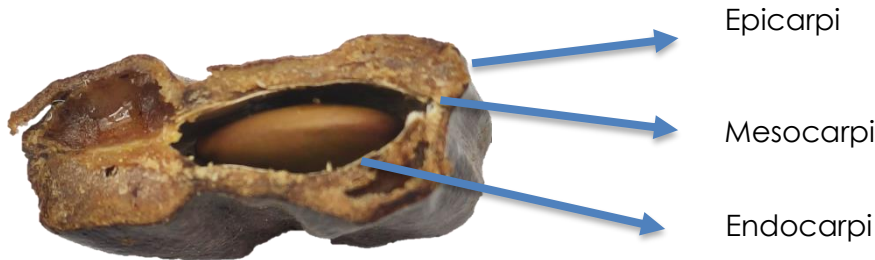
La polpa de la garrova o pericarpí consta de les següents parts (**Figura 2**) segons descriu Albanell (1990):

- Epicarpí: és una capa prima i fibrosa que recobreix exteriorment la garrova, dota a la garrova de l'aspecte coriaci.
- Mesocarpí: és la part interior subcarnosa formada pel teixit cel·lular parenquimàtic ric en sucres, principalment.
- Endocarpí: és una capa fibrosa prima que recobreix l'interior de la garrova la forma de la qual delimita els lòculs.



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

Figura 1. Parts de la polpa de garrova.



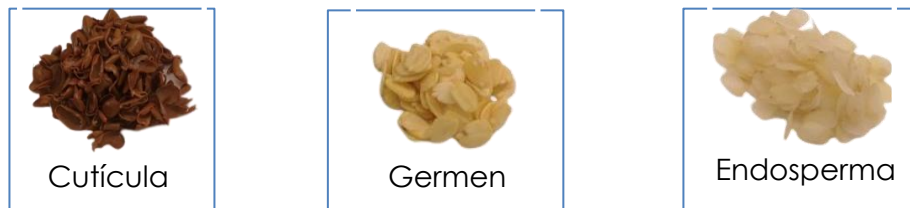
LES LLAVORS DE LA GARROVA

Les llavors de la garrova o garrovins són el·líptiques apuntades en l'apex umbilical. El número de garrovins en la garrova i la seva dimensió és diferent segons la varietat, de manera general, segons Salazar et al. (2002) mesuren de 9 a 10 mm de llarg per 6 a 8 mm d'ample.

Es distingeixen 3 parts en la llavor (**Figura 3**) segons descriu Albanell (1990):

- Episperma: és el tegument o cutícula externa de la llavor. Al seu torn està formada per dues capes, testa (fosca, dura i brillant) i tegmen (interna, clara i tova). Representa fins al 33% de la llavor.
- Germen: ho conforma l'embrió i els cotilèdons. Representa fins a un 25%.
- Endosperma: és el teixit de reserva de l'embrió i conegut com a goma per la seva composició de galactomanans. Representa fins a un 59% de la llavor.

Figura 2. Parts del garroví.





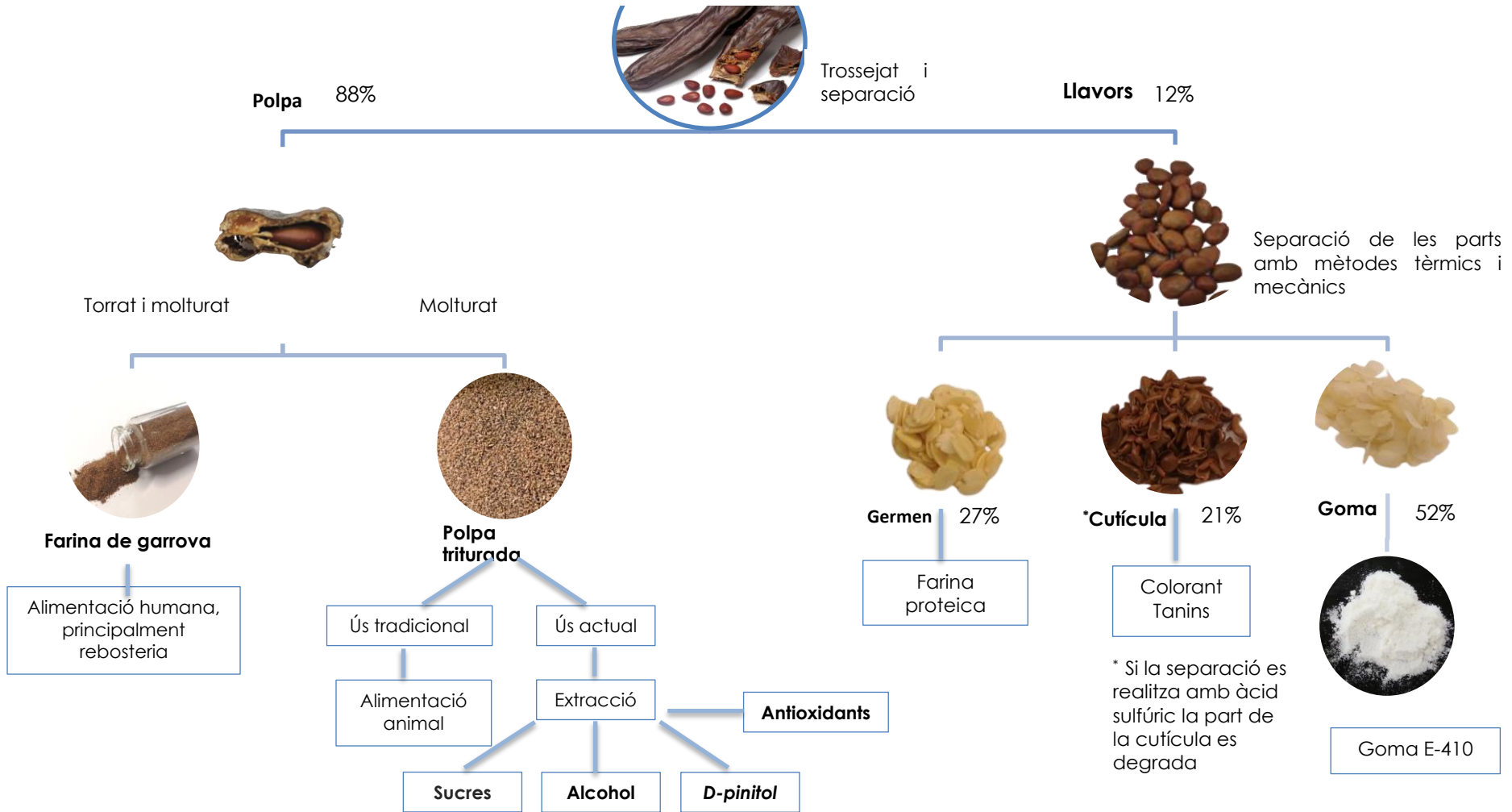
G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

El garrover pel fet de ser un cultiu poc domesticat no ha estat molt estudiat. L'escassa descripció varietal de les propietats fisicoquímiques de la polpa de garrova i del garroví, permet que aquest projecte ofereixi informació del potencial de cultivars de garrovers de les Illes Balears, fins ara desconeguda.

A continuació, en la *Figura 2* es desglossa el procés de transformació comercial de la garrova i els seus principals usos.

1.4 PROCESSAMENT I USOS COMERCIALS DE LA GARROVA

Figura 3. Parts de la garrova i els seus principals usos. Font: Albanell (1990) i Brassesco et al. (2021).





1.5 Els ingredients funcionals

Un ingredient funcional o fitonutrient es defineix com “un component d'un aliment que té efectes beneficiosos més enllà de les seves propietats nutricionals bàsiques i pot incloure millores en la salut, la digestió, l'absorció de nutrients o la immunitat” (Biesalski et al., 2009).

La fibra alimentària o dietètica és una combinació de substàncies químiques i des d'un criteri analític fa referència als polisacàrids (excepte el midó) i a la lignina (Eim, 2012). La fibra alimentària procedent de fruites i verdures ofereix un millor balanç de fibra soluble/fibra insoluble que la provinent de cereals (Garau et al., 2006). A més, si en la seva composició la fibra està associada amb components bioactius com polifenols, es pot considerar com a *fibra antioxidant* (Saura-Calixto, 1998).

Els polifenols i els tanins són compostos fenòlics antioxidants i poden ajudar a prevenir l'envelliment prematur i diverses malalties relacionades amb l'estrès oxidatiu, com a malalties cardiovasculars, inflamatòries o diabètiques (Coronado H. et al., 2015).

LES PROPIETATS SALUDABLES I TECNOLÒGIQUES DE LA GARROVA

Recerques com les de Basharat et al. (2023); Brassesco et al. (2021) i Kyrtzis et al. (2021) afirmen que el pericarpí de la polpa de garrova és una font de sucres (principalment sacarosa i, en menor mesura, glucosa i fructosa), de minerals (com Zn, Mg, Mn, K, Fe, Ca, Cu i Na), de polifenols (inclou àcids fenòlics, tanins i flavonoides), de cel·lulosa, de hemicel·lulosa i de baix contingut en greixos. La composició de la polpa ofereix un ingredient funcional amb propietats saludables antioxidants, lliure de gluten i amb contingut en *D-pinitol*, sent aquest últim de gran interès per les seves propietats anticancerígenes i antidiabètiques (Brassesco et al., 2021; Papaefstathiou et al., 2018; Tetik, Turhan, Oziyici, & Karhan, 2011).

La goma de garroví (anomenat en la indústria E-410), està constituïda principalment pel galactomanà (polisacàrid compost per 4 unitats de manosa i 1 de galactosa) i la seva principal propietat, és la seva alta capacitat per a retenir aigua i formar solucions estables i viscloses amb una alta dilució (1%) (Palanca, 2015). La viscositat o capacitat d'espessiment de la goma de garroví depèn de diversos factors com, la cultivar, la grandària de partícula, la concentració de polímers, la distribució del pes molecular, el mètode de solubilització, les impureses, entre altres (Barak & Mudgil, 2014). Existeixen sinergismes per a formar gels elàstics mesclant la goma de garroví amb Kappa carragenat, goma xantana o tara (Chocano, 2011). Gràcies a la seva composició, aquest additiu és usat en l'elaboració de iogurt, formatges, gels a base d'aigua, diverses salses, embotits, rebosteria, aliments congelats, entre altres (Fidan et al., 2020).



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

2. OBJECTIUS

L'objectiu principal és la caracterització fisicoquímica, antioxidant i tecnològica de la garrova de vint-i-tres cultivars de *Ceratonia siliqua* L. del Banc de Germoplasma de Son Real a Mallorca.

Per a aconseguir l'objectiu principal s'han plantejat una sèrie d'objectius secundaris a realitzar amb el material vegetal de la collita de l'any 2022:

- Avaluar l'efecte de la varietat sobre les característiques fisicoquímiques, nutricionals i antioxidants de la polpa de la garrova per al seu ús com a ingredient funcional en la indústria agroalimentària.
- Estudiar l'efecte de la varietat en el rendiment de garroví respecte a la garrova i del rendiment de la goma de garroví respecte a la llavor.
- Analitzar l'efecte varietal sobre les característiques fisicoquímiques i tecnològiques de la goma de garroví.



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

3. MATERIALS I MÈTODES

3.1. CARACTERÍSTIQUES DE LA FINCA DE SON REAL

3.1.1. LOCALIZACIÓ I DADES EDAFOCLIMÀTIQUES DE LA PARCEL·LA D'ESTUDI

La finca de Son Real es situa al municipi de Santa Margalida (Illes Balears), a la parcel·la 176 del polígon 12 (coordenades UTM x: 515631; y: 4398555; altitud: 37 m). La parcel·la ocupa una extensió de 395 ha, és pública des de 2004 i alberga un important patrimoni fitogenètic.

L'Institut de Recerca i Formació Agroalimentària i Pesquera de les Illes Balears (IRFAP) gestiona la conservació dels bancs de germoplasma situats a la finca de Son Real. La col·lecció de *Ceratonia siliqua* L. Es va plantar en 2015/2016, ocupa 1,6 ha i està formada per 42 accessions amb 4 arbres de cadascuna.

Amb l'objectiu d'avaluar l'efecte varietal de les 23 cultivars del Banc de Germoplasma de Son Real, és important descriure les condicions agroambientals en les quals es troba el cultiu.

3.1.2. CARACTERÍSTIQUES DE LA PLANTACIÓ I MANEIG

Els arbres estan plantats amb un marc de 10 x 7 m, a diferència dels marcs de 10-12 x 10-12 m més comuns a Balears en extensiu i secà. El sistema de reg és per degoteig espaiat a 0,75 m amb un cabal de 1,6 l/h. L'estratègia de reg és de suport amb una quantitat de reg de 1.000-1.500 mm/any/ha amb especial suport durant els mesos d'abril fins a octubre, ambdós inclosos.

3.1.3. ASPECTES EDAFOLÒGICS DE LA PARCEL·LA

Les anàlisis edafològiques es varen realitzar per l'empresa Eurofins agroambiental S.A. a través de l'IRFAP. El mostreig va ser aleatori i representatiu de tota la parcel·la amb dues profunditats a analitzar, a 30 cm i entre 30 i 60 cm.

Segons els resultats de l'anàlisi edàfica realitzada pel laboratori Eurofins S.L., en la **Taula 1** es presenta la interpretació de cada paràmetre realitzada segons la interpretació de Valero (1993) i Villar & Villar (2016).



Taula 1. Resultats edàfics (2022) a 30 cm i entre 30 i 60 cm de profunditat de la finca Són Real.
Font: dades de Eurofins agroambiental S.L.

Paràmetre	a 30 cm	30 - 60 cm	Mitja \pm SD	Interpretació
Arenes (%)	55,4	55,5	55,45 \pm 0,07 ¹	
Llims (%)	25	22,9	23,95 \pm 1,48	
Argila (%)	19,6	21,6	20,6 \pm 1,41	
Textura - USDA Bouyoucos	Franc argila arenosa	Franc argila arenosa	Franc argila arenosa	
Humitat (%)	1,71	1,76	1,74 \pm 0,04	
Matèria orgànica-W&B (%)	1,42	1,38	1,4 \pm 0,03	Baix
Conductivitat elèctrica (dS/m, 25 °C)	0,12	0,12	0,12 \pm 0	No limitant
pH - en pasta saturada	8,5	8,5	8,5 \pm 0	Alcalí
CIC (mEq/100 g DM)	15,1	14,9	15 \pm 0,14	Mitja
Carbonat càlcic equivalent (%)	6,97	6,89	6,93 \pm 0,06	Poc calcari
Calcària activa (%)	<3	<3	<3	Inapreciable
Nitrogen - Kjeldahl (%)	0,15	0,13	0,14 \pm 0,01	Mig
Fòsfor - Olsen (mg/Kg s.m.s.)	<5	<5	<5	Baix
Potassi - extr. acetat amònic (mg/Kg s.m.s.)	243	287	265 \pm 31,11	Alt
Calci - extr. acetat amònic (mg/Kg s.m.s.)	2968	3053	3010,5 \pm 60,1	Adequat
Magnesi - extr. acetat amònic (mg/Kg s.m.s.)	214	219	216,5 \pm 3,54	Óptim
Sodi - extr. acetat amònic (mg/Kg s.m.s.)	75	70	72,5 \pm 3,54	No salí
Relació C/N	5,49	6,16	5,82 \pm 0,47	Correcte
Relació Ca/Mg	8,05	8,01	8,03 \pm 0,03	Elevat Ca
Relació K/Mg	0,34	0,38	0,36 \pm 0,03	Normal

¹: Mitjana de \pm SD de 2 mostres.

No s'observen diferències entre les diferents profunditats del sòl mostrejat. El que indica que, a diferents profunditats, les arrels dels arbres disposen d'unes propietats de sòl similars.

En futurs manejos s'hauria d'afavorir el contingut en matèria orgànica oxidable o humus ja que presenta valors baixos, la qual cosa podria perjudicar en la disminució de la CIC i en la reserva de nutrients (Villar & Villar, 2016), com el nitrogen i fòsfor, els quals ja presenten valors mitjans i baixos.



3.1.3. DADES CLIMÀTIQUES DE LA PARCEL·LA


Segons les dades dels darrers 10 anys de les estacions SIAR (Sistema de Informació Agroclimàtica per al Regadiu) de Sa Pobla i Artà. La temperatura mitjana anual varia des dels 9,69 °C als 24,99 °C. S'observa la temperatura màxima de 37,96 °C al juliol i la mínima és de -1,04 °C al febrer.

Cal esmentar que la finca de Son Real es troba molt pròxima a la zona costanera amb incidència de vents (SW). Segons les dades de l'estació meteorològica de Son Real, s'han anotat ratxes de vent de fins a 30 km/hora en el mes d'abril. Aquesta forta incidència de vent salí es veu reflectit en el desenvolupament dels cultius, ja que, malgrat entutorar el creixement dels arbres, s'observen molts arbres amb el tronc inclinat i amb defoliacions a causa la salinitat.

3.2. MATÈRIA PRIMERA

Les garroves de *Ceratonia siliqua* L. emprades en aquest treball provenen de la collita de l'any 2022 del banc de germoplasma de Son Real. Les varietats seleccionades són 21 cultivars locals procedents: 17 de l'illa de Mallorca i 4 d'Eivissa. També s'han considerat en aquest estudi 2 varietats seleccionades per l'IRFAP mitjançant pol·linització oberta (H2-12 i Granja). A continuació, a la **Taula 2** es descriuen les característiques principals del fruit segons IRFAP (2022).

Taula 2. Caracterització de la garrova i el garroví de les varietats d'assaig, de l'any 2022. Font: IRFAP (2022).

Varietat	Origen i sexe ^{1.}	Garrova		Garroví		Foto
		Forma i superfície	Longitud, amplitud i gruix (mm) ^{2.}	Forma i superfície	Pes (g) ^{3.}	
Bajoca	Mallorca F	Corbada Rugosa	L: 182,8 a: 22,0 g: 92,2	Ovalada Lisa	1,63	



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

Bauçana	Mallorca F	Corbada Molt rugosa	L: 159,7 a: 19,2 g: 7,0	Ovalada Rugosa	1,44	
Boval	Eivissa F	Molt corbada Molt rugosa	L: 160,5 a: 20,5 g: 8,1	Ovalada Rugosa	1,17	
Bugadera	Mallorca F	Corbada Rugosa	L: 178,3 a: 22,2 g: 8,1	Ovalada Rugosa	1,68	
Capoll curt	Mallorca F	Corbada Molt rugosa	L: 130,5 a: 17,4 g: 6,2	Ovalada Rugosa	1,40	
De la mel	Mallorca F	Corbada Molt rugosa	L: 148,4 a: 18,5 g: 6,4	Ovalada Molt rugosa	1,51	
D'en Pau	Mallorca F	Recta Molt rugosa	L: 165,5 a: 20,4 g: 9,1	Ovalada Rugosa	2,17	



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

Des Mestre	Mallorca H	Corbada Rugosa	L: 195,2 a: 20,4 g: 10,1	Ovalada Rugosa	1,20	
Duraió	Mallorca F	Recta Rugosa	L: 166,4 a: 18,7 g: 8,8	Ovalada Rugosa	1,65	
Fina	Eivissa F	Corbada Molt rugosa	L: 132,8 a: 24,6 g: 10,3	Ovalada Llisa	1,68	
Granja	Península F	Recta Molt rugosa	L: 148,5 a: 15,2 g: 7,1	Redona Llisa	1,62	
H 2-12	Península H	Corbada Molt rugosa	L: 159,3 a: 20,4 g: 7,4	Ovalada Rugosa	1,77	



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

Lloseta	Mallorca H	Corbada Rugosa	L: 178,4 a: 19,3 g: 8,4	Ovalada Rugosa	1,75	
Mollar	Mallorca F	Recta Rugosa	L: 159,3 a: 19,0 g: 8,6	Ovalada Lisa	1,73	
Negrill	Mallorca F	Recta Molt rugosa	L: 165,4 a: 19,1 g: 8,1	Ovalada Rugosa	2,25	
Negrilla	Mallorca F	Recta Lisa	L: 187,2 a: 20,0 g: 10,6	Ovalada Rugosa	1,78	
Orellona	Eivissa F	Corbada Molt rugosa	L: 169,4 a: 21,0 g: 8,9	Ovalada Rugosa	1,92	




G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

Rossa	Mallorca F	Recta Rugosa	L: 189,6 a: 21,6 g: 9,6	Ovalada Lisa	1,88	
Roja	Eivissa H	Corbada Molt rugosa	L: 137,7 a: 19,5 g: 8,3	Ovalada Molt rugosa	1,20	
Sa Llebre	Mallorca H	Recta Rugosa	L: 162,8 a: 20,4 g: 10,2	Ovalada Rugosa	1,69	
Santa Maria	Mallorca F	Recta Molt rugosa	L: 160,9 a: 21,1 g: 9,1	Ovalada Lisa	2,35	
Vera	Mallorca F	Corbada Molt rugosa	L: 171,9 a: 26,4 g: 9,5	Ovalada Rugosa	1,95	



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

Vermella	Mallorca F	Corbada Rugosa	L: 183,7 a: 22,8 g: 9,0	Ovalada Lisa	1,78	
-----------------	---------------	-------------------	-------------------------------	-----------------	------	---

1. Sexe: Femení (F); Hermafrodita (H).
2. Mitjana de longitud (L), amplària (a) i gruix (g) de la caracterització de 20 garroves.
3. Pes mitjà de las llavors en 1 garrova (n=20).



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

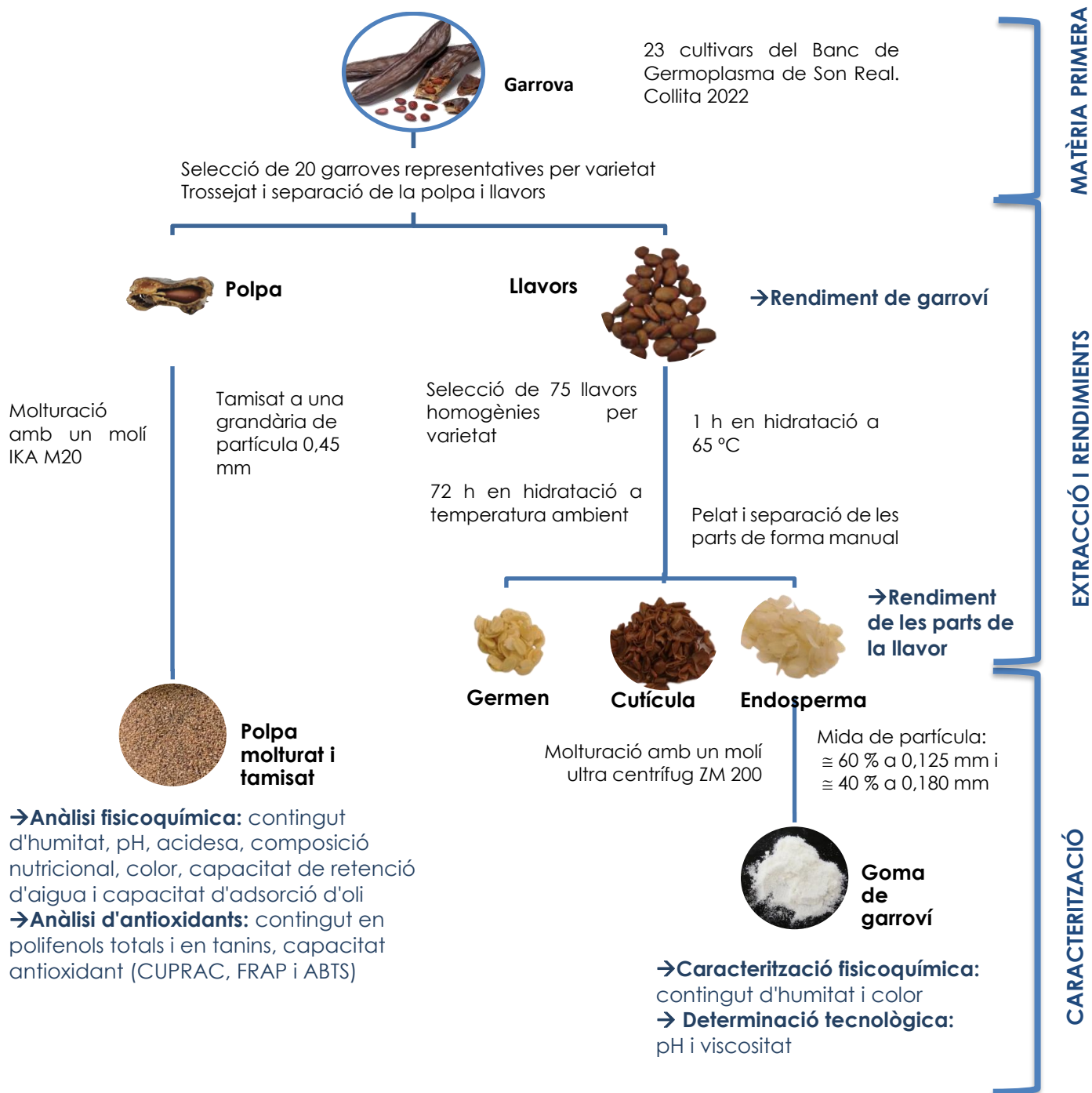
3.3. DISSENY EXPERIMENTAL

A continuació, a la **Figura 5** es presenten els dos dissenys experimentals. Un, és la caracterització fisicoquímica varietal de la polpa de garrova i la determinació del potencial com ingredient funcional. I l'altre, és l'avaluació del rendiment en vistes a la determinació fisicoquímica i tecnològica de la goma de garroví.



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

Figura 4. Disseny experimental de la polpa de la garrova i del garroví.





G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

3.4. CARACTERITZACIÓ DE LA POLPA DE LA GARROVA

3.4.1. OBTENCIÓ DE LA MOSTRA

Les garroves es varen collir a principis de setembre del 2022, quan el viratge de color va ser complet fins el peduncle, estadi RS5 (Kyratzis et al., 2021). La recol·lecció es va realitzar de forma manual.

Es varen seleccionar 20 garroves representatives per a cada varietat en bon estat, es va llevar el peduncle i es varen netejar. Les garroves foren trossegades per a separar la polpa de les llavors. Els trossos de polpa es varen molturar amb un molí IKA M20 (IKA*-Werke GmbH & Co. KG, Alemanya). El sistema de refrigeració líquida exterior del molí permet minimitzar el sobreescalfament mecànic del mateix i disminuir les possibles degradacions del producte final. Finalment, es va tamisar la farina fins una mida de partícula de 0,45 mm.

3.4.2. CARACTERITZACIÓ FISCOQUÍMICA

3.4.2.1. Contingut en humitat

La determinació de la humitat es va dur a terme per gravimetria segons la norma ISO 2483-1973. Es van assecar 5 g de mostra a l'estufa a 110 ± 2 °C fins al pes constant (24 hores). Les determinacions es varen dur a terme per duplicat.

3.4.2.2. Determinació del pH

La determinació del pH es va dur a terme per duplicat, es varen mesclar 5 g de mostra amb 20 ml d'aigua destil·lada. Una vegada dissolta la mostra, en agitació constant, es va determinar el valor de pH (pH-metre Basic 20+, Crison, Espanya).

3.4.2.3. Determinació de l'acidesa

L'acidesa es va calcular emprant la mateixa dissolució descrita en la determinació del pH. Es va titular amb hidròxid de sodi (NaOH) 0,1N fins arribar a un pH de 8,2 (Lobit et al., 2002). Els resultats es varen expressar com a g d'àcid cítric/100 g de mostra. Les determinacions es varen dur a terme per triplicat.

3.4.2.4. Composició nutricional

Les analítiques varen ser realitzades el novembre de 2022 per l'empresa Agrolab Iberica S.L.U., P.I. de Villalonquérjar C/ Valle de Tobalina, 40, 09001 Burgos. Es va subministrar per varietat 100 g de mostra molturada, les determinacions analítiques que va emprar l'empresa es descriuen a continuació. La determinació de sucres es va realitzar per cromatografia iònica, el contingut en greixos mitjançant



cromatografia de gasos, el contingut en proteïnes se va determinar per Kjeldahl (Nx6,25) i el contingut en minerals (Mg, K i Ca) segons la norma DIN EN 16943.

3.4.2.5. Anàlisi del color

La mesura del color de la polpa molturada es va realitzar amb un espectrofotòmetre (CM5, Konica Minolta, Japó), amb obertura de 30 mm, il·luminant D65, 2° d'observador i component especular exclòs.

Les mesures de les coordenades CIE Lab* (**Figura 6**) s'expressen per als components: L* (lluminositat), a* (coordenades del vermell "+a" cap al verd "-a"), b* (coordenades del groc "+b" cap al blau "-b"). La tonalitat¹ o Hue i el cromat² o saturació es calculen utilitzant les coordenades a* i b*.

$$1. C = \sqrt{a^2 * b^2}$$

$$2. h = \arctan\left(\frac{b}{a}\right) * \left(\frac{180}{\pi}\right)$$

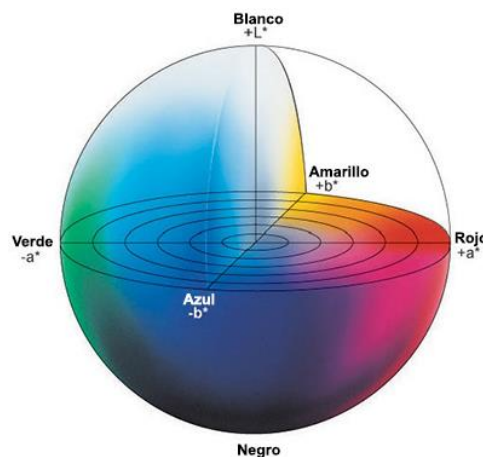


Figura 5. Representació de les coordenades *CIE Lab*. Font: Konica Minolta

3.4.2.6. Propietats funcionals: capacitat de retenció d'aigua i capacitat d'adsorció d'oli

La determinació de la capacitat de retenció d'aigua (WRC) i la capacitat de adsorció d'oli (FAC) es va realitzar segons Holloway & Greig (1984) amb algunes modificacions. Es van mesclar 200 mg de polpa de garrova amb 10 ml d'aigua destil·lada i amb 10 ml d'oli vegetal de gira-sol, respectivament, segons la propietat a determinar. Les mostres es van agitar al vòrtex i es van deixar en repòs 24 hores a temperatura ambient. Després, es van centrifugar a 4000 rpm (ALC 4218, Thermo Scientific, Vantaa, Finland) durant 25 min. Finalment, es va separar la fase sòlida de la líquida o oliosa per decantació i es va pesar la mostra sòlida. Els resultats es van



calcular per la diferència dels pesos inicials i finals de la mostra i es van expressar en g d'aigua o oli/g de polpa.

3.4.3. ANÀLISI D'ANTIOXIDANTS

3.4.3.1. EXTRACTE DEL COMPOST POLIFENÒLIC I ANTIOXIDANT

L'obtenció de l'extracte es va fer segons Červenka et al. (2019) amb algunes modificacions. Es va dissoldre 1,5 g de polpa de garrova en 10 ml de metanol: aigua (50:50), la mostra es va agitar primer al vòrtex 3 min, després a l'agitador orbital (Rotabit, J.P. Selecta, Espanya) durant 1 hora. Seguidament, es va centrifugar 10 min a 2500 rpm (ALC 4218, Thermo Scientific, Finlàndia). A continuació, es va decantar la fase líquida i es va realitzar una segona extracció afegint 10 ml d'acetona: aigua (70:30) i repetint els passos d'agitació, de centrifugació i de decantació descrits prèviament. Tots dos extractes líquids obtinguts es mesclaren i es van centrifugar 10 min. a 4000 rpm. Després de deixar reposar la mostra 24 hores a -20 °C, es va filtrar el sobrenedant amb una xeringa amb filtre PTFE a 0,45 µm. Els extractes es van realitzar per duplicat i es van emmagatzemar fins a la seva anàlisi a -20 °C.

3.4.3.2. DETERMINACIÓ DEL CONTINGUT DE POLIFENOLS TOTALS

Per a la determinació del contingut de polifenols total (TPC) es va seguir la metodologia Folin-Ciocalteu, segons Eim (2012) amb qualche modificació. Es va mesclar dins unes plaques de 96 pouets 10 µl de l'extracte de la mostra, 5 µl del reactiu de Folin-Ciocalteu i 95 µl d'aigua destil·lada. Les plaques es van incubar durant 5 min dins de l'espectrofotòmetre (Multiskan UV/Vis/NIR, Thermo Scientific, Finlàndia), després es va afegir 80 µm de carbonat de sodi (Na₂CO₃) al 7,5%. Finalment, es va tornar a introduir la placa al espectrofotòmetre per mesurar l'absorbància a 25 °C a 745 nm cada 5 minuts, durant 30 minuts.

Les dades de l'espectrofotòmetre es van processar amb el programari SkanIt 2.4.2. Es va obtenir el contingut de polifenols totals a través del càlcul de la corba de calibratge amb àcid gàl·lic (GAE) en un rang de concentració de 0,025-0,3 mg/ml. Els resultats de TPC es van expressar en mg GAE/g polpa.

3.4.3.3. DETERMINACIÓ DE TANINS TOTALS

La determinació de tanins totals mitjançant la precipitació de proteïnes es va realitzar en dues etapes, segons la metodologia de Ricco et al. (2015) amb algunes modificacions.

La primera etapa és la determinació de la concentració de polifenols totals segons la metodologia descrita en l'apartat 3.4.3.2. La segona etapa és la determinació de concentració de polifenols després de la precipitació de proteïnes amb una solució de seroalbúmina bovina (BSA).



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

Per a obtenir la solució BSA en primer lloc, es va preparar el buffer d'acetat (0,2 M), barrejant 1,64 g d'acetat de sodi (CH_3COONa) en 100 ml d'aigua. Es va ajustar el pH a 5 afegint àcid acètic (CH_3COOH per a baixar el pH) o hidròxid de sodi (NaOH per a pujar el pH). En segon lloc, es van barrejar 100 ml del buffer d'acetat amb 0,99 g de clorur de sodi (NaCl).

Finalment, es va barrejar 1 ml de l'extracte de la mostra amb 1 ml de la solució BSA, es va deixar reposar la mescla 15 min i després es va centrifugar 10 min a 4200 rpm (ALC 4218, Thermo Scientific, Finlàndia). Seguidament, es va determinar el contingut de polifenols totals del sobrenadant segons la metodologia descrita en l'apartat 3.4.3.2. La concentració de tanins totals s'obté a través de la diferència de la concentració de polifenols totals obtinguts prèviament.

3.4.3.4. AVALUACIÓ DE LA CAPACITAT ANTIOXIDANT

CUPRAC (CUPric Reducing Antioxidant Capacity)

L'assaig CUPRAC es va realitzar segons la metodologia descrita per Apak et al. (2004) amb algunes modificacions. El reactiu CUPRAC es va obtenir de la mescla de 10 ml de 3 solucions (1:1:1). El reactiu CUPRAC es va preparar el mateix dia de l'anàlisi a partir de volums equivalents (1:1:1) d'una dissolució aquosa de Cu (II) 10 mM, d'una solució de neocuproïna 7.5 mM en EtOH 96% i de tampó acetat d'amoni (1 M, pH 7).

Es va afegir 190 μm del reactiu CUPRAC en les plaques, es va incubar 10 min en l'espectrofotòmetre (Multiskan UV/Vis/NIR, Thermo Scientific, Finlàndia) i després es va afegir 10 μm de l'extracte. L'absorbància es va mesurar a 450 nm durant 30 min, quan la mescla es va mantenir estable enfront del blanc. La determinació de la capacitat antioxidant es va realitzar utilitzant una corba de calibratge de Trolox amb un rang de concentració de 0,05 a 0,35 mg/ml. Els resultats s'expressen en mg Trolox/g polpa.

FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power)

L'assaig FRAP es va realitzar segons la metodologia descrita per González-Centeno et al. (2012) amb modificacions adaptades a l'anàlisi en microplaques. El reactiu FRAP, preparat el mateix dia de l'anàlisi, es va obtenir a partir de la mescla d'una solució de TPTZ (2,4,6-Tris(2-pyridyl)-S-triazine) 0.01 M en HCl 0.04 M, una dissolució aquosa de $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.02 M i una altra de tampó acetat (pH 3.6, preparat amb 3.1 g CH_3COONa i 16 ml de CH_3COOH glacial per 1 L de solució tampó) en un relació 1:1.10. El protocol i condicions experimentals, així com els càlculs per a l'avaluació de la capacitat antioxidant a través del mètode FRAP, van ser els mateixos que per a les tècniques ABTS i CUPRAC. No obstant això, la longitud d'ona utilitzada per a mesurar l'increment en l'absorbància va ser de 593 nm.



ABTS (acidific 2,2'-Azinobis-(3-etilBenzo Tiazolina-6-Sulfònic)

L'assaig ABTS es va realitzar segons Arnao et al. (2001) amb alguna modificació. El radical ABTS es va preparar barrejant volums equivalents (1:1) de dissolucions aquoses de ABTS 7 mm i K₂S₂O₈ 2.45 mm. Aquesta solució mare es va deixar reaccionar durant 12 – 16 h a 23 ± 1 °C en fosc, per a ser utilitzada en les pròximes 48 h, conservada sota les mateixes condicions de temperatura i lluminositat. En el moment de l'anàlisi, 8 ml de la solució mare de ABTS es van diluir amb EtOH/H₂O (25:75, v/v) fins a un volum final de 100 ml per a obtenir un reactiu ABTS amb absorbància d'1.00 ± 0.02 unitats a 734 nm. Es van incubar les solucions-mostra i el reactiu ABTS (190 µL en cada pouet) en microplaques de 96 pouets, a 25 °C durant 20 min. Posteriorment, es va realitzar una lectura d'absorbància del blanc de reactiu a 734 nm (A₀) i es va procedir a iniciar la reacció afegint 10 µL de la solució-mostra a cada pouet. La mescla es va incubar a la mateixa temperatura durant 30 min, després dels quals la disminució de l'absorbància es va mesurar a la mateixa longitud d'ona (A_f). Per al càlcul de la capacitat antioxidant, la diferència entre les absorbàncies A₀ i A_f es va correlacionar amb un calibrat de trolox (anàleg hidrosoluble de la vitamina E), les solucions estàndard de la qual es van preparar en el rang de concentració 0 – 0.8 mm (r² = 0.995), utilitzant EtOH/H₂O (25:75, v/v) com a dissolvent.

3.5. CARACTERITZACIÓ DEL GARROVÍ

3.5.1. AVALUACIÓ DEL RENDIMENT DEL GARROVÍ

Es van separar i van pesar les fraccions de polpa i llavors de 20 garroves homogènies i representatives per varietat en una balança digital amb pressió de 0,01 g. Es va calcular del rendiment de garroví (%) segons¹:

$$1. \text{ Rendiment (\%)} = \frac{P_{\text{total garrovins}}}{P_{\text{total garroves}}} \times 100$$

Segons els descriptors de Batlle et al. (2014) es va classificar el rendiment de garroví (%): en baix (<9,5), mitjà (9,5-13) o alt (>13).

3.5.2. OBTENCIÓ DE LES PARTS DE LA LLAVOR

Per a aconseguir separar les parts de la llavor i obtenir viscositats acceptables amb la mínima incidència de temperatura, es van realitzar diferents proves variant la temperatura i el temps de remull de les llavors amb una mateixa varietat d'acord amb la informació recopilada en estudis previs com Dakia et al. (2008) i Kivrak et al. (2015). El protocol que es descriu a continuació és el que va mostrar millors resultats i es va aplicar per duplicat a la resta de varietats:



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

En la primera fase es van hidratar les llavors amb agitació magnètica i control de temperatura a 65 °C (Arex-6 Dig.pro+, Itàlia) durant 1 h. Després es va traspasar el contingut a un pot de cristall i es va deixar en hidratació a temperatura ambient durant 72 h. Després, les llavors es van pelar i van separar en tres parts: goma o splits, germen i cutícula. Finalment, es va assecat cada part en estufa a 35 °C durant 24 h.

3.5.3. RENDIMENT DE LES PARTS DE LA LLAVOR

A partir dels valors obtinguts en la composició individual de les parts de la llavor obtingut de la diferència de pesos en l'última fase de l'assecat es va calcular el rendiment de les parts per varietat.

$$^1 \text{ Rendiment de goma, germen o cutícula (\%)} = \frac{P_{\text{goma,germen o cutícula}}}{P_{\text{goma}} + P_{\text{germen}} + P_{\text{cutícula}}} \times 100$$

A través dels descriptors de Batlle et al. (2014) es va classificar el contingut de goma (%) en baix (<48), mitjà (48-52) o alt (>52).

3.5.4.1. CARACTERITZACIÓ FÍSICOQUÍMICA DE LA GOMA DE GARROVÍ

La goma obtinguda en l'apartat 3.5.2. es va molturar a 10.000 rpm amb un molí ultra centrífug (ZM 200, Retsch, Alemanya) amb filtres de pas de partícula 0,50 mm, 0,25 mm i 0,08 mm en aquest ordre (Retsch, Alemanya).

La grandària de partícula de la goma tamisada per a les determinacions va ser \cong 40% a 0,180 mm i un \cong 60% a 0,125 mm.

3.5.4.1. Determinació de la humitat

La determinació de la humitat es va realitzar per gravimetria segons la norma ISO 2483-1973. Es va assecat 1 g de goma en estufa a 110 ± 2 °C fins a pes constant (24 hores). Les determinacions es van realitzar per duplicat.

3.5.4.2. Anàlisi del color

La mesura del color de la goma de garroví, es va realitzar amb un espectrofotòmetre (CM5, Konica Minolta, Japó) emprant la mateixa metodologia descrita per a la polpa de garrova en l'apartat (3.4.2.5.), Es van utilitzar les coordenades CIELab*, determinant-se els valors de L*, a* i b*. Les determinacions es van realitzar per duplicat.

3.5.5. CARACTERITZACIÓ TECNOLÒGICA DE LA GOMA DE GARROVÍ

3.5.5.1. Preparació de la mostra per a la determinació de la viscositat i del pH

Es va dissoldre la goma de garroví com descriu la metodologia de Palanca (2015) amb algunes modificacions. Es van barrejar 2 g de goma, 8 g de isopropanol al 99,9%



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

i 200 ml d'aigua destil·lada recentment bullida, a continuació, es va homogeneïtzar la mescla, 2 min a 500 rpm (RZP 2021, Heidolph, Alemanya). Després, es va sotmetre la mostra a dos banys, un de 10 min a 60 °C i l'altre de 8 min a 5 °C, després de cada bany es va deixar reposar la mostra a temperatura ambient durant 15 min i 10 min, respectivament.

3.5.5.2. Determinació tecnològica de la viscositat

Amb la mostra obtinguda en l'apartat 3.5.5.1., es va mesurar la viscositat a $25,0 \pm 0,2$ °C i als 2 min, amb un viscosímetre rotacional (VISCO STAR R, Selecta S.A., Espanya), equipat amb una claveguera tipus R3 (34 mm de diàmetre), i a una velocitat de 20 rpm. Les determinacions es van realitzar per duplicat.

3.5.5.3. Determinació del pH

Amb la mostra obtinguda en l'apartat 3.5.5.1., es va mesurar el pH a $25,0 \pm 0,2$ °C amb un pH-metre Basic 20+ (Crison sèrie 74507, Barcelona).

3.6. METODOLOGIA DE L'ANÀLISI ESTADÍSTICA

Es varen estudiar les diferències significatives de les varietats segons els diferents paràmetres analitzats, a través del programa SPSS (versió 29.0.0.0). Per a això, primer, es va realitzar l'estudi de la normalitat i homogeneïtat de les variàncies, als paràmetres que ho van complir se'ls va aplicar una ANOVA (nivell de significació de $p < 0,05$), mentre que als que no, primer es van transformar matemàticament les dades per a provar que ho complissin, si continuaven sense fer-ho se'ls va realitzar una anàlisi de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). Els resultats es van presentar com la mitjana \pm ES. En la presentació de resultats es descriu el nombre de mostres analitzades i les seves rèpliques.



4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

4.1. LA POLPA DE LA GARROVA

4.1.1. CARACTERIZACIÓ FÍSICOQUÍMICA

4.1.1.1. Determinació de la humitat, pH i acidesa

La polpa de garrova dels cultivars assajats mostra un contingut d'humitat dins dels paràmetres comercials, ja que **la collita és acceptada per les cooperatives amb un contingut d'humitat per sota del 14%**. Cal assenyalar que, aquests resultats constaten una recol·lecció en el moment òptim. Com explica l'estudi de Kyratzis et al. (2021), sobre la maduració de varietats xipriotes de garrova, una maduració tardana provoca una oxidació enzimàtica que pot disminuir el valor nutricional general de la garrova, i que és a partir de l'estadi RS5 ($9,7 \pm 0,7\%$) quan el percentatge d'humitat de la garrova i la taxa de respiració es manté constant.

En la **Taula 3** es presenten els continguts en humitat entre 11,17% i 16,37% per a Vermella i Des Mestre, respectivament, i s'observen valors similars ($11,07 \pm 0,38\%$) als reportats per Yousif & Alghzawi (2000).

El valor del pH és un indicatiu de que totes les cultivars van ser recol·lectades en el moment adequat i que les garroves no van sofrir processos de fermentació, ja que no mostren valors de pH baixos. Com s'observa en la **Taula**, els valors de pH oscil·len entre 5,41, per Lloseta, i 4,97 per Sa Llebre. Aquestes xifres coincideixen amb els pH de varietats valencianes (5,12 – 4,67) de l'estudi de Renuncio (2017) i també amb els de les varietats turques (valor mitjà $5,4 \pm 0,2$) de l'estudi de Tetik et al. (2011). En canvi, en l'estudi de Papaefstathiou et al. (2018) es presenta un pH lleugerament més elevat, de $5,96 \pm 0,02$.

Els valors d'acidesa obtinguts són baixos i indiquen que les garroves es trobaven al punt de maduració amb major contingut en sucres, de fet, entre l'acidesa i el contingut nutricional en sucres (sacarosa, fructosa i glucosa) de les varietats assajades existeix una correlació lineal inversament proporcional amb una $R^2=0,534$.

En la **Taula 3** es presenten els valors d'acidesa, estant els valors compresos entre 2,53 i 1,39 g AC/100 g polpa per a Des Mestre i Vermella, respectivament, observant-se diferències significatives a causa de la varietat. Els valors d'acidesa per a les varietats Des Mestre i Vermella, mostren la mateixa tendència en l'estudi de dos anys de Barceló et al. (2023).

Els valors d'acidesa de polpa de garrova de les varietats d'aquest treball són lleugerament més elevats en comparació amb les varietats turques (valor mitjà $0,78 \pm 0,17\%$) de l'estudi de Tetik et al. (2011).



Taula 3. Resultats dels paràmetres d'humitat, pH i acidesa de la polpa de garrova per varietats.

Varietat	Humitat (%) ^{1, 2}	pH ^{1, 3}	Acidesa (g AC/100 g) ^{1, 3}
Bajoca	13,93 ± 0,09 ¹	5,24 ± 0,00 ^{ijkl, 1}	1,82 ± 0,05 ^{gh, 1}
Bauçana	11,76 ± 0,21	5,26 ± 0,00 ^{kl}	1,48 ± 0,02 ^{ab}
Boval	13,51 ± 0,03	4,99 ± 0,01 ^a	1,62 ± 0,00 ^{bcde}
Bugadera	11,59 ± 0,17	5,13 ± 0,01 ^{efg}	2,10 ± 0,03 ^k
Capoll curt	13,13 ± 0,03	5,17 ± 0,01 ^{gh}	1,71 ± 0,00 ^{efg}
De la mel	15,64 ± 1,62	5,15 ± 0,01 ^{fg}	1,85 ± 0,10 ^{ghi}
D'en Pau	15,38 ± 0,22	5,19 ± 0,01 ^{hi}	2,06 ± 0,01 ^{jk}
Des Mestre	16,37 ± 0,05	4,98 ± 0,03 ^a	2,53 ± 0,01 ^l
Duraió	12,30 ± 0,04	5,23 ± 0,00 ^{ijk}	1,86 ± 0,01 ^{ghi}
Fina	11,70 ± 0,23	5,21 ± 0,01 ^{ij}	1,51 ± 0,00 ^{abc}
Granja	12,27 ± 0,28	5,16 ± 0,04 ^{gh}	1,99 ± 0,16 ^{ijk}
H 2-12	12,44 ± 0,11	5,11 ± 0,01 ^{def}	1,65 ± 0,01 ^{cde}
Lloseta	14,17 ± 0,15	5,41 ± 0,01 ⁿ	1,85 ± 0,04 ^{ghi}
Mollar	13,74 ± 0,24	5,31 ± 0,00 ^m	1,66 ± 0,02 ^{def}
Negrill	11,97 ± 0,05	5,20 ± 0,013 ^{hij}	2,10 ± 0,04 ^k
Negrilla	11,70 ± 0,09	5,23 ± 0,01 ^{ijk}	1,59 ± 0,01 ^{bcde}
Orellona	14,32 ± 0,50	5,07 ± 0,01 ^{bcd}	1,55 ± 0,01 ^{bcd}
Rossa	14,89 ± 0,11	5,04 ± 0,01 ^b	1,80 ± 0,01 ^{fg}
Roja	15,61 ± 0,02	5,06 ± 0,01 ^{bc}	1,39 ± 0,01 ^a
Sa Llebre	13,23 ± 0,27	4,97 ± 0,02 ^a	2,43 ± 0,01 ^l
Santa Maria	13,21 ± 0,08	5,26 ± 0,01 ^{kl}	1,96 ± 0,05 ^{hij}
Vera	13,35 ± 0,02	5,09 ± 0,01 ^{cde}	2,00 ± 0,01 ^{jk}
Vermella	11,17 ± 0,13	5,28 ± 0,01 ^{lm}	1,62 ± 0,00 ^{bcde}
R ²	-	0,986	0,977
p (Varietat)	0,004	<0,001	<0,001

¹. Mitjana ± SE De 2 repeticions.

². Anàlisi Kruskal-Wallis: diferències significatives entre varietats (p<0,05).

³. Anàlisi ANOVA: les lletres diferents indiquen diferències significatives entre varietats (p<0,05).

4.1.1.2. Composició nutricional

La polpa de garrova és un bon ingredient nutricional amb elevat contingut en sucres, fibra, proteïna i baix en greixos amb una coloració marró vermella, la qual cosa li

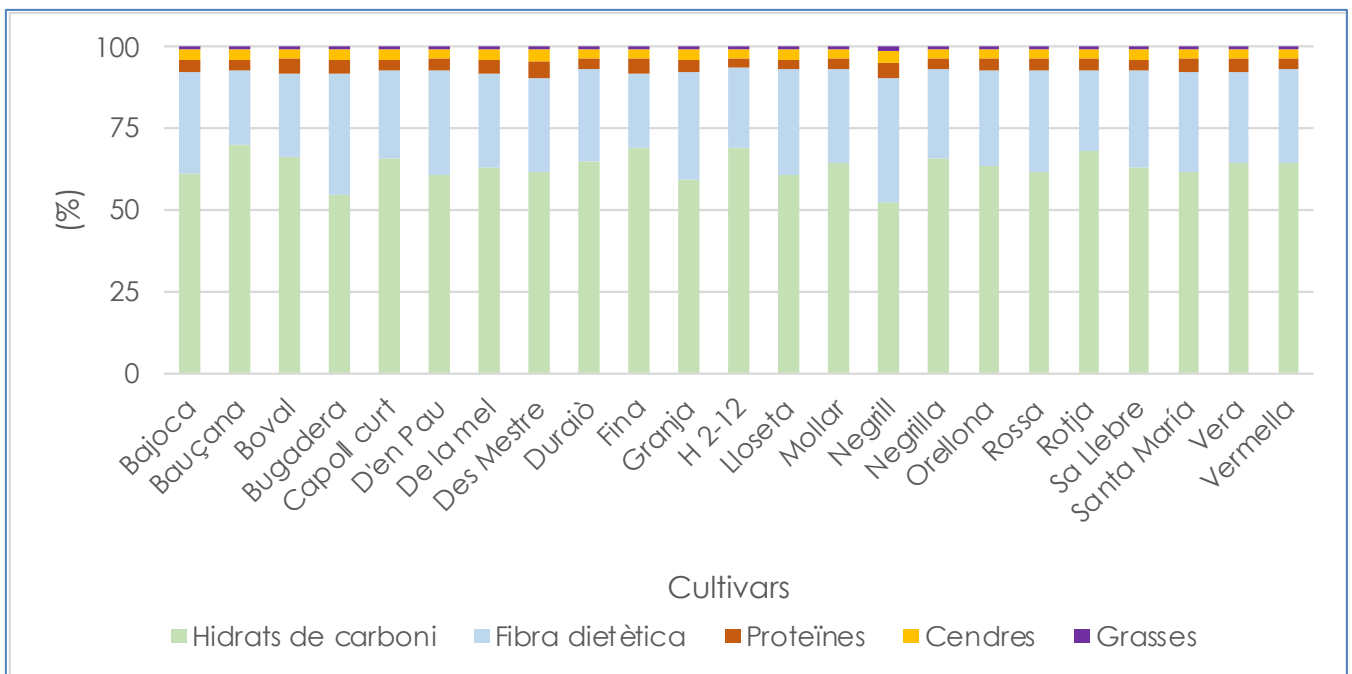


G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

permet tenir un gran potencial per a ser usat com el “cacau mediterrani”. A més, un aspecte per a destacar és que la polpa **no conté cafeïna i teobromina**, tots dos compostos anti-nutrients estimulants del sistema nerviós central (Craig & Nguyen, 1984).

A continuació, en la **Figura 7**, es presenten els valors generals de la composició nutricional de la polpa de garrova a partir de les anàlisis de les 23 varietats assajades.

Figura 6. Resultats de la composició nutricional mitjana de la polpa de garrova. Font: informe analític de Agrolab Iberica S.L.O. Resultats en MS, n=23.

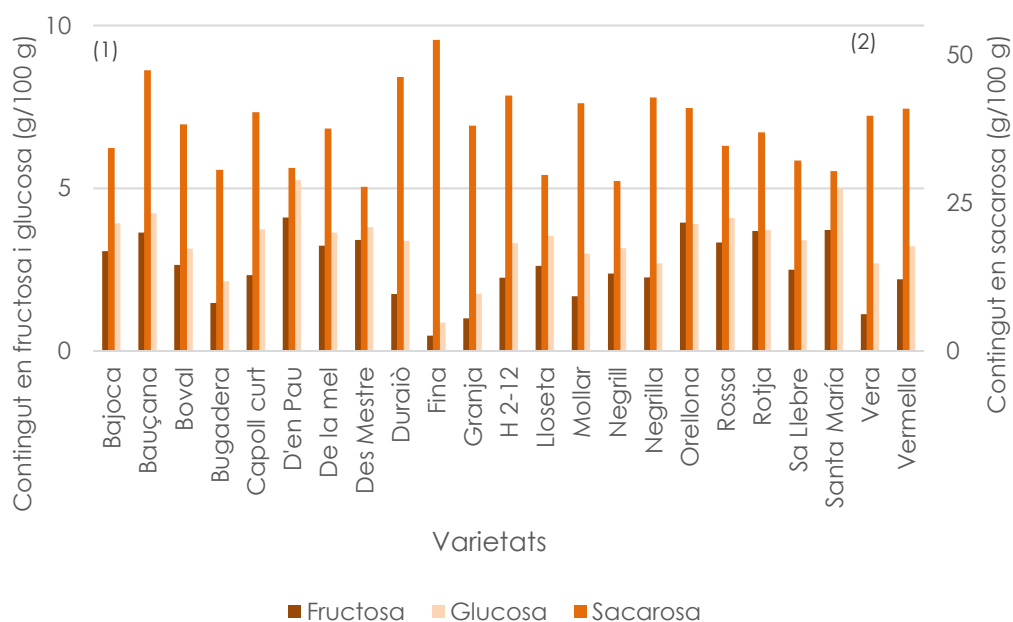


La polpa de garrova està composta majoritàriament per hidrats de carboni (63,32%), on la sacarosa és la més destacada (37,67%) i, en menor mesura, glucosa i fructosa. Aquests resultats coincideixen amb els de les varietats italianes ($34 \pm 3,6\%$ de sacarosa, $6 \pm 2\%$ de fructosa i $4 \pm 1\%$ de glucosa) de l'estudi de Avallone et al. (1997).

La polpa de garrova és rica en sucres naturals, la qual cosa permet el seu ús alimentari en l'elaboració de xarops o en la rebosteria. En el present estudi, la varietat amb major contingut en sacarosa és Fina (52,57%) i amb menor contingut Des Mestre (27,73%) **Figura 8**. En els resultats de Barceló et al. (2023), de l'estudi de dos anys de les cultivars de garrova a Son Real, també Fina i Bauçana ocupaven els primers llocs respecte al contingut en sacarosa, així s'observa una tendència en la composició de sucre de les cultivars estudiades.



Figura 7. Resultats de la composició en sucres de la polpa de garrova per varietats (n=1). Font: dades obtingudes per Agrolab Iberica S.L.O.



El contingut en fibra dietètica de les varietats assajades oscil·la entre 22,55 i 38,25%, valors molt similars als de les varietats de Xipre (30,35 – 37,32%) presentats per Papaefstathiou et al. (2018). En l'estudi de Yousif & Alghzawi (2000), sobre garroves de mercats àrabs, van determinar que el contingut de fibra bruta és major en la polpa sense torrar que en polpa torrada (farina), per tant, el contingut en fibra disminueix a causa del torrat. A més, el contingut en fibra en polpa de garrova és major que en el cacau en pols, **la qual cosa fa que sigui un ingredient amb potencial com a font de fibra.**

El contingut en proteïnes de la polpa de garrova d'aquest estudi és de 3,76%, lleugerament més baix que el contingut de proteïna de les varietats xipriotes (4,58 - 5,12%) de l'estudi de Papaefstathiou et al. (2018) i de les varietats d'Egipte (6,34%) de l'estudi de Youssef et al. (2013).

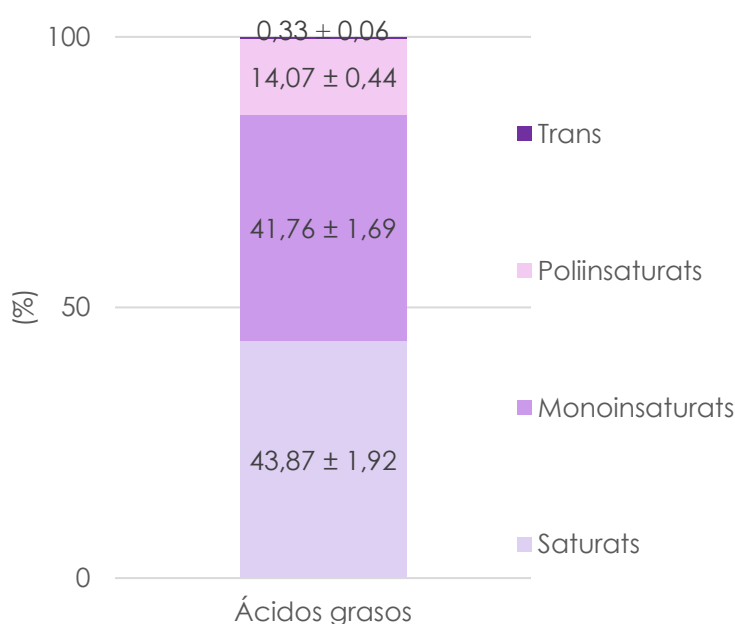
En la **Figura 9**, es pot observar la **bona qualitat lipídica que ofereix la polpa de garrova, ja que els àcids monoinsaturats i poliinsaturats representen més del 55% de la composició lipídica.** Els àcids insaturats mostren propietats beneficioses per a la salut com l'efecte antiinflamatori i la disminució de risc de malalties cardiovasculars (Guasch-Ferré et al., 2014).

En l'anàlisi realitzada sobre els 54 àcids grassos per varietats, es destaca el major contingut de l'àcid oleic (monoinsaturat, omega-9) amb un 40,35%, li segueix l'àcid



palmític (àcid saturat) i després l'àcid linoleic (àcid polisaturat, omega-3 i omega-6). En aquest ordre de representació coincideix amb resultats de les varietats turques de la regió de Anatonia de l'estudi de Ayaz et al. (2009). D'altra banda, en l'estudi de Youssef et al. (2013) són més abundants els àcids oleics i linoleics, quedant en tercer lloc els saturats.

Figura 8. Composició dels tipus d'àcids grassos de la polpa de garrova (n=23). Font: dades de l'informe d'anàlisi de Agrolab Iberica S.L.O.



4.2.1.3. Color de la polpa de garrova

El color dels aliments, en general, i dels productes procedents de vegetals en particular, **és un factor de qualitat** determinant per a la seva elecció i acceptació per part del consumidor (Dadali et al., 2007). **El color en els vegetals permet determinar sensorialment el grau de maduresa i/o deterioració**, així com també relacionar-ho amb la presència d'uns certs pigments naturals que li donen valor nutricional com per exemple, el color groc-taronja amb els carotenoides.

En el cas **de la polpa de la garrova, el seu color marró vermellós** és similar al del cacau i **pot ser un atribut desitjable** per al seu ús com a colorant en altres productes de rebosteria.

En la **Taula 4** s'observa com la lluminositat oscil·la entre 57,82 i 42,4 per a Fina i Vermella, respectivament. El component a* expressant el color més vermellós és de 9,90 en D'en Pau i el menor 6,24 en Bugadera. El component b* expressant en color



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

més groguenc i la major saturació C és per a Boval i el menor valor de tots dos components per a Bugadera.

Renuncio (2017) va realitzar un dels pocs treballs on s'avalua el color de la polpa de garrova, en aquest estudi els valors de a^* (fins a $12,5 \pm 0,2$) són lleugerament majors i els valors de L^* , b^* , C i h són similars en comparació amb el present assaig.

Quan la polpa de garrova passa per un procés d'assecat o torrat s'observa la disminució de la lluminositat (menors valors de L^*), desplaçant-se cap a un color més negre, un exemple és l'observat en el torrat de la varietat Turis de l'estudi Renuncio (2017). Un altre exemple és el de l'estudi de de Amessis-Ouchemoukh et al. (2017) la polpa de garrova del qual de varietat àrab va passar per un procés d'assecat a 40°C i en comparació amb el present assaig s'observa una disminució del component a^* ($5,47 \pm 0,03$).

Il·lustració 1. Polpa de garrova de les varietats assajades



Taula 4. Color CIELab* de la polpa de garrova per varietats.

Varietat	L^*	a^*	b^*	C (croma)	h (Hue)
Bajoca	$49,11 \pm 0,69$ efgh, l	$7,43 \pm 0,37$ cde, l	$17,45 \pm 0,58$ b, l	$18,97 \pm 0,36$ b, l	$66,95 \pm 0,18$ bc, l
Bauçana	$52,77 \pm 1,30$ ik	$6,81 \pm 0,10$ b	$19,86 \pm 0,06$ de	$21,00 \pm 0,04$ d	$71,08 \pm 0,30$ g
Boval	$49,19 \pm 0,74$ efgh	$8,64 \pm 0,06$ ij	$24,02 \pm 0,25$ i	$25,52 \pm 0,26$ i	$70,22 \pm 0,09$ f
Bugadera	$48,74 \pm 0,34$ efg	$6,24 \pm 0,07$ a	$15,79 \pm 0,04$ a	$16,98 \pm 0,07$ a	$68,45 \pm 0,16$ d
Capoll curt	$49,97 \pm 0,97$ ghi	$7,49 \pm 0,08$ cde	$18,35 \pm 0,15$ c	$19,83 \pm 0,13$ c	$67,79 \pm 0,32$ d



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

De la mel	43,40 ± 0,21 ab	8,11 ± 0,24 fg	20,22 ± 0,28 ef	21,78 ± 0,35 def	68,15 ± 0,31 d
D'en Pau	45,52 ± 0,57 bcd	9,90 ± 0,06 l	22,33 ± 0,16 g	24,43 ± 0,13 hi	66,08 ± 0,28 a
Des Mestre	47,08 ± 0,74 cdef	8,60 ± 0,72 hij	23,08 ± 0,34 h	24,63 ± 0,31 i	69,56 ± 0,35 ef
Duraió	49,38 ± 0,36 fgh	8,30 ± 0,04 ghi	20,99 ± 0,09 f	22,57 ± 0,10 f	68,42 ± 0,04 d
Fina	57,82 ± 2,04 m	7,04 ± 0,23 bc	22,50 ± 0,21 gh	23,58 ± 0,20 gh	72,63 ± 0,57 h
Granja	51,11 ± 1,04 ghij	7,56 ± 0,11 de	20,23 ± 0,04	21,59 ± 0,04 de	69,51 ± 0,28 fg
H 2-12	47,37 ± 0,20 def	8,32 ± 0,08 ghi	19,55 ± 0,24 de	21,25 ± 0,25 de	66,94 ± 0,07 bc
Lloseta	52,40 ± 0,16 ijk	8,57 ± 0,06 ghij	19,24 ± 0,03 d	21,06 ± 0,04 de	65,98 ± 0,13 a
Mollar	44,71 ± 0,39 abc	8,70 ± 0,28 ij	19,79 ± 0,62 de	21,62 ± 0,68 de	66,27 ± 0,02 ab
Negrill	46,27 ± 0,51 cd	8,10 ± 0,09 fg	19,84 ± 0,23 de	21,43 ± 0,25 de	67,79 ± 0,01 d
Negrilla	54,49 ± 0,97 kl	7,69 ± 0,34 ef	20,15 ± 0,63 ef	21,57 ± 0,70 de	69,14 ± 0,27 e
Orellona	51,52 ± 0,82 hij	8,15 ± 0,09 fgh	21,98 ± 0,08 g	23,45 ± 0,06 g	69,67 ± 0,26 ef
Rossa	45,23 ± 0,30 bcd	9,41 ± 0,25 k	22,22 ± 0,29 g	24,14 ± 0,36 ghi	67,06 ± 0,27 c
Roja	42,41 ± 0,25 a	8,84 ± 0,10 j	21,94 ± 0,04 g	23,66 ± 0,07 gh	68,06 ± 0,21 d
Sa Llebre	54,56 ± 0,49 kl	7,55 ± 0,03 de	22,40 ± 0,05 gh	23,64 ± 0,05 gh	71,37 ± 0,10 g
Santa Maria	51,22 ± 0,72 ghij	8,09 ± 0,02 fg	20,14 ± 0,26 e	21,71 ± 0,24 def	68,10 ± 0,21 d
Vera	46,73 ± 0,40 cde	8,11 ± 0,17 fg	20,43 ± 0,30 ef	21,98 ± 0,34 ef	68,34 ± 0,15 d
Vermella	55,71 ± 0,69 lm	7,20 ± 0,09 bcd	19,66 ± 0,15 de	20,94 ± 0,18 d	69,90 ± 0,09 ef
R²	0,930	0,940	0,961	0,959	0,962
p (Varietat)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

¹. Mitjana ± SE De 2 repeticions. Anàlisi ANOVA: les lletres diferents indiquen diferències significatives entre varietats (p<0,05).



4.2.1.4. Propietats funcionals: WRC i FAC

La capacitat de retenció d'aigua i la capacitat d'adsorció de lípids de la polpa de garrova ens pot permet conèixer **les seves propietats funcionals i tecnològiques, afavorint el desenvolupament de noves formulacions d'aliments**. Així, la capacitat de retenció d'aigua de la polpa de la garrova permet conèixer la capacitat d'hidratació i podria evitar que l'aliment/producte s'assequi més ràpid i es deteriori, aportant textura a l'aliment. Mentre que la capacitat d'adsorció d'oli permetria avaluar el seu ús en l'elaboració d'emulsions.

Des del punt de vista fisiològic humà, els ingredients funcionals poden actuar com a **ingredients saludables**, la WCR pot provocar **un efecte de sacietat i hidratació** en el procés digestiu. D'altra banda la FAC és una propietat que mesura la capacitat que té l'aliment, en aquest cas, la polpa de garrova, per retenir lípids en la seva estructura.

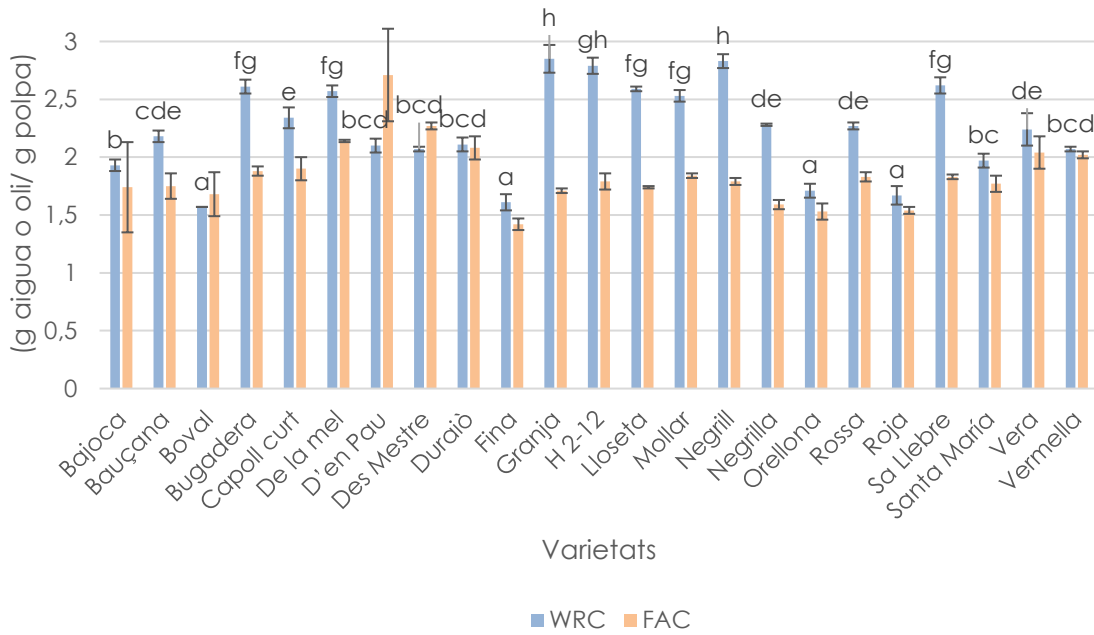
En la **Figura 10**, es presenten els valors de la capacitat de retenció d'aigua (WRC) per a les 23 varietats de garrova estudiades. Es poden observar, els valors màxims i mínims de 2,85 g aigua/g polpa per a Granja i 1,57 g aigua/g polpa per a Boval. El rang de valors en la capacitat d'adsorció de lípids (FAC) varia des de 2,71 a 1,42 g oli/ g polpa per a D'en Pau i Fina, respectivament (**Figura 10**).

És important destacar, com **el processament afecta a les propietats funcionals a causa del canvi en l'estructura de la matriu vegetal**. Es pot observar com el procés de torrat modifica les propietats funcionals, la capacitat de retenció d'aigua ($1,4 \pm 0,02$ g aigua/ g farina) i lípids ($4,0 \pm 0,02$ g oli/ g farina) de la farina de garrova procedent del mercat búlgar (Petkova et al., 2017) presenta menor capacitat de retenir aigua i major capacitat de retenir lípids. Això podria permetre seleccionar polpa o farina de garrova segons l'ús tecnològic que es vulgui donar com a ingredient funcional.



- G CONSELLERIA
- O AGRICULTURA, PESCA
- I I MEDI NATURAL
- B INSTITUT RECERCA
- / I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
- I PESQUERA ILLES BALEARS

Figura 9. Resultats de WRC i FAC de la polpa de garrova per varietats. Mitjana \pm ES. Les lletres diferents indiquen diferències significatives entre varietats ($p < 0,05$), $n=2$.





4.2.2. CONTINGUT TOTAL DE POLIFENOLS, CONTINGUT DE TANINS I LA SEVA CAPACITAT ANTIOXIDANT

La polpa de garrova conté antioxidants i la converteix en un aliment nutritiu i saludable. La capacitat antioxidant d'un aliment permet protegir les cèl·lules del mal oxidatiu.

En la **Taula 5**, es presenten els valors del contingut de polifenols totals, tanins totals i la capacitat antioxidant (CUPRAC, FRAP i ABTS), observant-se un important efecte varietal (presència de diferències significatives).

El contingut de polifenols totals (TPC) més elevat és per a Bugadera i Granja amb valors de $47,9 \pm 0,6$ i $46,1 \pm 1,6$ mg GAE/g polpa, respectivament. Les varietats que van presentar menor TPC van ser Fina, $10,4 \pm 0,2$ mg GAE/g polpa, seguida de Boval amb $14,4 \pm 0,2$ mg GAE/g polpa.

Es troben resultats dins del rang de TPC en l'estudi de varietats sicilianes de Avallone et al. (1997), el qual mostra un valor mitjà de 19 ± 3 mg GAE/g. La majoria de les varietats assajades en aquest estudi van mostrar valors superiors de TPC en comparació amb la farina de varietats croates ($17,96 \pm 0,47$ i $16,76 \pm 1,00$ mg GAE/g) de l'estudi de Benković et al. (2017) i amb la farina del mercat turc ($8,11$ mg GAE/g) de l'estudi de Petkova et al. (2017).

Respecte al contingut de tanins, de nou Bugadera i Granja presentaren els valors més elevats ($27,33$ i $25,72$ mg GAE/g polpa, respectivament) i Fina i Boval les varietats amb menor contingut de tanins ($6,38$ i $8,87$ mg GAE/g polpa, respectivament).

En l'assaig CUPRAC els valors obtinguts varien entre $76,56$ mg Trolox/g polpa per a Granja i $13,62$ mg Trolox/g polpa per a Fina. No s'ha trobat bibliografia que permeti comparar aquests valors.

La capacitat antioxidant determinada mitjançant FRAP, Bugadera i Granja ($90,41$ i $79,06$ mg Trolox/g polpa, respectivament) van obtenir els valors més elevats, mentre que Fina ($12,42$ mg Trolox/g polpa), el més baix. No s'han trobat treballs que emprin aquesta mateixa metodologia per a avaluar la capacitat antioxidant mitjançant FRAP. Per tant, es compara amb l'estudi de Kyrtzidis et al. (2021), els qui empen àcid ascòrbic en el calibrat, sent els resultats del rang entre $37,91$ i $53,61$ mg AE/g. Aquests valors, malgrat emprar un altre patró en el calibrat, àcid ascòrbic en comptes de Trolox, obtenen valors d'un rang similar al del present estudi.

Finalment, en l'assaig ABTS, Bugadera va mostrar un elevat i diferencial resultat ($105,19$ mg Trolox/g polpa), seguida de Sa Llebre ($73,74 \pm 5,94$ mg Trolox/g). I novament Fina va obtenir el menor valor ($17,74$ mg Trolox/g). Els valors de capacitat antioxidant



determinada mitjançant ABTS obtinguts van ser similars als de l'estudi de Benković et al. (2017), en el qual es van obtenir per a varietats croates de garroves 38,50 mg ET/g.

Taula 5. Resultats del contingut en compostos polifenòlics, tanins i de la capacitat antioxidant mitjançant els tests CUPRAC, FRAP i ABTS de la polpa de garrova per varietats.

Varietat	Polifenols (mg GAE/g)	Tanins (mg GAE/g)	CUPRAC (mg Trolox/g)	FRAP (mg Trolox/g)	ABTS (mg Trolox/g)
Bajoca	17,76 ± 0,02 c, l	11,10 ± 0,46 bc, l	23,18 ± 1,37 b, l	26,09 ± 1,27 b, l	25,73 ± 0,67 a, l
Bauçana	32,24 ± 0,69 hi	20,38 ± 0,30 hij	42,25 ± 0,45 c	53,04 ± 0,90 ghi	58,55 ± 3,99 cde
Boval	14,44 ± 0,17 b	8,87 ± 0,31 ab	17,61 ± 2,10 ab	21,44 ± 0,31 b	24,05 ± 1,33 a
Bugadera	47,89 ± 0,58 l	27,33 ± 0,56 l	61,30 ± 0,12 f	90,41 ± 0,86 l	105,19 ± 9,96 g
Capoll curt	34,75 ± 0,85 ij k	22,04 ± 0,69 ij	51,82 ± 0,87 d	61,46 ± 2,62 k	46,64 ± 2,46 bc
De la mel	34,21 ± 2,32 ijk	22,01 ± 2,05 ij	58,84 ± 2,48 ef	57,91 ± 4,04 ij	67,13 ± 5,09 ef
D'en Pau	29,00 ± 0,98 fg	17,99 ± 0,85efgh	39,98 ± 1,01 c	45,46 ± 0,26 ef	49,91 ± 3,77 bcd
Des Mestre	25,31 ± 0,05 d	15,02 ± 0,07 de	37,50 ± 1,01 c	42,28 ± 3,99 de	46,16 ± 3,29 bc
Duraió	28,47 ± 0,57 efg	18,20 ± 0,62 efgh	38,69 ± 1,49 c	40,62 ± 1,41 de	48,09 ± 3,93 cde
Fina	10,38 ± 0,19 a	6,38 ± 0,35 a	13,62 ± 0,47 a	12,42 ± 0,07 a	17,74 ± 1,40 a
Granja	46,08 ± 1,62 l	25,72 ± 1,74 kl	76,56 ± 1,85 g	79,06 ± 0,18 k	48,16 ± 2,66 bcd
H 2-12	35,23 ± 0,14 ik	20,78 ± 0,58 hij	53,57 ± 1,73 de	58,92 ± 0,35 ij	60,22 ± 4,21 de
Lloseta	25,42 ± 0,79 d	15,92 ± 0,84 def	39,12 ± 5,19 c	38,85 ± 0,22 ce	42,64 ± 2,83 b
Mollar	35,39 ± 1,73 ik	13,86 ± 0,02 ce	55,09 ± 4,04 def	55,96 ± 5,00 ghij	64,26 ± 4,72 ef
Negrill	33,09 ± 0,25 ij	19,60 ± 0,11 ghij	50,52 ± 0,91 d	49,72 ± 0,58 fg	58,22 ± 4,82 cde
Negrilla	26,99 ± 0,83 def	16,90 ± 0,46 defg	40,23 ± 0,37 c	33,97 ± 0,44 c	40,43 ± 2,55 b
Orellona	15,09 ± 0,01 b	9,09 ± 0,11 ab	21,76 ± 2,027 b	21,54 ± 1,993 b	22,01 ± 0,19 a
Rossa	30,02 ± 0,11 gh	18,74 ± 0,14 fghi	38,02 ± 1,55 c	33,72 ± 0,93 c	50,09 ± 3,79 bcd
Roja	16,55 ± 0,30 bc	10,27 ± 0,51 b	21,84 ± 0,76 b	21,58 ± 1,21 b	24,55 ± 0,51 a
Sa Llebre	36,06 ± 0,66 k	21,32 ± 0,28 hij	55,18 ± ,16 def	56,57 ± 0,31 hij	73,74 ± 5,94 f
Santa Maria	26,10 ± 0,31 de	14,63 ± 0,33 d	42,93 ± 0,95 c	44,85 ± 1,70 def	57,46 ± 3,84 cde
Vera	32,79 ± 0,04 ij	21,83 ± 3,47 ij	51,28 ± 1,92 d	50,97 ± 3,57 fgh	40,76 ± 2,59 b
Vermella	27,99 ± 0,27 defg	22,83 ± 0,12 ik	43,14 ± 4,06 c	42,62 ± 1,19 de	43,44 ± 2,93 b
R ²	0,992	0,967	0,982	0,988	0,960
p (Varietat)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

¹. Mitjana ± SE De 2 repeticions. Anàlisi ANOVA: les lletres diferents indiquen diferències significatives entre varietats (p<0,05).



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

4.3. EL GARROVÍ

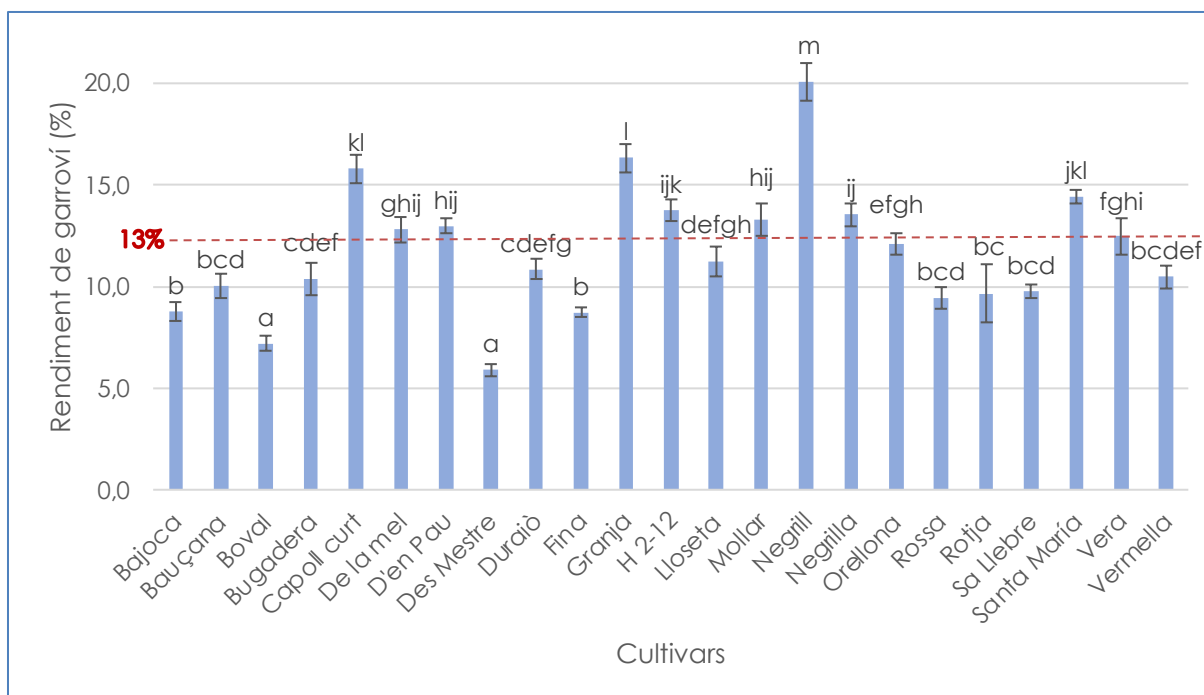
4.3.1. RENDIMENT DE GARROVÍ

Tenint en compte que actualment el mercat calcula el preu de la garrova segons el rendiment en garroví, és un **paràmetre important en l'elecció varietal de futures cultivars**. En la **Figura 11**, en la qual es presenten els resultats de rendiment de garroví, s'observa com els valors oscil·len entre $5,9 \pm 0,3\%$ i $20,1 \pm 0,9\%$ per a Des Mestre i Negrill, respectivament.

Negrill seguit de Granja, Capoll curt, Santa Maria i H-2-12 mostren major rendiment de garroví, mentre que Des Mestre sembla ser la menys interessant des d'aquest punt de vista. Aquests resultats, en comparació amb l'estudi de M. Llopart et al. (2023), el qual contempla 4 anys de seguiment en algunes de les mateixes varietats amb condicions de maneig diferents, mostra aquesta mateixa tendència.

Els rendiments de les cultivars estudiades mostren un gran potencial comparant-los amb altres cultivars de Tarragona de l'estudi de Tous et al. (2009), els quals situant-se en plena producció presenten entre 11,8 - 15,2% de rendiment.

Figura 10. Rendiment de garroví per varietats. Font: informes de l'IRFAP. Mitjana \pm ES. Anàlisi ANOVA, les lletres diferents indiquen diferències significatives entre varietats ($p < 0,05$), $n = 20$.



Interpretació del rendiment (*Batlle et al., 2014): baix ($< 9,5$), mitjà ($9,5-13$) o alt (> 13)



4.3.2. RENDIMENT DE LES PARTS DE LA LLAVOR

El coneixement del rendiment de les parts de la llavor de la garrova és una informació interessant per a la indústria dedicada a l'extracció i comercialització de la goma E-410. **Actualment no s'ha detallat el rendiment de cada part a nivell varietal i és una informació que en el procés industrial pot servir** per a ajustar els models d'extracció.

A causa de la dificultat de l'obtenció de la goma de garroví, la indústria dedicada a la seva extracció té dues vies de fer-ho. Una d'elles és a través de l'eliminació de la cutícula amb banys tèrmics d'àcid sulfúric, la qual cosa suposa un ús d'elevades quantitats d'aigua en la seva neteja i la generació de residus contaminants, tot això suposa no poder obtenir un producte amb etiquetatge ecològic, una cosa molt cotitzada en el mercat actual. D'altra banda, les indústries que utilitzen tractaments tèrmics i mecànics per a l'extracció de goma de garroví, empen metodologia protegida mitjançant patents, per tant, no és possible comparar amb aquestes metodologies. En tots dos casos, l'estudi varietal a petita escala no és viable i el coneixement del rendiment, de les determinacions fisicoquímiques i tecnològiques és una informació de gran valor.

Segons els resultats que es presenten en la **Taula 6**, el cultivar Negrilla (57,46%), presenta el major contingut de goma, seguit de Sa Llebre (55,67%) i Granja (52,22%). En l'altre extrem, el menor contingut de goma, el presenta la varietat Bajoca (46,84%). Si es compara aquests resultats amb els publicats per Batlle et al. (2014), gairebé totes les cultivars, excepte Bajoca, presenten continguts en goma mitjans > 48% i **es destaquen a les cultivars Negrilla, Sa Llebre, Granja, Rossa i H 2-12 amb continguts en goma alts (> 52%)**.

Amb els valors mitjans de totes les varietats, s'obté que **el 50,53% del contingut total de la llavor és goma, la resta està representada pel 21,69% del germen i el 27,79% de la cutícula**. Tous et al. (2009) emprant una metodologia diferent dels d'aquest projecte (tractament de 30 min en aigua bullida) descriu resultats similars respecte al contingut de goma, amb rendiments del 54,1 al 56,9%. En l'estudi de Dakia et al. (2008), les mostres del qual es van obtenir amb un pretractament en aigua bullida durant 1 hora, els seus resultats estan també dins del rang del present estudi (cutícula 23%, endosperma 56% i germen 21%).

Respecte a la resta de parts de la llavor, en la **Taula 6**, la varietat Vermella mostra el major contingut de germen (23,27%) i Negrilla el menor (20,12%). Mentre que, Bajoca indica el major contingut de cutícula (30,34%) i Negrilla el menor (22,42%).



Taula 6. Rendiments de les parts del garroví per varietats.

Varietat	Goma (%)	Germen (%)	Cutícula (%)
Bajoca	46,84 ± 0,22 ¹	22,81 ± 0,09 ¹	30,34 ± 0,13 ¹
Bauçana	50,78 ± 0,44	21,39 ± 0,27	27,83 ± 0,17
Boval	48,58 ± 0,06	21,53 ± 0,06	29,89 ± 0,35
Bugadera	48,60 ± 0,04	23,38 ± 0,00	28,01 ± 0,04
Capoll curt	51,53 ± 0,34	21,46 ± 0,11	27,02 ± 0,23
De la mel	51,18 ± 0,53	21,14 ± 0,34	27,68 ± 0,20
D'en Pau	48,95 ± 0,01	21,13 ± 0,05	29,92 ± 0,03
Des Mestre	49,73 ± 0,67	20,79 ± 0,34	29,48 ± 1,01
Duraió	50,09 ± 0,03	20,80 ± 0,02	29,11 ± 0,06
Fina	48,88 ± 0,05	23,72 ± 0,02	27,41 ± 0,03
Granja	52,22 ± 0,35	20,95 ± 0,05	26,84 ± 0,30
H 2-12	51,60 ± 0,88	21,77 ± 0,02	26,64 ± 0,90
Lloseta	51,00 ± 0,35	20,96 ± 0,08	28,04 ± 0,27
Mollar	48,95 ± 1,19	21,41 ± 0,07	29,64 ± 1,12
Negrill	50,35 ± 0,07	21,95 ± 0,69	27,70 ± 0,14
Negrilla	57,46 ± 2,47	20,12 ± 0,53	22,42 ± 1,95
Orellona	50,49 ± 0,34	21,95 ± 0,25	27,57 ± 0,09
Rossa	52,12 ± 0,36	22,19 ± 0,19	25,70 ± 0,16
Roja	49,89 ± 0,11	23,27 ± 0,16	26,84 ± 0,4
Sa Llebre	55,67 ± 1,01	20,21 ± 0,64	24,12 ± 0,37
Santa Maria	49,07 ± 0,01	21,82 ± 0,01	29,10 ± 0,00
Vera	48,89 ± 0,08	21,07 ± 0,13	30,04 ± 0,21
Vermella	49,27 ± 0,15	22,95 ± 0,02	27,79 ± 0,17
p (Varietat)	0,004	0,006	0,004

¹. Mitjana ± SE De 2 repeticions. Anàlisi Kruskal-Wallis: diferències significatives entre varietats (p<0,05).

Interpretació del rendiment de goma de garroví (Batlle et al., 2014): baix (<48%), mitjà (48-52%) o alt (>52%).



4.3.3. CARACTERITZACIÓ FÍSICOQUÍMICA DE LA GOMA DE GARROVÍ

4.3.3.1. Determinació de la humitat i del color

Les llavors han mostrat un comportament diferent en el tractament tèrmic-mecànic realitzat per a l'extracció de les parts, això és degut a les diferències morfològiques de les llavors de les cultivars. Així, l'ampli rang del contingut d'humitat pot veure's influenciat en la facilitat d'hidratar-se i d'assecar-se segons la varietat. En la **Taula 7** es pot observar les valors de contingut d'humitat de la goma de garroví, oscil·lant entre 18,80 i 8,08% per a Bajoca i Rossa, respectivament.

Amb el tractament d'extracció de mantenir les llavors durant 1 hora en aigua bullida i l'assecat a 100 °C, tant de l'estudi de Dakia et al. (2008) com el de Kivrak et al. (2015) mostren continguts en humitat més baixos $6,5 \pm 0,6\%$ i $8,11 \pm 1,62\%$, respectivament. En conseqüència, s'observa que, amb tractaments amb menys temps d'hidratació i major temperatura, el contingut d'humitat es redueix. En canvi, en l'estudi de Palanca (2015) amb una metodologia en fred patentada, s'observa un contingut d'humitat lleugerament més alt, entre 11,7 i 12,1%.

Des del punt de vista tecnològic **a major lluminositat i menors valors de a^* i b^* s'obtindran gomes amb menor coloració (més blanques)**. Això és un aspecte important a tenir en compte per la indústria alimentària, ja que la goma de garroví s'empra com espessidor i estabilitzant en una àmplia gamma de productes, **quanta menys coloració de l'additiu major versatilitat d'ús d'aquest**.

En la **Taula 7** s'observen valors molt alts de lluminositat que oscil·len entre 92,18 i 85,47 per a D'en Pau i Bauçana, respectivament. Els valors de a^* se situen pròxims a l'eix central amb signe negatiu (cap al color verdós) amb intervals de -0,18 i -3,24 per a Des Mestre i Capoll curt, respectivament. El component b^* s'orienta cap a colors lleugerament groguencs amb valors des del 9,88 (Bugadera) a 20,99 (Bajoca).

Les cultivars de Turquia de l'assaig de Kivrak et al. (2015), mostren uns valors de L^* i b^* ($85,61 \pm 2,82$ i $11,52 \pm 1,11$) més baixos en comparació amb aquest estudi.



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

Il·lustració 2. Pols de goma de garroví de diferents varietats assajades



Taula 7. Contingut d'humitat i color de la goma de garroví per varietats.

Varietat	Humitat (%) ²	L* ²	a* ³	b* ²
Bajoca	18,81 ± 2,02 ¹	89,53 ± 0,17 ¹	-3,00 ± 0,02 ^{ab, 1}	20,99 ± 0,07 ¹
Bauçana	14,87 ± 2,02	85,47 ± 0,46	-0,60 ± 0,31 ⁱ	17,48 ± 0,40
Boval	12,18 ± 0,87	87,90 ± 0,20	-2,77 ± 0,03 ^{bc}	20,24 ± 0,33
Bugadera	17,75 ± 1,34	91,21 ± 0,12	-0,55 ± 0,06 ⁱ	9,88 ± 0,13
Capoll curt	14,31 ± 1,34	91,07 ± 0,05	-3,24 ± 0,27 ^{ab}	18,91 ± 0,79
De la mel	14,89 ± 0,23	91,53 ± 0,14	-1,29 ± 0,05 ^{gh}	12,42 ± 0,01
D'en Pau	15,93 ± 0,27	92,18 ± 0,03	-1,63 ± 0,17 ^{fg}	12,95 ± 0,39
Des Mestre	10,96 ± 1,33	87,45 ± 0,91	-0,18 ± 0,01 ^j	14,66 ± 0,46
Duraió	16,62 ± 2,61	88,68 ± 0,34	-2,54 ± 0,22 ^c	16,86 ± 0,35
Fina	13,61 ± 1, 17	91,82 ± 0,05	-1,11 ± 0,12 ^h	12,03 ± 0,17
Granja	13,96 ± 0,52	88,99 ± 0,18	-1,61 ± 0,02 ^{fg}	12,73 ± 0,16
H 2-12	16,04 ± 0,50	90,57 ± 0,38	-2,39 ± 0,03 ^{cd}	16,86 ± 0,43
Lloseta	13,05 ± 2,36	89,68 ± 0,40	-1,23 ± 0,18 ^{gh}	14,72 ± 0,09
Mollar	12,66 ± 0,02	90,43 ± 0,13	-1,79 ± 0,04 ^{ef}	15,32 ± 0,03
Negrill	14,97 ± 0,54	88,59 ± 0,31	-1,26 ± 0,08 ^{gh}	12,02 ± 0,16
Negrilla	12,88 ± 1,67	92,04 ± 0,14	-1,12 ± 0,04 ^h	11,42 ± 0,10
Orellona	10,90 ± 0,27	90,30 ± 0,31	-1,58 ± 0,18 ^{fg}	15,25 ± 0,21
Rossa	8,09 ± 0,73	90,21 ± 0,46	-1,04 ± 0,09 ^h	11,63 ± 0,04



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

Roja	15,51 ± 1,07	90,20 ± 0,26	-1,08 ± 0,08 ^h	13,16 ± 0,01
Sa Llebre	15,04 ± 2,41	90,79 ± 0,29	-2,96 ± 0,08 ^{ab}	17,56 ± 0,08
Santa Maria	16,84 ± 1,64	89,34 ± 0,01	-1,71 ± 0,07 ^f	13,15 ± 0,19
Vera	16,94 ± 2,13	91,87 ± 0,05	-1,63 ± 0,11 ^{fg}	13,32 ± 0,18
Vermella	16,74 ± 3,08	90,81 ± 0,18	-2,13 ± 0,03 ^{de}	15,59 ± 0,20
R²	-	-	0,983	-
p (Varietat)	0,003	0,003	<0,001	0,003

1. Mitjana ± SE De 2 repeticions.

2. Anàlisi Kruskal-Wallis: diferències significatives entre varietats (p<0,05).

3. Anàlisi ANOVA: les lletres diferents indiquen diferències significatives entre varietats (p<0,05)



4.3.3.2. Determinació tecnològica de la viscositat i del pH

Com ja s'ha explicat, la goma de garroví s'utilitza en la indústria alimentària com espessidor i estabilitzant, ja que millora la textura i estabilitat d'aliments com els gelats, iogurts, salses, etc. La viscositat del producte depèn de factors com la varietat, la grandària de partícula, els residus o el mètode de solubilització. **Actualment les indústries no compten amb una informació de la determinació tecnològica de la viscositat a nivell varietal.**

Es pot observar un efecte important de la varietat sobre la viscositat de la goma de garroví, amb valors que oscil·len entre 2210 i 820 cP per a Rossa i Roja, respectivament (**Taula 8**).

Les varietats que presentaren millors viscositats foren Rossa, de la Mel i Negrilla. En comparació amb estudis que utilitzen metodologies d'extracció tèrmica – mecànica, s'obtenen valors superiors, per exemple, als de les mostres andaluses ($\cong 90$ cP mesurat als 120'') de l'estudi de Dakia et al. (2008) i als de les mostres turques ($\cong 250$ cP mesurat als 120'') de l'estudi de Kivrak et al. (2015).

En comparació amb l'estudi de Palanca (2015) la metodologia d'extracció de la qual és en fred i patentada, tant la varietat d'Eivissa com la Marroc obtenen valors superiors de viscositat (2580 i 3500 cP, respectivament) als d'aquest estudi.

La composició química dels galactomanans presenta un comportament neutre sense compostos amb característiques àcides, per això el pH oscil·len el valor 7 neutre. En la **Taula 8** es mostra els valors obtinguts de pH, l'interval és de 7,88 i 7,27 per a Vermella i Negrilla, respectivament.

Els valors obtinguts de pH entren dins del rang recomanable de 4-9, on segons Barak & Mudgil (2014), els resultats de viscositat de les solucions amb pH fora d'aquest rang disminueixen. En l'estudi de Kivrak et al. (2015) de les varietats turques, es van obtenir solucions amb valors de pH una mica més àcides ($6,52 \pm 0,02$) en comparació amb aquest estudi.



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

Taula 8. Determinació del pH i de la viscositat de les varietats assajades.

Varietat	pH	Viscositat (cP)
Bajoca	7,31 ± 0,14 abc, 1	1150 ± 70 bc, 1
Bauçana	7,51 ± 0,09 bcde	1740 ± 100 gh
Granja	7,39 ± 0,13 abcd	1740 ± 40 gh
Boval	7,61 ± 0,13 bcde	1295 ± 75 cd
Bugadera	7,49 ± 0,11 abcde	1500 ± 80 defg
Capoll curt	7,52 ± 0,17 abcde	1490 ± 20 defg
De la mel	7,62 ± 0,08 bcde	2045 ± 75 ^{ij}
D'en Pau	7,47 ± 0,16 abcde	1685 ± 75 fgh
Des Mestre	7,64 ± 0,12 bcde	935 ± 85 ab
Duraió	7,78 ± 0,05 de	1380 ± 50 cdef
Fina	7,31 ± 0,15 abc	1175 ± 15 bc
H 2-12	7,36 ± 0,13 abc	1265 ± 235 cd
Lloseta	7,36 ± 0,05 abc	1155 ± 65 bc
Mollar	7,35 ± 0,05 abc	1380 ± 60 cdef
Negrill	7,60 ± 0,03 bcde	1555 ± 125 defgh
Negrilla	7,27 ± 0,32 ab	1835 ± 205 hi
Orellona	7,81 ± 0,01 e	1525 ± 35 defg
Rossa	7,39 ± 0,16 abcd	2210 ± 110 j
Roja	7,88 ± 0,13 e	820 ± 30 a
Sa Llebre	7,80 ± 0,02 e	1635 ± 35 efgh
Santa Maria	7,53 ± 0,14 abcde	1575 ± 15 defgh
Vera	7,70 ± 0,10 cde	1355 ± 25 cde
Vermella	7,63 ± 0,01 bcde	1305 ± 115 cd
R ²	0,716	0,937
p (Varietat)	<0,001	<0,001

¹. Mitjana ± SE De 2 repeticions. Anàlisi ANOVA: les lletres diferents indiquen diferències significatives entre varietats (p<0,05).



5. CONCLUSIONS

S'ha observat un important efecte de la varietat amb diferències significatives ($p < 0,05$), d'una banda, sobre les característiques fisicoquímiques, nutricionals i antioxidants de la polpa de la garrova, i per un altre, sobre el rendiment de garroví, el rendiment de la goma de garroví i les seves característiques fisicoquímiques i tecnològiques.

Les característiques de les garroves van mostrar diferències entre cultivars, dins d'un rang estret d'humitat, complint els requeriments per a la seva comercialització (humitat $< 14\%$) i amb un grau de maduresa adequat (baixa acidesa), per tant, apte per a l'estudi.

S'ha observat l'important efecte del cultivar en la composició nutricional de la polpa de la garrova, sent en **tots els casos una font de sucres, fibra dietètica soluble i baixa en greixos**. El principal component dels sucres en la polpa de garrova és la sacarosa (37,67%) i les varietats més destacades són Fina i Bauçana. La polpa de garrova ofereix una bona font de fibra, especialment la cultivar Negrill amb un 38,25%. Les varietats **assajades mostren baixos continguts en greixos i de bona qualitat, ja que l'àcid oleic i l'àcid linoleic presenten més del 50%** de tots els àcids grassos, la varietat amb major valor lipídic és Negrill. La polpa de la garrova pot ser un excel·lent ingredient de km 0 per a ser utilitzat en l'alimentació humana com a substitut o complement del cacau.

S'han detectat diferències entre cultivars respecte a la coloració marró vermellosa de la polpa de garrova i sobre les seves propietats funcionals. El color característic que té la polpa de la garrova permet el seu ús com a colorant natural en la indústria alimentària. A més, la polpa de garrova ofereix major capacitat de retenció d'aigua que d'adsorció d'oli. Les varietats amb major WRC són Granja (2,85 g aigua/g polpa) i Negrill (2,83 g aigua/g polpa) i les cultivars amb major FAC són D'en Pau (2,71 g oli/g polpa) i Des Mestre (2,27 g oli/g polpa), aquests resultats indiquen que **la polpa de garrova té unes propietats funcionals adequades per al seu ús com a ingredient funcional**.

Les característiques antioxidants que engloben l'estudi del contingut total en polifenols, del contingut en tanins, els assajos CUPRAC, FRAP i ABTS de la polpa de la garrova, mostren un potencial com a ingredient funcional antioxidant, a més d'haver indicat un efecte de cultivar per a cada paràmetre analitzat. **La polpa de garrova dels cultivars mallorquins té un elevat contingut de polifenols enfront d'altres cultivars foranis, destaquen les cultivars Bugadera i Granja** amb major contingut de polifenols totals (47,89 i 46,08 mg GAE/g polpa, respectivament) i de tanins (27,33 i 25,72 mg GAE/g polpa).



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

El rendiment en garroví i el rendiment en la goma E-410 difereix per cultivars. **Els rendiments dels cultivars mallorquins exhibeixen potencial** enfront d'altres foranis. **El 35% de les cultivars assajades presenten valors de rendiments alts ($\geq 13\%$) i el 83% d'ells tenen un rendiment $\geq 9,5\%$.** Les varietats més destacades pel seu major contingut de llavors per garrova són Negrill, Granja, Capoll curt, Santa Maria i H 2-12. Respecte al contingut de goma de garroví, excepte Bajoca, la resta de cultivars tenen continguts en goma superior al 48%.

Les varietats Negrilla, Sa Llebre, Granja, Rossa i H2-12 destaquen per tenir un rendiment alt de goma de garroví (>52%). L'efecte varietal sobre el rendiment de garroví i de la goma, no sols proporciona informació, en la capacitat d'elecció d'una cultivar enfront d'un altre, sinó també, en els models d'extracció de la indústria dedicada al garroví.

En l'estudi del color de la goma de garroví s'observen diferències entre les cultivars. Les varietats més notables per la seva escassa intensitat cromàtica (a^* i b^*) i major lluminositat (L) són Bugadera, De'n Pau i Des Mestre, ja que donen una tonalitat neutra a l'additiu en la nova formulació tecnològica del nou producte.

S'ha detectat diferències varietals respecte a la determinació tecnològica de la viscositat. **Les cultivars amb millor viscositat són Rossa (2210 cP), De la mel (2045 cP) i Negrilla (1835 cP).** Aquesta nova informació permetrà a la indústria dedicada a la goma de garroví ampliar les futures perspectives de la riquesa de les cultivars balears. Per a acabar, l'efecte del cultivar també es mostra en la determinació del pH, a més la goma de garroví sembla mancar de compostos amb característiques àcides, ja que el pH és pròxim a 7 en totes les cultivars, la qual cosa permetria no alterar les característiques d'acidesa a l'aliment que s'addicioni.



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

6. BIBLIOGRAFIA

- Albanell, E. (1990). *Caracterización morfológica, composición química y valor nutritivo de distintas variedades de garrofa (Ceratonia siliqua L.) cultivadas en España* [Universitat Autònoma de Barcelona]. <https://ddd.uab.cat/pub/tesis/1990/tdx-0719110-135116/TEAT1de2.pdf>
- Amessis-Ouchemoukh, N., Ouchemoukh, S., Meziat, N., Idiri, Y., Hernanz, D., Stinco, C. M., Rodríguez-Pulido, F. J., Heredia, F. J., Madani, K., & Luis, J. (2017). Bioactive metabolites involved in the antioxidant, anticancer and anticalpain activities of *Ficus carica* L., *Ceratonia siliqua* L. and *Quercus ilex* L. extracts. *Industrial Crops and Products*, 95, 6–17. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.10.007>
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., & Karademir, S. E. (2004). Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(26), 7970–7981. <https://doi.org/10.1021/JF048741X>
- Arnao, M. B., Cano, A., & Acosta, M. (2001). The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. *Food Chemistry*, 73(2), 239–244. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00324-1](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00324-1)
- Avallone, R., Plessi, M., Baraldi, M., & Monzani, A. (1997). Determination of chemical composition of carob (*Ceratonia siliqua*): Protein, fat, carbohydrates, and tannins. *Journal of Food Composition and Analysis*, 10(2), 166–172. <https://doi.org/10.1006/JFCA.1997.0528>
- Ayaz, F. A., Torun, H., Glew, R. H., Bak, Z. D., Chuang, L. T., Presley, J. M., & Andrews, R. (2009). Nutrient content of carob pod (*Ceratonia siliqua* L.) flour prepared commercially and domestically. *Plant Foods for Human Nutrition (Dordrecht, Netherlands)*, 64(4), 286–292. <https://doi.org/10.1007/S11130-009-0130-3>
- Barak, S., & Mudgil, D. (2014). Locust bean gum: processing, properties and food applications--a review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 66, 74–80. <https://doi.org/10.1016/J.IJBIOMAC.2014.02.017>
- Barceló, M., Pou, J., Llopart, M., Luna, J. M., Gálvez, I., Mateu, I., & Carne Garau, M. (2023). *Physicochemical description of traditional Ceratonia siliqua L. cultivars*.
- Basharat, Z., Afzaal, M., Saeed, F., Islam, F., Hussain, M., Ikram, A., Pervaiz, M. U., & Awuchi, C. G. (2023). Nutritional and functional profile of carob bean (*Ceratonia siliqua*): a comprehensive review. <https://doi.org/10.1080/10942912.2022.2164590>, 26(1), 389–413. <https://doi.org/10.1080/10942912.2022.2164590>



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

- Batlle, I., & Tous, J. (1997). *Carob tree Ceratonia siliqua L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. 17. (J. Heller, J. Engles, & K. Hammer, Eds.; IPGRI & IPK). International Plant Genetic Resources Institute.
- Batlle, I., Tous, J., Batlle, I., Ninot, A., Plana, J., Romero, M., Rovira, M., & Vargas, F. J. (2014). *Carob tree. Ceratonia siliqua L. International Plant Genetic Resources Institute*.
- Benković, M., Belščak-Cvitanović, A., Bauman, I., Komes, D., & Srečec, S. (2017). Flow properties and chemical composition of carob (*Ceratonia siliqua* L.) flours as related to particle size and seed presence. *Food Research International*, 100, 211–218. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2017.08.048>
- Biesalski, H. K., Dragsted, L. O., Elmadfa, I., Grossklaus, R., Müller, M., Schrenk, D., Walter, P., & Weber, P. (2009). Bioactive compounds: definition and assessment of activity. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, 25(11–12), 1202–1205. <https://doi.org/10.1016/J.NUT.2009.04.023>
- Brassesco, M. E., Brandão, T. R. S., Silva, C. L. M., & Pintado, M. (2021). Carob bean (*Ceratonia siliqua* L.): A new perspective for functional food. *Trends in Food Science & Technology*, 114, 310–322. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2021.05.037>
- Chocano, Á. (2011). Recopilación Tecnológica de Agentes de textura y sus aplicaciones. In *Oficina española de patentes*.
- Coronado H., M., Vega y León, S., Gutiérrez T., R., Marcela, V. F., & Radilla V., C. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Revista Chilena de Nutrición*, 42(2), 206–212. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182015000200014>
- Craig, J., & Nguyen, T. (1984). Caffeine and Theobromine Levels in Cocoa and Carob Products. *Journal of Food Science*, 49(1), 302–303. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2621.1984.TB13737.X>
- Dadali, G., Demirhan, E., & Özbek, B. (2007). Color Change Kinetics of Spinach Undergoing Microwave Drying. <http://Dx.Doi.Org/10.1080/07373930701590988>, 25(10), 1713–1723. <https://doi.org/10.1080/07373930701590988>
- Dakia, P. A., Blecker, C., Robert, C., Wathelet, B., & Paquot, M. (2008). Composition and physicochemical properties of locust bean gum extracted from whole seeds by acid or water dehulling pre-treatment. *Food Hydrocolloids*, 22(5), 807–818. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2007.03.007>
- Eim, V. (2012). *Optimización del proceso de secado en base a criterios de calidad. Aplicación al diseño de un alimento cárnico enriquecido en fibra alimentaria*. <http://dspace.uib.es/xmlui/handle/11201/2584>



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDICAL NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

- Fidan, H., Stankov, S., Petkova, N., Petkova, Z., Iliev, A., Stoyanova, M., Ivanova, T., Zhelyazkov, N., Ibrahim, S., Stoyanova, A., & Ercisli, S. (2020). Evaluation of chemical composition, antioxidant potential and functional properties of carob (*Ceratonia siliqua* L.) seeds. *Journal of Food Science and Technology*, *57*(7), 2404–2413. <https://doi.org/10.1007/S13197-020-04274-Z/TABLES/4>
- Garau, M. C., Simal, S., Femenia, A., & Rosselló, C. (2006). Drying of orange skin: Drying kinetics modelling and functional properties. *Journal of Food Engineering*, *75*(2), 288–295. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.04.017>
- García, P., Lucena, J. J., Ruano, S., & Nogales, M. (2009). *Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España*.
- González-Centeno, M. R., Jourdes, M., Femenia, A., Simal, S., Rosselló, C., & Teissedre, P. L. (2012). Proanthocyanidin composition and antioxidant potential of the stem winemaking byproducts from 10 different grape varieties (*Vitis vinifera* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *60*(48), 11850–11858. <https://doi.org/10.1021/JF303047K>
- Guasch-Ferré, M., Hu, F. B., Martínez-González, M. A., Fitó, M., Bulló, M., Estruch, R., Ros, E., Corella, D., Recondo, J., Gómez-Gracia, E., Fiol, M., Lapetra, J., Serra-Majem, L., Muñoz, M. A., Pintó, X., Lamuela-Raventós, R. M., Basora, J., Buil-Cosiales, P., Sorlí, J. V., ... Salas-Salvadó, J. (2014). Olive oil intake and risk of cardiovascular disease and mortality in the PREDIMED Study. *BMC Medicine*, *12*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-12-78/TABLES/4>
- Guillén, A., Ferrer-Gallego, P., Serena, V., & Peris, J. (2018). El Algarrobo (*Ceratonia siliqua* L.), importancia paisajística, económica y perspectivas de futuro. *Chronica Nature*, *7*, 45–54.
- Kivrak, N. E., Aşkın, B., & Küçüköner, E. (2015). Comparison of Some Physicochemical Properties of Locust Bean Seeds Gum Extracted by Acid and Water Pre-Treatments. *Food and Nutrition Sciences*, *06*(02), 278–286. <https://doi.org/10.4236/fns.2015.62028>
- Kyratzis, A. C., Antoniou, C., Papayiannis, L. C., Graziani, G., Roupheal, Y., & Kyriacou, M. C. (2021). Pod Morphology, Primary and Secondary Metabolite Profiles in Non-grafted and Grafted Carob Germplasm Are Configured by Agro-Environmental Zone, Genotype, and Growing Season. *Frontiers in Plant Science*, *11*, 2199. <https://doi.org/10.3389/FPLS.2020.612376/BIBTEX>
- Llompart, M., Barceló, M., Pou, J., Luna, J. M., Eim, V., & Carme Garau, M. (2023). *The use of marginal lands for sustainable production and agricultural adaptation to Ceratonia siliqua L.: use of marginal lands for sustainable production*.



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

- Mahdad, Y. M., & Gaouar, S. B. S. (2023). Origin, distribution and domestication of the carob tree (*Ceratonia siliqua* L.). *Turkish Journal of Botany*, 47(2), 89–96. <https://doi.org/10.55730/1300-008X.2748>
- Malagón, J. (2020). Cultivo del Algarrobo. *Dirección General Del Desarrollo Rural Generalitat Valenciana*. https://redivia.gva.es/bitstream/handle/20.500.11939/6783/2020_Malag%C3%B3n_Cultivo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Malagón, J. (2022). *Recuperación y fomento del cultivo del algarrobo*. Servicio de Transferencia de Tecnología, Dirección General de PAC, Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica. https://redivia.gva.es/bitstream/handle/20.500.11939/8490/2022_Malag%C3%B3n_Recuperaci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Palanca, P. (2015). *Influencia de las distintas partes de la semilla de garrovín sobre las características físico-químicas de la goma (LGB)*. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/57657/PAZ%20PALANCA%20SANJU%C3%81N.TRABAJO%20FIN%20DE%20M%C3%81STER.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Papaefstathiou, E., Agapiou, A., Giannopoulos, S., & Kokkinofa, R. (2018). Nutritional characterization of carobs and traditional carob products. *Food Science & Nutrition*, 6(8), 2151–2161. <https://doi.org/10.1002/FSN3.776>
- Petkova, N., Petrova, I., Ivanov, I., Mihov, R., Hadjikinova, R., Ognyanov, M., & Nikolova, V. (2017). *Nutritional and antioxidant potential of carob (*Ceratonia siliqua*) flour and evaluation of functional properties of its polysaccharide fraction*.
- Renuncio, L. (2017). *Aplicación de espectroscopía de infrarojo cercano para identificar adulteraciones de cacao con harina de algarroba*. Universidad Politécnica de Valencia.
- Ricco, R., Agudelo, I., & Wagner, M. (2015). Métodos empleados en el análisis de los polifenoles en un laboratorio de baja complejidad. *Lilloa*, 52(161–174).
- Rullan, J., & Estelrich, P. (1882). *Memoria sobre el algarrobo y su cultivo en Mallorca* (Pedro José Gelabert). Impremta i llibreria de Pedro José Gelabert. https://bvpb.mcu.es/es/catalogo_imagenes/grupo.do?path=11140959
- Salazar, D. M., Melgarejo, P., López, I., Martínez, R., Martínez, J. J., & Hernández, F. (2002). *El Cultivo del Algarrobo (AMV)*. <https://hdl.handle.net/11000/4957>
- Saura-Calixto, F. (1998). Antioxidant Dietary Fiber Product: A New Concept and a Potential Food Ingredient. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(10), 4303–4306. <https://doi.org/10.1021/JF9803841>



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

- Tetik, N., Turhan, I., Oziyci, H. R., Gubbuk, H., Karhan, M., & Ercisli, S. (2011). Physical and chemical characterization of *Ceratonia siliqua* L. germplasm in Turkey. *Scientia Horticulturae*, 129(4), 583–589. <https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2011.04.029>
- Tetik, N., Turhan, I., Oziyci, H. R., & Karhan, M. (2011). Determination of d-pinitol in carob syrup. [Http://Dx.Doi.Org/10.3109/09637486.2011.560564](http://Dx.Doi.Org/10.3109/09637486.2011.560564), 62(6), 572–576. <https://doi.org/10.3109/09637486.2011.560564>
- Tous, J., Romero, A., Hermoso, J. F., nia Ninot, A., Plana, J., & Batlle, I. (2009). *Agronomic and Commercial Performance of Four Spanish Carob Cultivars*.
- Valero, S. G. (1993). *Interpretación de análisis de suelos*.
- Villar, P., & Villar, J. (2016). *Guia de la fertilitat dels sòls i la nutrició vegetal en producció integrada*. www.producciointegrada.cat
- Yousif, A. K., & Alghzawi, H. M. (2000). Processing and characterization of carob powder. *Food Chemistry*, 69(3), 283–287. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(99\)00265-4](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(99)00265-4)
- Youssef, M. K. E., El-Manfaloty, M. M., & Ali, H. M. (2013). Assessment of Proximate Chemical Composition, Nutritional Status, Fatty Acid Composition and Phenolic Compounds of Carob (*Ceratonia Siliqua* L.). *Food and Public Health*, 3(6), 304–308. <https://doi.org/10.5923/J.FPH.20130306.06>
- Zohary, M., & Orshan, G. (1959). *The maquis of Ceratonia Siliqua in Israel*. <https://doi.org/10.1007/bf00518488>



G CONSELLERIA
O AGRICULTURA, PESCA
I I MEDI NATURAL
B INSTITUT RECERCA
/ I FORMACIÓ AGROALIMENTÀRIA
I PESQUERA ILLES BALEARS

ACRÒNIMS

ABTS Àcid 2,2'-azinobis-3-etilBenzo Tiazolina-6-Sulfònic

ANOVA ANalysis Of VAriances

BSA Bovine Serum Albumin

CE Conductivitat Elèctrica

CIC Capacitat d'Intercanvi Catiònic

CUPRAC CUPric Reducing Antioxidant Capacity

FAC Fat Absorption Capacity (Capacitat d'absorció de greixos)

FRAP Ferric Reducing Antioxidant Power

IRFAP Institut de Recerca i Formació Agroalimentària i Pesquera de les Illes Balears

IRTA Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries

MAPA Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació

RDC Reg Deficitari Controlat

TCP Total Content Polifenols (contingut de polifenols totals)

WRC Water Retention Capacity (capacitat de retenció d'aigua)