

Treball final de grau

Estudi: Grau en Innovació i Seguretat Alimentària

Títol: Valorització del peix blau per la millora de la competitivitat del sector pesquer

Document: Memòria

Alumne: Clara Barnés Calle

Tutora: Elena Saguer i Hom

Departament: Enginyeria Química, Agrària i Tecnologia Alimentària

Àrea: Tecnologia dels aliments

Tutora externa: Elsa Lloret Fortuny

Departament: Programa de Tecnologia Alimentària - IRTA

Àrea: Indústries alimentàries

Convocatòria (mes/any): 09/2019

AGRAÏMENTS

En primer lloc, m'agradaria donar el més sincer agraïment a la meva tutora Dra. Elena Saguer i Hom per la seva orientació, dedicació, suport i confiança constant al llarg de la realització del treball.

Molt especialment voldria agrair a l'Elsa Lloret Fortuny, per obrir-me les portes al projecte, ensenyar-me, orientar-me i recolzar-me en tot moment.

A l'Institut de Recerca i Tecnologia Alimentàries, juntament amb l'Elsa i la Brigitte per donar-me l'oportunitat de formar part d'aquest projecte, que m'ha permès treballar i aprendre en molts àmbits diferents lligats al desenvolupament de nous productes.

A l'Anna, en Lluís, en Ricard, en Cinto, l'Albert, la Cristina, l'Elvira, l'Anna, la Sara i tot el personal d'IRTA que m'ha ajudat en la realització del treball, avaluant els productes que s'elaboraven, resolent dubtes i donant-me consells.

Per acabar, m'agradaria agrair a la meva família i amics per recolzar-me i creure en mi en l'acompliment d'aquest treball final de grau.

ÍNDEX DE MATÈRIES

ÍNDEX DE TAULES.....	3
ÍNDEX DE FIGURES	5
RESUM	7
PARAULES CLAU.....	9
1. INTRODUCCIÓ	11
1.1 Antecedents	11
1.1.1 Importància dietètica del peix blau	15
1.1.2 Captura i comercialització de peix blau	16
1.1.3 Projecte GALP i Treball de Final de Grau	17
1.1.4 Selecció d'espècies	18
1.1.7 Anàlisi sensorial	26
1.2. Objectius	27
2. MATERIALS I MÈTODES	28
2.1. Caracterització de les espècies susceptibles a ser transformades	28
2.1.1 Procedència de les mostres	28
2.1.2 Preparació de les mostres	28
2.1.3 Caracterització fisicoquímica	29
2.1.3.1 Caracterització per espectroscòpia NIT - FoodScanTM	29
2.1.3.2 Determinació del contingut de proteïna.....	30
2.1.3.3 Determinació del contingut de greix.....	31
2.1.3.4 Determinació de la humitat	33
2.1.4 Caracterització sensorial	33
2.1.4.1 Preparació de les mostres.....	33
2.1.4.2 Avaluació sensorial de les mostres	34
2.2. Generació d'idees de nous productes en base a peix blau.....	35
2.3. Desenvolupament del producte: hummus amb seitó.....	38
2.3.1 Estudi de mercat	38
2.3.2 Proves Pilot	39
2.3.3 Escalat semi-industrial.....	40
2.3.3.1 Anàlisi microbiològica	43
2.3.3.2 Anàlisi de gasos de l'envàs	44
2.3.4 Caracterització fisicoquímica i sensorial del producte	45
2.3.4.1 pH.....	45
2.3.4.2 Humitat	46
2.3.4.3 Activitat d'aigua	46
2.4.4 Color instrumental	46
2.4.5 Anàlisi sensorial.....	48
2.5 Anàlisi estadística	48
3. RESULTATS I DISCUSSIÓ	49
3.1. Caracterització de les espècies susceptibles a ser transformades.....	49
3.1.1 Caracterització química	50
3.1.2 Caracterització sensorial	56

3.2. Generació d'idees de nous productes en base a peix blau.....	59
3.3. Desenvolupament del producte: hummus amb seitó.....	61
3.3.1 Estudi de mercat	61
3.3.2 Proves pilot	66
3.3.3 Escalat semi-industrial.....	78
3.3.3.1 Caracterització fisicoquímica i sensorial del producte.....	78
3.3.3.2 Anàlisi microbiològica del producte.....	82
3.3.3.3 Anàlisi de la composició de l'atmosfera de l'envàs.....	85
4. APLICABILITAT	88
5. CONCLUSIONS.....	89
6. BIBLIOGRAFIA	91

ÍNDIX DE TAULES

Taula 1. Fitxa tècnica del seitó (<i>Engraulis encrasicolus</i>)..	21
Taula 2. Fitxa tècnica de la sardina (<i>Sardina pilchardus</i>).....	22
Taula 3. Fitxa tècnica de l'alatxa (<i>Sardinella aurita</i>)	23
Taula 4. Fitxa tècnica del sorell (<i>Trachurus trachurus</i>).	24
Taula 5. Ingredients i continguts assajats en les proves pilot d'hummus amb seitó.....	39
Taula 6. Formulacions d'hummus de lleties amb seitó elaborat en l'escalat semi-industrial.	41
Taula 7. Microorganismes a determinar, medis de cultiu, condicions d'incubació i referència del mètode utilitzat.	43
Taula 8. Determinacions realitzades en els diferents tipus de producte analitzats: hummus comercial, hummus elaborat en les proves pilot i hummus elaborat en l'escalat semi-industrial.	45
Taula 9. Nombre de mostres que es van poder obtenir per cada espècie i mes.....	49
Taula 10. Mitjana del contingut de greix, proteïna i humitat obtinguts per totes les mostres de peix de blau en funció del mètode utilitzat i resultat de l'anàlisi estadística comparant els dos mètodes. 50	50
Taula 11. Estadística descriptiva corresponent als continguts de greix, proteïna i humitat de cada espècie de peix blau analitzada (alatxa, sardina, seitó i sorell).	51
Taula 12. Estadística descriptiva corresponent al contingut d'EPA+DHA (mg/100 g de peix) i a la relació $\omega 6:\omega 3$ per a cada una de les espècies estudiades: alatxa, sardina, seitó i sorell.	55
Taula 13. Llista d'idees de nous productes en base a peix blau seleccionats a partir de les sessions de creativitat.	59
Taula 14. Ingredients utilitzats en cada formulació comercial estudiada (marcats amb una x).	62
Taula 15. Valors dels paràmetres de color instrumental (L, a*, b*, h i C) dels productes comercials analitzats.	66
Taula 16. Formulacions (en %) de la primera etapa de les proves pilot (F1-F11).....	69
Taula 17. Ingredients i proporcions seleccionats després de la realització de les proves pilot.....	70
Taula 18. Resultats dels paràmetres fisicoquímics (pH a les 24 h i color), sensorials (textura i equilibri de flavors avaluats segons si eren correctes o no amb OK i NO, respectivament) i observacions determinats en la primera etapa de les proves pilot (F1-F11).....	71
Taula 19. Formulacions (en %) de la segona etapa de les proves pilot (F12-F31).	76

Taula 20. Resultats dels paràmetres fisicoquímics (pH a les 24 h i color), sensorials (acidesa, avaluada segons la intensitat percebuda en una escala 1: baixa, 2: adequada, 3: massa intensa) i observacions determinats en la segona etapa de les proves pilot (F12-31).....	77
Taula 21. Valors d' a_w i humitat de l'hummus elaborat a l'escalat semi-industrial al cap de 24 h. Es mostren els valors de les mitjanes \pm la desviació estàndard (n=2).....	78
Taula 22. Paràmetres de color en l'espai CIELAB de l'hummus elaborat a l'escalat semi-industrial al cap de 24 h, per les dues formulacions elaborades i els dos sistemes d'envasament utilitzats. Es mostren els valors de les mitjanes \pm la desviació estàndard (n=2).....	79
Taula 23. Mitjana dels valors de pH determinats els diferents dies de mostreig (dia de fabricació +1, +6, +13 i +21) per cada producte elaborat en l'escalat semi-industrial.....	82

ÍNDEX DE FIGURES

Figura 2. Contribució de l'aqüicultura i la captura a la producció pesquera total.....	12
Figura 3. Captures europees per zona pesquera, 2017 (en milers de tones de pes viu).....	13
Figura 4. Tones de producció en (%) (A) i ingressos en € (%) (B) per productes de la pesca a Catalunya, per grups biològics.	14
Figura 5. Esquema de les fases del projecte Valorització del peix blau per a la millora de la competitivitat del sector pesquer.	18
Figura 6. Volum de captura extractiva anual en kg (superior) i ingressos recaptats de la primera venda a llotja en € (inferior) d'espècies de peix blau a la zona GALP-Costa Brava durant els anys 2016, 2017 i 2018.....	19
Figura 7. Preu per kg (€/kg) d'espècies de peix blau a capturades a la zona GALP-Costa Brava els anys 2016, 2017 i 2018.....	20
Figura 8. Etapes del mètode Creative Problem Solving.	25
Figura 9. Equip FoodScan™ (esquerra) i placa amb mostra de sorell (dreta).	30
Figura 10. Equip digestor Foss Soxcap (A) i equip extractor Foss Soxtec (B) per a la determinació de greixos.	31
Figura 11. Full d'avaluació sensorial descriptiva (Anàlisi Quantitativa Descriptiva) de les espècies de peix blau seleccionades.....	34
Figura 12. Targetes de personatges per a la tècnica de creativitat del mapa d'empatia.	36
Figura 13. Mapa empàtic..	37
Figura 14. Envasament de l'hummus de llenties amb seitó durant l'escalat semi-industrial amb una envasadora ULMA Smart 500.....	42
Figura 15. Determinació del pH d'hummus comercials.....	45
Figura 16. Espai de color CIELAB.	47
Figura 17. Contingut de greix obtingut en cada mostreig per a les espècies de peix blau estudiades: alatxa, sardina, seitó i sorell. Els mesos 1-7 corresponen a gener - juliol del 2019 i 11-12 corresponen a novembre - desembre del 2018.	54
Figura 18. Avaluació mitja dels atributs inclosos al perfil de l'Anàlisi Qualitativa Descriptiva de les tres espècies caracteritzades. Les barres d'error indiquen la desviació estàndard de les mitjanes (n=6). Lletres minúscules diferents per a un mateix atribut indiquen l'existència de diferències significatives entre espècies (p<0,05).....	58

Figura 19. Valors de pH dels hummus comercials caracteritzats en l'estudi de mercat.	65
Figura 20. Hummus de cigrons amb seitó (A), hummus de cigrons amb seitó i remolatxa (B) i hummus de llenties amb seitó (C) elaborats en les proves pilot.	72
Figura 21. Dosi màxima específica dels additius E330 i E270 segons el Reglament (UE) 1129/2011...	73
Figura 22. Representació del color de l'hummus elaborat en l'escalat semi-industrial (marcat amb una X) en l'Espai de Color CIELAB.	80
Figura 23. Valors de pH dels hummus comercials caracteritzats en l'estudi de mercat i dels hummus elaborats en la prova d'escalat semi-industrial. Les barres d'error mostren la desviació estàndard del pH de l'hummus d'escalat semi-industrial (n=2).	81
Figura 24. Evolució del recompte d'espores aeròbies (A), aerobis mesòfils (B), bacteris de l'àcid làctic (C), <i>Pseudomonas</i> spp. (D) i <i>Enterobacteriaceae</i> (E) al llarg del període de conservació en refrigeració per les dues formulacions (Formulació menys àcida: FA, formulació més àcida: FB) i els dos tipus d'envasament (Termosegellat i MAP). Les barres d'error mostren la desviació estàndard (n=2). Lletres minúscules diferents per a un mateix temps de mostreig indiquen l'existència de diferències significatives entre productes ($p < 0,05$).	83
Figura 25. Concentració d'oxigen (A) i diòxid de carboni (B) en l'atmosfera d'envasament de les dues formulacions d'hummus elaborades en l'escalat semi-industrial (FA: menys àcida, i FB: més àcida) i els dos tipus d'envasament (Termosegellat i MAP). Les barres d'error mostren la desviació estàndard (n=2). Lletres minúscules diferents per al dia 21 indiquen l'existència de diferències significatives entre productes ($p < 0,05$).	86

RESUM

El peix blau és una font de proteïnes, vitamines, minerals i greix insaturat, entre el qual en destaca el contingut en àcids grassos omega-3, que redueixen els nivells de triglicèrids en sang, disminueixen la pressió arterial i augmenten la vasodilatació arterial. Tot i ser considerat un aliment saludable, el seu consum és inferior a altres classes de peix degut, en part, a la seva talla, espinada i poca comoditat a l'hora de manipular-lo. A la Costa Brava, el peix blau representa aproximadament un 70% en volum del total de captures, mentre que suposa únicament un 30% de la facturació total recaptada durant la primera venda a llotja.

El present treball s'emmarca dins el projecte que va realitzar l'Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA) en col·laboració amb el Grup d'Acció Local Pesquer de la zona de la Costa Brava (GALP - Costa Brava) i mitjançant un ajut per a l'aplicació del desenvolupament local participatiu dins el marc del Fons Europeu Marítim i Pesquer (FEMP), amb l'objectiu de valoritzar el peix blau mitjançant el desenvolupament de nous productes elaborats a partir de diferents espècies dins aquest grup.

Engraulis encrasicolus, *Sardina pilchardus*, *Sardinella aurita* i *Trachurus trachurus* van ser les quatre espècies seleccionades per a ser caracteritzades i utilitzades com a possible matèria primera per al desenvolupament d'un nou producte. Amb la seva caracterització fisicoquímica es va observar que el contingut de greix en aquestes espècies presenta variabilitat estacional que es pot relacionar amb l'època de posta entre d'altres factors, com ara l'edat, el sexe, l'alimentació i el moviment migratori; i que en ocasions pot arribar a ser inferior al contingut de greix en peix blanc. De la mateixa manera, el perfil lipídic també presentava variabilitat dins d'una mateixa espècie tot i que, globalment, les quatre espècies presentaven una relació omega-6/omega-3 inferior a 4:1 que es pot associar a la prevenció de malalties cardiovasculars i la disminució de símptomes inflamatoris. A la vegada, les mostres de peix amb major contingut de greix eren més riques en EPA i DHA i es podria arribar a cobrir la ingesta diària recomanada per l'EFSA (EPA+DHA >250 mg) amb una sola ració de peix.

Al projecte es va tenir en compte a totes les parts de la cadena de comercialització del peix blau i les seves necessitats, que es van poder percebre a partir de les sessions de creativitat organitzades per a generar idees de nous productes. El ventall de productes que es va obtenir en aquestes sessions va ser molt variat, destacant els productes preparats per ser consumits (*ready-to-eat*) o cuinats (*ready-to-cook i ready-to-heat*) que faciliten el seu consum i eviten la seva manipulació al eliminar l'etapa de neteja per part del consumidor.

El seitó va ser l'espècie seleccionada per al desenvolupament del producte "hummus de llegums amb peix blau" per les seves característiques sensorials i fisicoquímiques. A partir de l'anàlisi de productes similars existents en el mercat, es van definir les característiques fisicoquímiques i sensorials objectiu i la formulació de partida per al desenvolupament del nou producte. Tenint en compte paràmetres com el pH, el color instrumental, el flavor i l'acidesa a nivell sensorial, es va ajustar la formulació al llarg de 31 proves a escala pilot fins assolir els paràmetres objectiu plantejats anteriorment. En la última etapa del desenvolupament de l'hummus de llenties amb seitó, es van elaborar productes amb dues formulacions (una més àcida i una menys àcida) i dos tipus d'envasament (termosegellat i envasament en atmosfera modificada) diferents a escala semi-industrial, a partir dels quals es va caracteritzar el producte i se'n va estudiar la seva evolució al llarg de 21 dies, tant a nivell microbiològic com de la composició atmosfèrica de l'espai de cap de l'envàs.

Al final d'aquest projecte, es va obtenir un nou producte llest per al consum enfocat a cobrir les necessitats del consumidor, amb un contingut de seitó de gairebé el 30% i molt interessant a nivell nutricional per la seva combinació de vitamines i ferro (aportats per les llenties) i d'àcids grassos poliinsaturats (aportats pel seitó). En un futur, IRTA té previst organitzar jornades de transferència per traslladar els coneixements i idees fruit d'aquest projecte per tal que empreses transformadores puguin elaborar el nou producte, optimitzant-ne la seva transformació, envasament i vida comercial, permetent la valorització d'aquesta espècie de peix blau.

PARAULES CLAU

Engraulis encrasicolus

Sardina pilchardus

Sardinella aurita

Trachurus trachurus

Valorització

Ready-to-eat

Creativitat

Estacionalitat

Greix

Hummus amb seitó

1. INTRODUCCIÓ

1.1 Antecedents

S'entén la seguretat alimentària i nutricional a nivell d'individu, llar, nació i global com la disponibilitat física, econòmica i suficient, en tot moment, d'aliments segurs i nutritius per satisfer les necessitats alimentàries que permetin dur a terme una vida activa i sana (FAO, 1996). Així doncs, el peix està directament relacionat amb la seguretat alimentària i nutricional no només pel seu valor nutritiu incloent proteïnes d'alt valor biològic, àcids grassos essencials, minerals i vitamines, sinó també perquè el sector pesquer suposa una font important de llocs de treball i d'ingressos a nivell mundial.

La Figura 1 mostra l'evolució creixent de la producció pesquera a escala mundial, considerant globalment tant marina com continental (de rius, llacs i embassaments), degut principalment a un increment de l'aqüicultura (a una taxa lineal des del 1991 al 2016), mentre que la contribució per part de la pesca extractiva (captura) es manté més o menys estable durant aquest mateix període. La pesca extractiva ha assolit un punt d'equilibri al voltant dels 85 milions de tones anuals, tot i que la seva evolució és diferent segons el continent analitzat; mentre que a Amèrica s'observa una disminució evident des de l'any 2006, a Europa s'ha estabilitzat al voltant dels 13 M tones anuals i a Àfrica la pesca extractiva segueix una tendència creixent.

La Xina és la primera potència mundial en l'obtenció de peix provinent de l'aqüicultura, la qual representa un 75% de la pesca total. Si no es té en compte aquest país, la contribució de l'aqüicultura a la proporció pesquera total a nivell global es veu reduïda en un 15%, passant de valors d'un 45% (situació mundial total) a aproximadament un 30%. Així doncs, la contribució de la pesca extractiva (captura) a la proporció pesquera total a nivell mundial (sense Xina) és considerablement important a dia d'avui, representant un 70% del total.

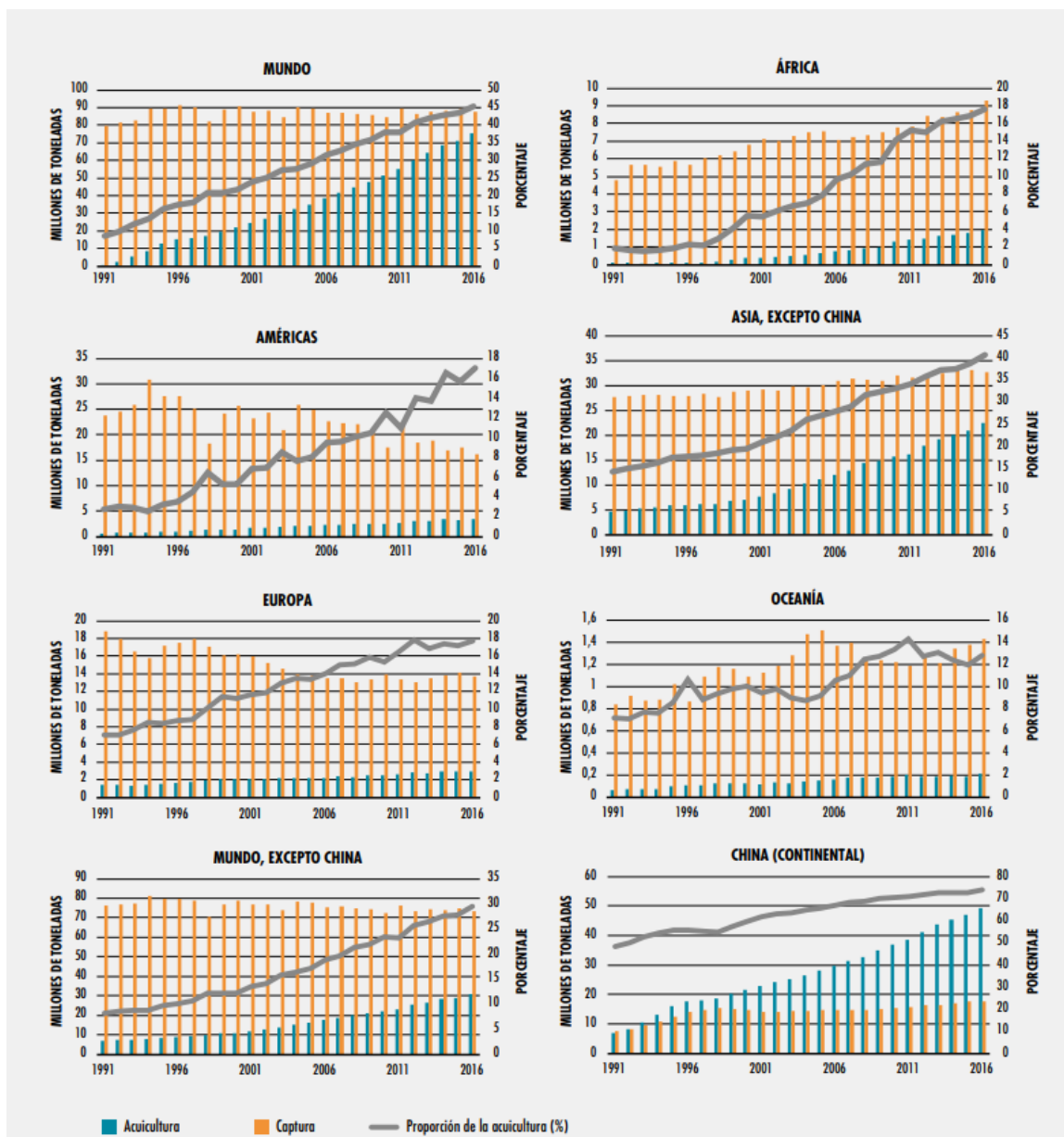
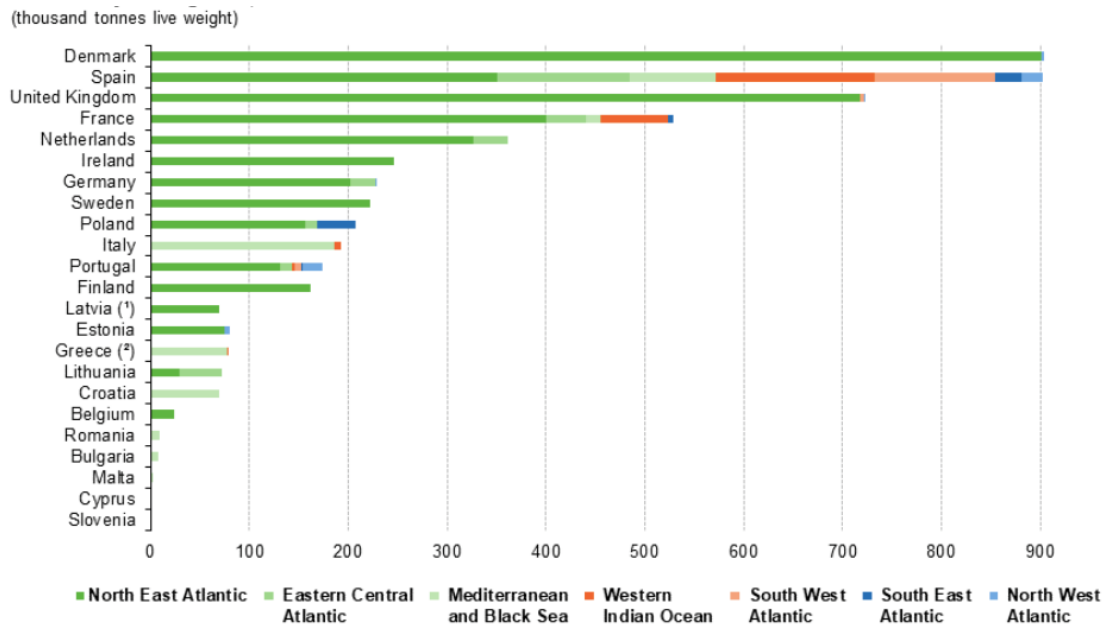


Figura 1. Contribució de l'aqüicultura i la captura a la producció pesquera total. Font: <http://www.fao.org/3/I9540ES/i9540es.pdf>

L'any 2017 a Europa es van capturar mitjançant pesca extractiva 5,3 milions de tones de peix (Eurostat, 2018). D'entre els països europeus, Espanya és la segona potència pesquera de captura extractiva, després de Dinamarca. La Figura 2 mostra les dades de captura dels països europeus al 2017 en milers de tones de pes viu, excloent-ne l'aqüicultura i les captures en aigües dolces, especificant la zona geogràfica de pesca.



(*) 2015 data used for region 34.

(†) 2015 data used for regions 37 and 51.

Figura 2. Captures europees per zona pesquera, 2017 (en milers de tones de pes viu). Font: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Fishery_statistics#%20Catches

Aquest mateix any a Espanya es van capturar al voltant de 900 milers de tones de productes de la pesca provinents de les diferents àrees marines que rodegen la Península Ibèrica, on predomina la zona Nord-Est Atlàntica amb 350 milers de tones. Al Mar Mediterrani, se'n van capturar aproximadament 100 milers de tones, d'entre les quals aproximadament un 25% van ser a Catalunya (Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de la Generalitat de Catalunya, 2019).

Dins la gran varietat d'espècies marines que es capturen, es poden distingir dos grans grups de peixos en funció del seu **contingut en greix**: les espècies demersals i les pelàgiques. Les espècies demersals, també conegudes com a **peix blanc o magre**, són aquelles que tenen un menor contingut de greix ja que habiten en zones properes al fons marí (ja sigui en zones costaneres, caladors, prop de roques o en aigües més profundes) i, per tant, requereixen un menor moviment. En són exemples el lluç, el rap i el bacallà. En canvi, les **espècies pelàgiques o blaves** són espècies que habiten en aigües mitges o a prop de la superfície i fan grans desplaçaments per procurar-se l'aliment. És per aquest motiu, que el seu organisme necessita un major contingut de greix que els permeti dur a terme aquest moviment. Del

volum total de la pesca extractiva a nivell nacional, aproximadament un 58% es tracta d'una gran varietat d'espècies classificades com a peix blau (Ministerio de Agricultura, Ramaderia y Pesca del Gobierno de España, 2018). Per tant, el volum de captura d'aquest tipus de peix a Espanya és rellevant.

La situació a Catalunya es veu representada a la

Figura 3 3 que mostra, en percentatge, la distribució de les tones de producte capturat mitjançant pesca extractiva i la d'ingressos recaptats de la primera venda a llotja de diferents grups biològics de productes de la pesca. Pel que fa al volum de captura, s'observa que el grup "ossis-blau" representa gairebé un 64% del total capturat, mentre que en termes d'ingressos suposa únicament un 26% aproximadament. Altres grups que són minoritaris en termes de captura (al voltant del 7%) però que representen una font d'ingressos important (28%) són, per exemple, els crustacis.

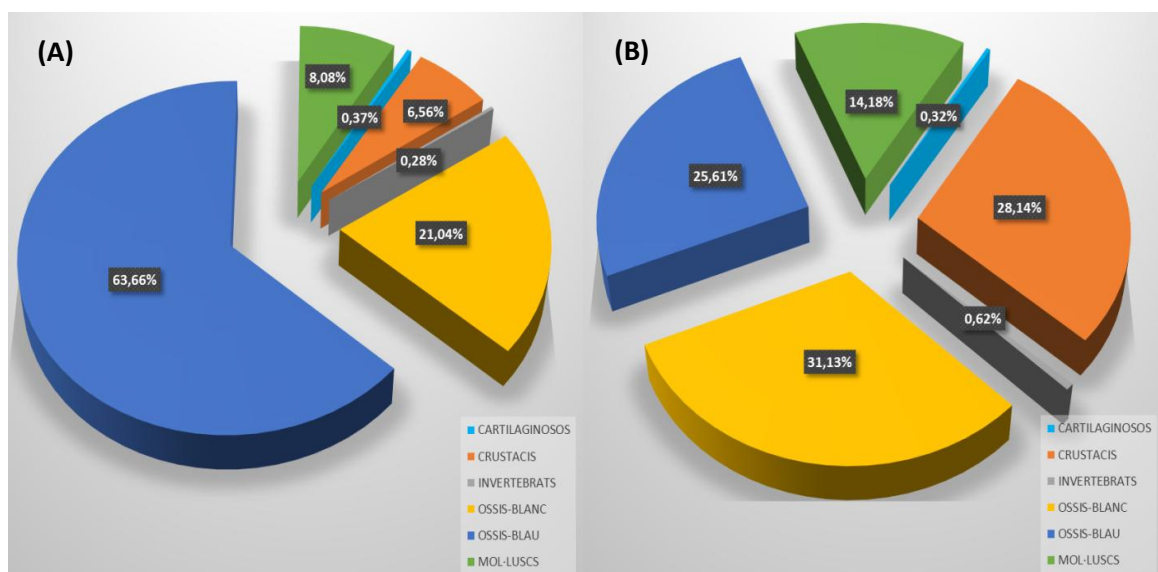


Figura 3. Tones de producció en (%) (A) i ingressos en € (%) (B) per productes de la pesca a Catalunya, per grups biològics. Font: Modificat de Todó (2019).

1.1.1 Importància dietètica del peix blau

El peix blau és una font d'àcids grassos poliinsaturats (PUFAs) de cadena llarga, on destaquen els omega-3 i omega-6. Es tracta de dos grups d'àcids grassos essencials, és a dir, que cal ingerir a través de la dieta.

D'entre els àcids grassos omega-3 ($\omega 3$), n'hi ha tres tipus que són d'especial importància per a la salut. L'**àcid eicosapentaenoic (EPA)**, que té com a funció principal la producció d'eicosanoides que contribueixen a la reducció de la inflamació i també ajuden a reduir símptomes de depressió (Martins , 2009); l'**àcid docosahexaenoic (DHA)**, que permet el desenvolupament i funcionament normal del cervell (Innis, 2008); i l'**àcid alfa-linolènic (ALA)** que té una funció principalment energètica i que és el precursor d'EPA i DHA, tot i que el procés no és gaire eficient (Stark *et al.*, 2008). Per aquest motiu és important que tots ells siguin presents en una dieta equilibrada. A més, el consum d'àcids grassos $\omega 3$ presenta diversos beneficis cardiovasculars derivats de la reducció dels nivells de triglicèrids en sang, la disminució de la pressió arterial i l'augment de la vasodilatació arterial, que redueix el risc de formació de plaques (Robertson, 2017).

Els àcids grassos omega 6 ($\omega 6$) són utilitzats per l'organisme majoritàriament com a font energètica. El més conegut és l'àcid linoleic (LA), que pot ser metabolitzat en àcids grassos de cadena més llarga com ara l'àcid araquidònic (ARA). De la mateixa manera que l'EPA, l'ARA també és utilitzat per produir eicosanoides, però aquests tenen un caràcter pro-inflamatori i, tot i que són necessaris per al sistema immunitari, en excés poden provocar malalties inflamatòries (Robertson, 2017).

Per aquest motiu l'Opinió Científica del Panell de Productes Dietètics, Nutrició i Al·lèrgies (NDA) de l'Autoritat Europea de Seguretat Alimentària (EFSA) sobre valors dietètics de referència per greixos, estableix un valor d'ingesta diària recomanada d'EPA+DHA per a adults de 250 mg diaris, sense especificar una relació recomanada entre els àcids grassos $\omega 6$ i $\omega 3$. Tot i així, existeixen estudis que associen una relació $\omega 6:\omega 3$ de 4:1 o inferior per a la prevenció de malalties cardiovasculars i símptomes inflamatoris (Gómez *et al.*, 2011). A les dietes occidentals actuals, aquesta relació pot arribar a ser deu vegades major degut principalment a una ingesta elevada d'àcids grassos $\omega 6$ provinents, majoritàriament, d'olis, greixos i productes carnis.

1.1.2 Captura i comercialització de peix blau

En la pesca extractiva, el peix blau és capturat pel sistema d'encerclament. Es tracta d'una tècnica de pesca que es realitza durant la nit i que consisteix en atraure els bancs de peixos amb focus lluminosos i encerclar-los amb una xarxa de 330 m de llargada i 60 m d'alçada màximes (Museu de la Pesca de Palamós, 2018). Un cop capturats, es procedeix a la seva comercialització que, com la resta de productes de pesca extractiva, s'organitza pel sistema de subhasta a la baixa, un procediment singular que congrega nombrosos compradors i on, actualment, es pot arribar a participar a distància a través d'Internet. Els pescadors cobren en proporció als guanys obtinguts en la primera venda de les captures i, si el peix no acaba a un preu raonable o no s'aconsegueix vendre, aquest és retornat al pescador. Així doncs, les espècies més demandades comercialment seran les que s'acabaran venent a un major preu, mentre que les que ho siguin menys es vendran a preus més reduïts.

Actualment, determinades espècies de peix blau, com el seitó i la sardina, presenten una problemàtica en la seva comercialització arrel de l'escassa demanda degut a que es tracta d'un producte de poca comoditat per al consumidor. Això resulta un inconvenient per a la societat actual, que busca productes preparats per cuinar i/o consumir. A més, les espècies capturades en el Mediterrani presenten una talla inferior a les capturades a l'Atlàntic, fet que dificulta la seva neteja i transformació en productes com les conserves i marinats tradicionals (Silva *et al.*, 2006).

Així doncs, la falta de demanda d'aquest producte fresc suposa un excés en l'oferta i, per tant, uns ingressos baixos per als pescadors que es dediquen a la captura de peix blau.

1.1.3 Projecte GALP i Treball de Final de Grau

Arrel d'aquesta i altres problemàtiques que afecten a la zona costanera de Catalunya neixen els Grups d'Acció Local Pesquers (GALP) que, a través del Fons Europeu Marítim i de la Pesca (FEMP), gestionen el finançament de projectes sol·licitats per diferents entitats amb l'objectiu general de millorar la qualitat de vida de les zones costaneres. A Catalunya n'existeixen dos, el de Terres de l'Ebre i el de la Costa Brava.

L'Associació GALP-Costa Brava engloba 11 dels 20 municipis de la franja litoral de la província de Girona (Roses, L'Escala, l'Estartit, Blanes, Lloret de Mar, Sant Feliu de Guíxols, Palamós, Cadaqués, Llançà, Tossa de Mar i El Port de la Selva). El seu objectiu principal és fomentar l'activitat pesquera sostenible a la Costa Brava a partir de la protecció del medi marí i els recursos marins i pesquers, i impulsar iniciatives que aportin valor a aquests municipis que, tradicionalment i encara actualment, viuen de la pesca extractiva (Masdeu, 2019).

El 31 de gener de 2018, l'Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA) va presentar en el registre del GALP-Costa Brava una sol·licitud d'ajut per a l'aplicació del desenvolupament local participatiu dins el marc del FEMP amb títol: *"Valorització del peix blau per a la millora de la competitivitat del sector pesquer"*, en el qual s'emmarca el Treball Final de Grau que es presenta. Concretament, el treball s'ha centrat en la realització de les activitats 2, 4 i 5 que es detallen a la Figura 4 les quals engloben el desenvolupament de nous productes en base a peix blau, incloent la caracterització de les espècies que s'utilitzaran com a matèria primera i la prèvia generació d'idees per a definir-los.

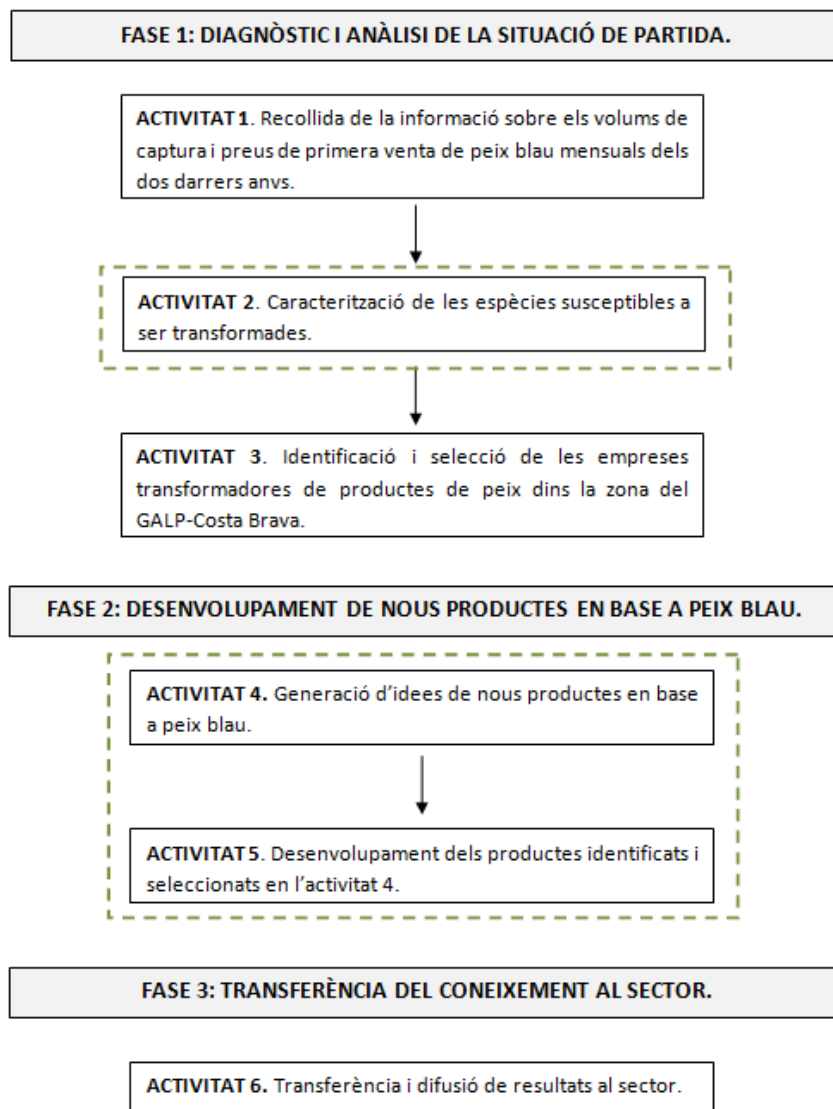


Figura 4. Esquema de les fases del projecte *Valorització del peix blau per a la millora de la competitivitat del sector pesquer*.

1.1.4 Selecció d'espècies

Amb la informació recollida durant l'Activitat 1 del Projecte (Figura 4) es van seleccionar les quatre espècies a ser utilitzades com a matèria primera per a la resta d'activitats: seitó, sardina, alatxa i sorell. La Figura 5 mostra el volum de captures (en kg) i els ingressos obtinguts de la primera venda a llotja (en €) de diferents espècies de peix blau a la zona GALP-Costa Brava durant els anys 2016, 2017 i 2018.

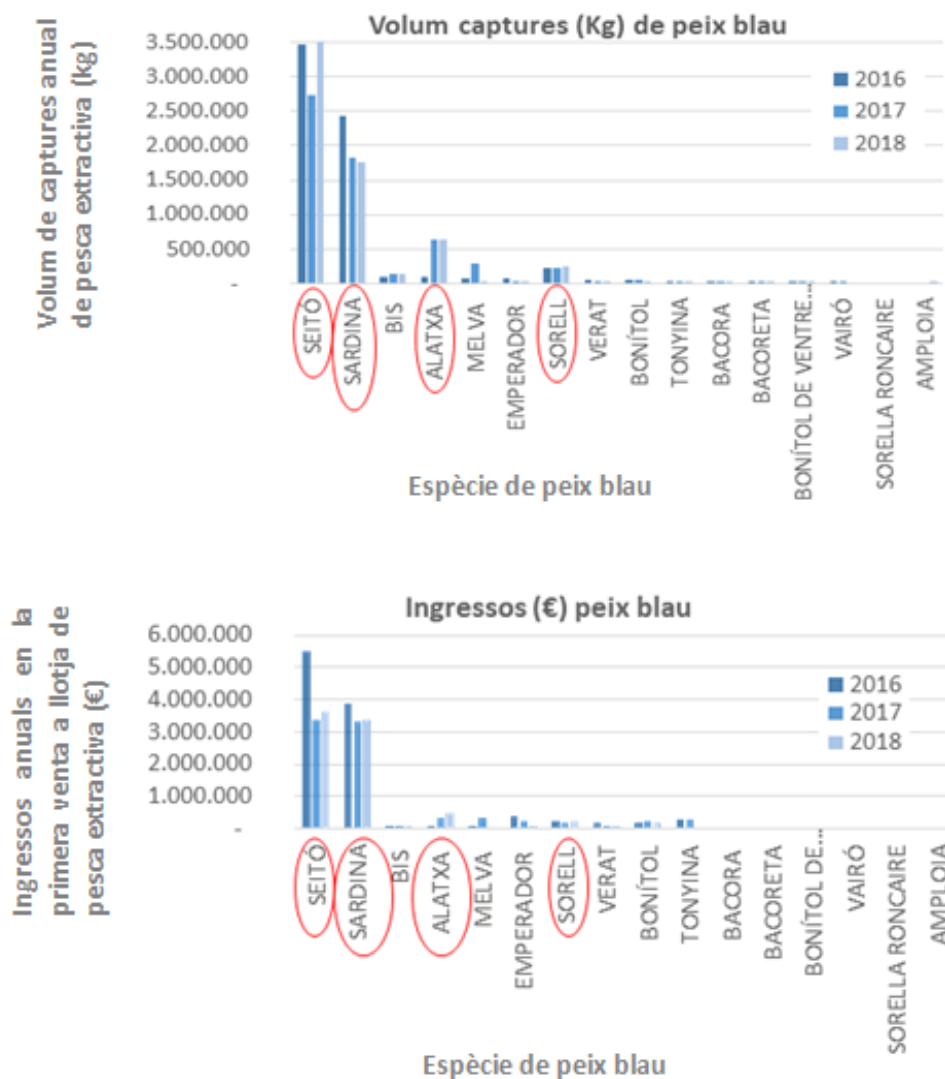


Figura 5. Volum de captura extractiva anual en kg (superior) i ingressos recaptats de la primera venda a llotja en € (inferior) d'espècies de peix blau a la zona GALP-Costa Brava durant els anys 2016, 2017 i 2018. Font: Martínez i Lloret (2019).

El seitó i la sardina són les espècies que representen el major volum de captures dins el grup de peix blau, al voltant de 3,5 i 1,7 milions de kg l'any 2018, respectivament. Les altres espècies seleccionades són l'alatxa i el sorell, de les quals l'any 2018 se'n van capturar prop de 700.000 i 300.000 kg, respectivament. Pel que fa als ingressos totals derivats de la primera venda a llotja, el seitó i la sardina són els que tenen un major pes del total de captures de peix blau donat pel gran volum de captura comentat anteriorment; tot i així, l'any 2018 els ingressos recaptats van ser notablement inferiors respecte el 2016, especialment per el seitó. Els ingressos derivats de la primera venda d'alatxa han augmentat

des del 2016 al 2018 i, en el cas del sorell, s'han mantingut estables durant el període de l'estudi analitzat.

D'altra banda, si observem el preu per kg (€/kg) de diferents espècies de peix blau a la zona GALP-Costa Brava durant els anys 2016, 2017 i 2018 (Figura 6), s'observa que les espècies seleccionades presenten un preu per kg molt inferior (entre 1-2 €/kg) respecte espècies com l'emperador, la tonyina, el bonítol o el verat (d'entre 4-9 €/kg). És per aquest fet que cal dur a terme una valorització d'aquestes espècies, ja bé sigui a nivell econòmic per la subsistència d'aquest sector primari com per la importància del seu consum pels consumidors, motiu pel qual es realitza aquest Projecte.

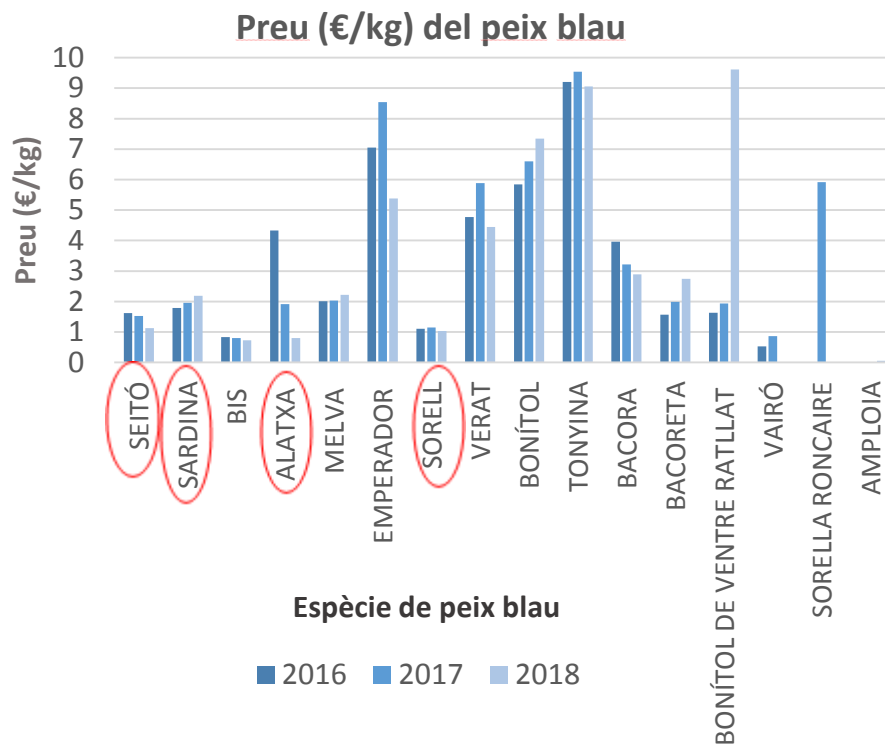




Figura 6. Preu per kg (€/kg) d'espècies de peix blau a capturades a la zona GALP-Costa Brava els anys 2016, 2017 i 2018. Font: Martínez i Lloret (2019).



1.1.5 Característiques de les espècies seleccionades

El seitó, la sardina, l'alatxa i el sorell són espècies migratòries. La Taula 1, Taula 2, Taula 3 i Taula 4 que es mostren a continuació, resumeixen informació sobre aquestes en forma de fitxa tècnica.


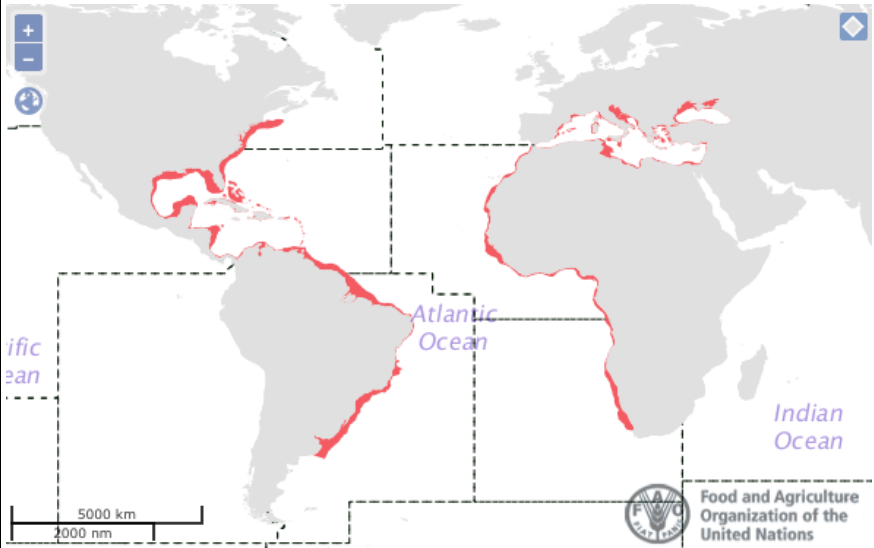
Taula 1. Fitxa tècnica del seitó (*Engraulis encrasicolus*). Font: Elaboració pròpia a partir de informació extreta de Generalitat de Catalunya (2018) i FAO (2019).

Nom científic	<i>Engraulis encrasicolus</i>
Noms comuns	Català: seitó, anxova Castellà: boquerón, anchoa Anglès: european anchovy
Aspecte	 <p>Seitó, extret de http://agricultura.gencat.cat/ca/ambits/pesca/dar_especies_calador_mediterrani/dar_peixos/seito/</p>
Mida	12-15 cm
Distribució geogràfica	 <p>©FAO. (2019). Aquatic Species Distribution Map Viewer. [Mapa]. 1:500.000. Recuperat de http://www.fao.org/figis/geoserver/factsheets/species.html?species=ANE-m&prj=4326</p>
Hàbitat i aspectes biològics	Habita en aigües entre 50 i 400 m de profunditat i tolera un ampli rang de concentracions salines. Es reproduïx a la primavera-estiu, entre abril i setembre, amb un pic de posta al maig-juny.
Preu de primera venda a llotja a la Zona GALP-Costa Brava	2016: 1,63 €/kg 2017: 1,52€/kg 2018: 1,13€/kg


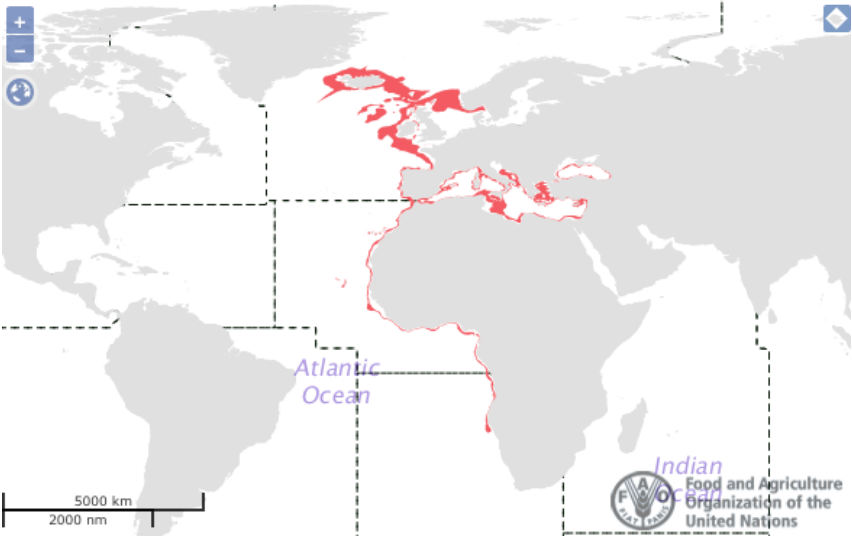
Taula 2. Fitxa tècnica de la sardina (*Sardina pilchardus*). Font: Elaboració pròpia a partir de informació extreta de Generalitat de Catalunya (2018) i FAO (2019).

Nom científic	<i>Sardina pilchardus</i>
Noms comuns	Català: sardina Castellà: sardina Anglès: european pilchard
Aspecte	 <p>Sardina, extret de http://agricultura.gencat.cat/ca/ambits/pesca/dar_especies_calador_mediterrani/dar_peixos/sardina/</p>
Mida	20-25 cm
Distribució geogràfica	 <p>© FAO. (2019). Aquatic Species Distribution Map Viewer. [Mapa]. 1:500.000. Recuperat de http://www.fao.org/figis/geoserver/factsheets/species.html?species=ANE-m&prj=4326</p>
Hàbitat i aspectes biològics	Habita des de prop de la costa fins a 100 km de mar endins, a profunditats d'entre 25 i 100 m. Es reproduïx a l'hivern, entre novembre i març, amb un pic de posta al gener-febrer.
Preu de primera venda a llotja a la Zona GALP-Costa Brava	2016: 1,79 €/kg 2017: 1,96€/kg 2018: 2,19 €/kg

Taula 3. Fitxa tècnica de l'alatxa (*Sardinella aurita*). Font: Elaboració pròpia a partir de informació extreta de Generalitat de Catalunya (2018) i FAO (2019).

Nom científic	<i>Sardinella aurita</i>
Noms comuns	Català: alatxa Castellà: alacha Anglès: round sardinella
Aspecte	 <p>Alatxa, extret de http://agricultura.gencat.cat/ca/ambits/pesca/dar_especies_calador_mediterrani/dar_peixos/alatxa/</p>
Mida	25-30 cm
Distribució geogràfica	 <p>©FAO. (2019). Aquatic Species Distribution Map Viewer. [Mapa]. 1:500.000. Recuperat de http://www.fao.org/figis/geoserver/factsheets/species.html?species=ANE-m&prj=4326</p>
Hàbitat i aspectes biològics	Habita en aigües salines properes a la superfície i fins a 350 m de profunditat, a temperatures al voltant dels 24 °C. Es reproduïx a l'estiu, entre juny i octubre, amb un pic de posta a l'agost.
Preu de primera venda a llotja a la Zona GALP-Costa Brava	2016: 4,33 €/kg 2017: 1,91€/kg 2018: 0,80 €/kg

Taula 4. Fitxa tècnica del sorell (*Trachurus trachurus*). Font: Elaboració pròpia a partir de informació extreta de Generalitat de Catalunya (2018) i FAO (2019).

Nom científic	<i>Trachurus trachurus</i>
Noms comuns	Català: sorell Castellà: jurel Anglès: horse mackerel
Aspecte	 <p>Sorell, extret de http://agricultura.gencat.cat/ca/ambits/pesca/dar_especies_calador_mediterrani/dar_peixos/sorell/</p>
Mida	15-30 cm
Distribució geogràfica	 <p>©FAO. (2019). Aquatic Species Distribution Map Viewer. [Mapa]. 1:500.000. Recuperat de http://www.fao.org/figis/geoserver/factsheets/species.html?species=ANE-m&prj=4326</p>
Hàbitat i aspectes biològics	Habita normalment en fons sorrencs a 100-200 m de profunditat. Forma bancs juvenils amb altres espècies de la família <i>Trachurus</i> . Es reproduïx a l'hivern-primavera.
Preu de primera venda a llotja a la Zona GALP-Costa Brava	2016: 1,10 €/kg 2017: 1,15 €/kg 2018: 1,04 €/kg

1.1.6 Tècniques de creativitat

Per a la generació d'idees i desenvolupament de nous productes s'utilitzen habitualment tècniques de creativitat. La creativitat és una forma de pensament imaginatiu, innovador, enfocat en el procés i que pot ser deliberat (Creative Education Foundation, 2015). Durant la dècada dels 40 del segle XX, Àlex Osborn va desenvolupar el mètode *Creative Problem Solving (CPS)*, un mètode que permet afrontar un problema o repte de forma creativa i novadora. El mètode es divideix en quatre etapes: aclarir, idear, desenvolupar i implementar, les quals es veuen reflectides en la Figura 7.

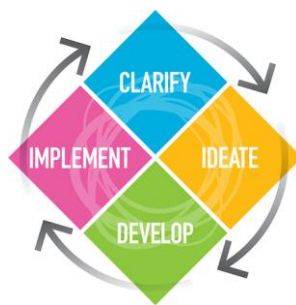


Figura 7. Etapes del mètode *Creative Problem Solving*.

Font: <http://www.creativeeducationfoundation.org/creative-problem-solving/the-cps-process/>

El mètode es va iniciar partint de la base que tothom és creatiu i les aptituds creatives poden ser apreses i desenvolupades. Al seu llibre *Applied Imagination*, Osborn distingeix dues formes de pensament a l'hora de ser creatiu:

- El pensament divergent, aquell a partir del qual es generen moltes idees i opcions.
- El pensament convergent, el qual inclou l'avaluació de les idees i opcions, així com la presa de decisions.

En el dia a dia, la població utilitza ambdues formes de pensament, però Osborn comenta que la clau per a la generació de noves idees està en utilitzar-les per separat. Així doncs, el mètode CPS per a la generació d'idees consisteix en treballar el pensament divergent inicialment i, a continuació, completar-ho amb les tècniques convergents, sempre eliminant tota mena de judicis preconcebuts i enfocant els problemes com a preguntes.

1.1.7 Anàlisi sensorial

L'anàlisi sensorial és la disciplina científica que permet definir, mesurar, analitzar i interpretar de forma objectiva i reproduïble les característiques d'un producte mitjançant la utilització dels sentits humans (Institute of Food Technologists, 2007). Existeixen dues branques principals d'anàlisi sensorial:

1. **Proves analítiques:** es realitzen amb panels de degustadors (persones seleccionades i entrenades), sota condicions controlades i les valoracions són objectives. Es divideixen en proves discriminants (on s'avalua si les diferències entre productes són perceptibles) i proves descriptives (on es descriuen de forma objectiva les característiques sensorials dels productes).
2. **Proves afectives:** es realitzen amb panels de consumidors (objecte d'estudi, representatiu de la població), les valoracions són subjectives i, per tant, els termes utilitzats són termes hedònics. Serveixen per determinar l'acceptabilitat i preferència pels productes.

Durant la realització del projecte, es va utilitzar una tècnica analítica descriptiva per a identificar i avaluar les característiques sensorials de cadascuna de les espècies estudiades i poder, d'aquesta manera, seleccionar les espècies sensorialment més adequades pel desenvolupament dels diferents productes. A més, també es van dur a terme proves afectives a nivell intern.

1.2. Objectius

L'objectiu principal d'aquest projecte és *augmentar i millorar la competitivitat de la pesca de peix blau mitjançant el desenvolupament de nous productes amb matèria primera provinent de la primera venda a la llotja en la zona del GALP-Costa Brava*, que permeti ser retirada abans de la seva devaluació. S'exploraran les tecnologies que permetin transformar i conservar els productes desenvolupats valoritzant els canals de comercialització fins ara no explorats pel sector pesquer en la zona GALP-Costa Brava.

Per assolir l'objectiu general, després de l'anàlisi de la informació sobre l'estat actual del peix blau i la identificació de possibles empreses transformadores d'aquests productes, es van dur a terme els diferents objectius específics:

- Caracteritzar les espècies de peix blau seleccionades: seitó, sardina, alatxa i sorell.
- Generar idees per innovar en nous productes comercials en base a les espècies de peix blau objecte d'estudi.
- Desenvolupar nous productes innovadors en base a les espècies de peix blau objecte d'estudi.

2. MATERIALS I MÈTODES

2.1. Caracterització de les espècies susceptibles a ser transformades

En aquesta etapa es van caracteritzar les espècies de peix blau seleccionades per a ser transformades (seitó, sardina, alatxa i sorell) mitjançant les anàlisis fisicoquímiques següents: determinació del contingut de proteïnes, greixos i humitat mitjançant mètodes tradicionals i per espectroscòpia d'infraroig proper (NIR). Aquestes anàlisis es van realitzar en diferents moments al llarg de 9 mesos (de novembre a juliol) per determinar possibles canvis en el perfil nutricional del peix degut a l'estacionalitat. D'altra banda, també es va dur a terme una caracterització de les espècies a nivell sensorial mitjançant una Anàlisi Qualitativa Descriptiva (QDA).

2.1.1 Procedència de les mostres

Les mostres de peix van ser obtingudes de quatre confraries pesqueres pertanyents a la zona GALP-Costa Brava: Palamós, Sant Feliu, L'Escala i Blanes. Mensualment s'intentava recollir com a mínim una mostra de cada espècie, tot i que en ocasions no va ser possible degut a la manca de peix en les confraries per problemes meteorològics o per l'interès en capturar sardina i seitó envers l'alatxa i el sorell degut al seu major valor comercial. Les mostres van ser recollides el mateix dia de captura i van ser transportades en condicions de refrigeració amb gel fins a les instal·lacions d'IRTA-Monells.

2.1.2 Preparació de les mostres

El peix es va netejar amb un bisturí eliminant les escates, el cap, la cua i les vísceres. A continuació, es triturava en una picadora de ganivetes de 3.7 L de capacitat (Blixer® 3, Robot-Coupe, Bourgogne, França), s'envasava al buit (<5 mbar) amb una envasadora de campana simple Tecnotrip EV-13 (Tecnotrip, Barcelona, Espanya) en bosses metal·litzades Combiflex AA PETMET/PE 65 (Estudi Grafi S.A, Tarragona, Espanya) per tal de protegir la mostra de l'oxidació per part de l'oxigen i de la llum, i s'emmagatzemava en condicions de

congelació (-18 ± 2 °C) fins a la seva posterior anàlisi. Prèviament a la realització de l'anàlisi, la mostra es descongelava en una cambra de refrigeració a $3,5 \pm 2$ °C durant 24 h i es deixava temperar a l'ambient fins assolir una temperatura òptima d'entre 15 i 20 °C. Cada mostra de peix blau va ser obtinguda d'un mateix lot corresponent a aproximadament entre 10 i 15 peces d'una mateixa caixa de peix blau capturat en una data concreta.

2.1.3 Caracterització fisicoquímica

Es va determinar el contingut de proteïna, humitat i greix de les mostres per espectroscòpia NIR (infraroig proper, en el seu acrònim en anglès) mitjançant un espectrofotòmetre FoodScanTM Analyser (Foss Analytical, Hillerod, Dinamarca). Aquests paràmetres també van ser analitzats amb mètodes tradicionals per tal de poder comparar els resultats obtinguts.

2.1.3.1 Caracterització per espectroscòpia NIR - FoodScanTM

La tecnologia del FoodScanTM es basa en la transmitància de la radiació electromagnètica dins del rang de l'espectre electromagnètic corresponent a l'infraroig proper a través de la mostra, que interactua en el seu camí amb les molècules que la componen i essent, en part absorbida, per elles. La radiació que no és absorbida segueix el seu camí i és quantificada pels detectors ubicats després de la mostra (Shenk i Westerhaus, 1995), obtenint un espectre complet en la regió de l'espectre compresa entre 850 i 1050 nm (Foss, 2002).

Aquest sistema permet analitzar mostres de manera no destructiva ni invasiva, gairebé sense tractament previ, i permetent l'obtenció ràpida de resultats analítics. Inclou calibratges globals, en aquest cas a partir d'una recta patró de peix fresc, que funcionen mitjançant una xarxa neuronal artificial.

Prèviament a l'anàlisi de la mostra amb el FoodScanTM, es realitzava el blanc mitjançant la introducció d'una placa específica. Per a l'anàlisi de la mostra, es pesaven aproximadament 200 g en una placa de vidre adequada per a l'aparell, omplerta de manera que no quedessin

espais buits (Figura 8). A continuació s'introduïa la placa i s'obtenien els valors mitjans de proteïna, humitat i greix a partir de les 32 lectures que l'equip realitzava en diferents punts.



Figura 8. Equip FoodScan™ (esquerra) i placa amb mostra de sòlid (dreta).

2.1.3.2 Determinació del contingut de proteïna

El contingut de proteïna es va determinar pel mètode Kjeldhal (AOAC Official Method 2001.11). El fonament d'aquest mètode consisteix en la digestió àcida de la matèria orgànica de la mostra, la destil·lació del nitrogen en forma d'amoníac i la seva determinació mitjançant una valoració àcid-base.

Per a l'etapa de digestió, es pesaven prop de 2 g de mostra de peix picat i s'embolicaven amb paper de cel·lulosa dins de tubs de digestió (Büchi Labortechnik AG, Flawil, Suïssa) amb dues boletes de vidre. S'afegia 30 ml d'àcid sulfúric concentrat al 98% i una pastilla de catalitzador de Cu-Se (1,5% $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ + 2% Se) (PanReac AppliChem GmbH, Darmstadt, Alemanya) per reduir el temps de digestió. El procés es realitzava en un digestor Büchi Digestion Unit K-435 (Büchi Labortechnik AG) dins la campana d'aspiració Captair (Erlab S.L., Barcelona, Espanya). Per a la digestió de les mostres, s'aplicava una rampa de temperatures per evitar la pèrdua de mostra per ebullició de la solució durant la digestió: 20-30 min a 200 °C, 70-90 min a 320 °C i 60-90 min a 400 °C. La digestió es duia a terme fins que s'assolia una coloració blau-verdosa transparent (no tèrbola). Un cop finalitzada, es deixava refredar la mostra i s'enasava en un matràs de 100 ml amb aigua destil·lada.

A continuació es duïen a terme la destil·lació i la valoració. Abans de destil·lar les mostres digerides, es destil·lava i valorava un patró (0,1500 g de clorur amònic dissolt amb aigua destil·lada) amb un equip destil·lador Büchi Distillation Unit B-324 (Büchi Labortechnik AG) i es comprovava que es requerissin 11 ml d'HCl 0,25 N per a la seva valoració àcid-base. Per a les mostres, es destil·lava una al·lquota de 25 ml després de la seva alcalinització amb NaOH 30%. El destil·lat es recollia en 50 ml d'àcid bòric al 4%. La valoració del destil·lat recollit es feia amb HCl 0,25 N. Es calculava el contingut de Nitrogen Total (NT) a partir dels ml d'HCl gastats en la valoració, de la seva molalitat, el factor de dilució de la mostra i el pes de la mostra digerit s'expressava en percentatge. El contingut de proteïna es determinava multiplicant el NT (%) per 6,25, factor de conversió en el cas de proteïnes d'origen animal (FAO, 2003). Cada mostra es va analitzar per duplicat.

2.1.3.3 Determinació del contingut de greix

El contingut de greix es va determinar pel mètode AOAC Official Method 991.36 *Fat (Crude) in Meat and Meat Products*, utilitzant un Digestor Foss Soxcap 2047 per a l'etapa de digestió àcida de la mostra i un Sistema Extractor Foss Soxtec 2055 per a l'extracció del greix (Foss Analytical, Hillerød, Dinamarca). La Figura 9 mostra l'equip digestor Soxcap (A) i l'equip extractor Soxtec (B).

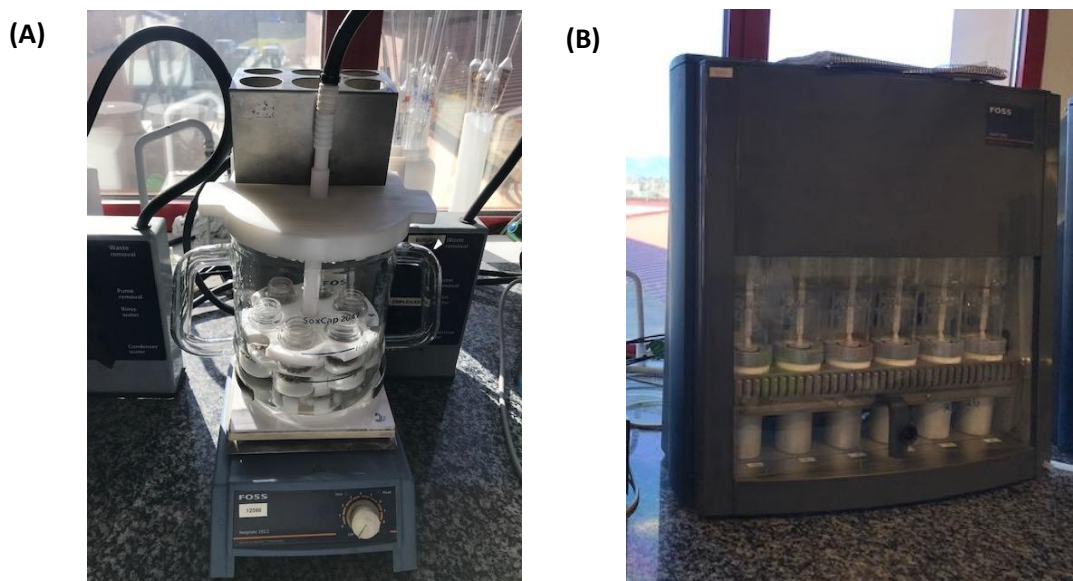


Figura 9. Equip digestor Foss Soxcap (A) i equip extractor Foss Soxtec (B) per a la determinació de greixos.

Abans de començar el procediment per la determinació de greix, s'assecaven les càpsules de vidre (Foss Analytical) a l'estufa a 105 °C durant mínim 1 h (fins que perdien tota la humitat) i es posaven al dessecador fins que es refredaven (30-40 min).

Per a l'etapa de digestió, es pesava prop de 2 g de mostra sobre un filtre Soxcap™ Filter (Foss Analytical) col·locat a la base de les càpsules de vidre sense que aquesta sobrepassés el coll de la càpsula, ja que aquesta part no quedava submergida a l'hora de fer la digestió. S'omplia el recipient de digestió amb HCl 4 N, es col·locaven les càpsules en un suport i se submergien en la solució d'HCl. A continuació s'iniciava la digestió i, quan l'àcid començava a bullir (15-17 min), es deixava digerir durant 1 h. Posteriorment, es feien rentats amb aigua fins que el pH de l'aigua de rentat assolía un pH neutre. Per a la determinació del pH s'utilitzava paper indicador Dosatest® (VWR International, LLC, Pennsilvània, EUA). Finalment, es conservaven les càpsules a l'estufa a 105 °C durant una nit.

Abans de començar la següent etapa, s'assecaven vasos metàl·lics (Foss Analytical) posant-los a l'estufa a 105 °C un mínim d'1 h i es posaven al dessecador fins que es refredessin (30-40 min). Després es pesaven i s'anotava el seu pes.

Per a l'etapa d'extracció del greix de la mostra, es posava un filtre Cartouche Extraction BTE 25 (Foss Analytical) a la part estreta de les càpsules de vidre i posteriorment es girava el filtre Soxcap™ Filter on hi havia la mostra digerida (de posició horitzontal a vertical), es fixaven els pots a l'equip i s'hi afegia 80 ml de n-hexà (Carlo Erba Reagents S.A., Sabadell, Espanya). Els vasos metàl·lics es col·locaven en el suport del Soxtec. A continuació s'iniciava el programa d'extracció, que constava de tres fases: 40 min d'ebullició, 1 h d'extracció i 10 min de recuperació. El greix extret es recollia en els vasos metàl·lics que, un cop finalitzada aquesta etapa, s'assecaven a l'estufa a 105 °C durant 1 h o fins a pes constant i es deixaven refredar al dessecador, per tal que s'evaporés l'hexà residual. La determinació del contingut de greix es feia per gravimetria i s'expressava en percentatge respecte al pes inicial de mostra.

2.1.3.4 Determinació de la humitat

El contingut en humitat es va determinar per gravimetria per dessecació d'acord amb el mètode oficial (AOAC, 1990). Es tracta d'un mètode indirecte que mesura la pèrdua de pes deguda a l'evaporació de l'aigua per calefacció de la mostra fins a pes constant (García i Fernández, 2012).

Es pesaven aproximadament 10 g de mostra en una placa de vidre i s'anotava el pes. A continuació es posava a una estufa amb circulació per aire forçat (Digitronic, J.P Selecta S.A.U, Barcelona, Espanya) a 102 ± 2 °C durant 48 h per dessecar la mostra fins a pes constant. Cada mostra es va analitzar per duplicat.

2.1.4 Caracterització sensorial

Es van caracteritzar tres de les quatre espècies seleccionades en el projecte: sardina, seitó i sorell. No es va poder realitzar la caracterització de l'alatxa degut a la manca de disponibilitat de producte en les confraries de pescadors en les dates en que es van realitzar les sessions (abril 2019).

2.1.4.1 Preparació de les mostres

Per a la preparació de les mostres, el producte va ser prèviament netejat (eliminació de cap i cua, escatat i eviscerat) i filetejat. Els filets es van col·locar en flascons de vidre (sardina: 1 filet; seitó: 2 filets; i sorell: 2 filets) i es van coure al forn SelfCookingCenter® (RATIONAL USA Inc., Illinois, EUA) en condicions d'aire sec a una temperatura de 120 °C durant 8 min. Les mostres es van presentar als degustadors dins el flascó de vidre tancat, prèviament codificades amb números aleatoris de 3 xifres amb l'objectiu d'evitar el possible efecte en l'ordre de presentació de les mostres (MacFie *et al.*, 1989).

2.1.4.2 Avaluació sensorial de les mostres

Per a la caracterització sensorial de les 3 espècies de peix blau es va realitzar una prova analítica descriptiva o Anàlisi Quantitativa Descriptiva (QDA) mitjançant el panel de degustadors de l'IRTA. Aquest estava format per sis persones seleccionades i entrenades de forma genèrica segons les normatives ASTM (1981), ISO 8586-1 (1993) i ISO 8586-2 (1994) amb un mínim de dos anys d'experiència en la realització de perfils descriptius quantitius de diversos productes alimentaris. Previ a la quantificació dels atributs, es va realitzar una sessió de generació lliure de descriptors entre els degustadors per tal de definir el perfil descriptiu adequat per a les mostres a estudiar. La Figura 10 mostra el full de degustació utilitzat per la caracterització sensorial.

	MOSTRA		
OLOR			
Intensitat general d'olor			
Mantega/Crispetes			
Oli de peix			
Verdura cuita			
Drap humit/Peix al forn			
ASPECTE			
Intensitat de color marró			
Homogeneïtat de color			
Quantitat d'exsudat			
Oli en l'exsudat			
Altres			
GUST/FLAVOR			
Intensitat general de sabor			
Dolçor			
Acidesa			
Salat			
Amarg			
Peix blau/Oli de peix			
Ranci			
Altres			
TEXTURA			
Fermesa			
Sucositat			
Esmicolabilitat			
Adhesivitat			
Altres			

Figura 10. Full d'avaluació sensorial descriptiva (Anàlisi Quantitativa Descriptiva) de les espècies de peix blau seleccionades. Font: IRTA-Monells.

Per a la quantificació dels atributs es van realitzar dues sessions de degustació en les quals cada degustador va rebre les 3 mostres codificades en diferent ordre. Els atributs inclosos en el perfil descriptiu es van quantificar mitjançant una escala no estructurada (Amerine *et al.*, 1965), on 0 significava absència i 10 la màxima intensitat de l'atribut. Les sessions es van dur a terme en una sala habilitada d'IRTA-Monells i van tenir una durada aproximada de 45 min.

2.2. Generació d'idees de nous productes en base a peix blau

Per a la generació d'idees de nous productes elaborats a partir de les espècies de peix blau objecte d'estudi d'aquest treball, es van organitzar dues sessions de creativitat on es va fomentar l'ambient distès i la generació d'idees a través del joc. Es van dur a terme en sales situades en dues confraries de pescadors que formen part de la zona GALP-Costa Brava: la de Blanes i la de l'Escala. A l'inici d'ambdues sessions, els investigadors de l'IRTA van fer una presentació del context i objectius principals del Projecte. Les sessions van ser dinamitzades per un moderador expert de l'IRTA, que tenia com a funcions principals les d'organitzar, explicar i dirigir les diferents tècniques de creativitat a desenvolupar. Per tal de poder copsar les opinions i necessitats dels diferents agents implicats, les sessions van comptar amb la participació d'una desena de persones vinculades al llarg de la cadena productiva del sector pesquer, des de pescadors fins a representants d'empreses transformadores i consumidors potencials, que es van convocar a través de les xarxes socials del GALP-Costa Brava i de l'IRTA.

Les tècniques de creativitat basades en el pensament divergent aplicades varen ser les següents:

a. Brain-writing

És una tècnica de creativitat col·lectiva en la qual les idees de cada persona es retroalimenten amb les de la resta de participants. A cada participant se li repartia una plantilla amb tres columnes i se li donava 5 min perquè escrigués 3 idees en la primera. Passats els 5 min, es van intercanviar les plantilles de manera que cadascú tingués la d'un altre participant i durant els següents 5 min van desenvolupar les idees precedents, en la segona columna. Finalment, es van intercanviar una darrera vegada les plantilles i van acabar de desenvolupar les idees redactades pels participants anteriors en la tercera columna.

b. Mapes empàtics

El mapa d'empatia és una eina col·laborativa per prendre consciència i entendre els usuaris a qui s'adreça el producte o servei, per tal de crear una visió comuna de les

necessitats, objectius i punts febles dels consumidors (Blend, 2016). En aquest cas, es van organitzar els participants per parelles i se'ls va repartir la descripció d'un personatge (Figura 11), un mapa empàtic (Figura 12) i una plantilla per escriure les idees generades. L'objectiu era omplir el mapa empàtic posant-se a la pell del personatge i responent a les següents preguntes:

- Què pensa i què sent (sentiments)?
- Què sent (oïda)?
- Què veu?
- Què diu i què fa?
- Què el frustra (frustracions, pors, obstacles)?
- Què el motiva (motivacions, desitjos, necessitats)?

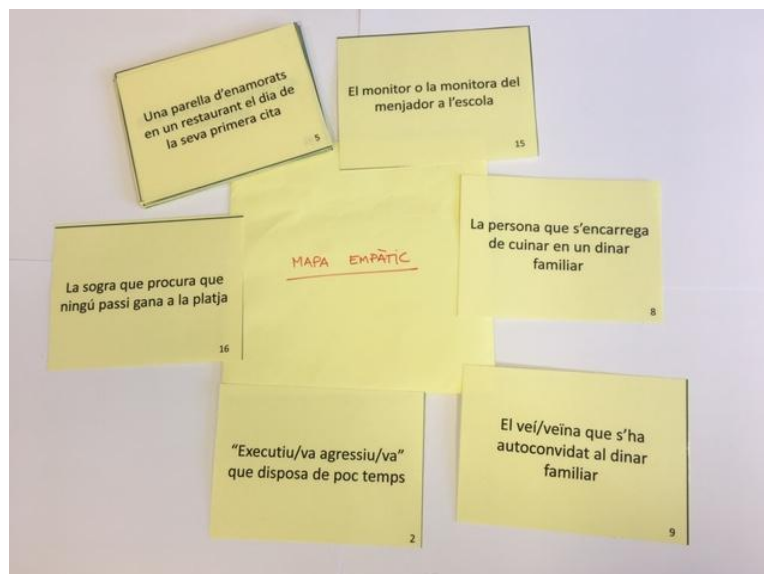


Figura 11. Targetes de personatges per a la tècnica de creativitat del mapa d'empatia.

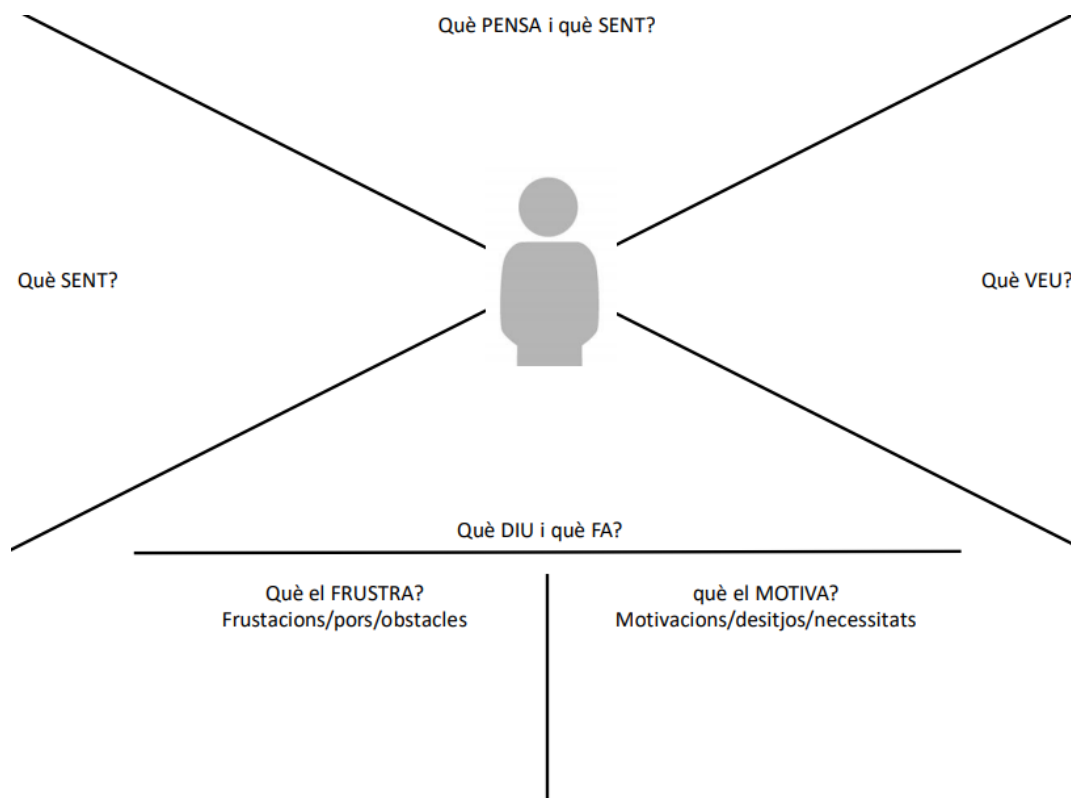


Figura 12. Mapa empàtic. Font: IRTA-Monells.

Un cop realitzades les tècniques basades en el pensament divergent, es focalitzava la sessió al pensament convergent. Les idees generades van ser agrupades pels investigadors de l'IRTA i es van escollir aquelles 30 amb major viabilitat tecnològica i comercial. Aquestes es van posar en comú amb tots els participants i se'ls va demanar que les valoressin en una escala de l'1 al 10 segons la seva preferència, essent el 10 la puntuació més alta. Un cop valorades, es van compartir i comentar els resultats entre els participants i moderadors.

A partir de les idees més ben valorades en les sessions de creativitat, juntament amb les extretes d'un informe específic sobre productes elaborats amb peix blau ja existents al mercat realitzat per la Unitat de Vigilància Tecnològica de l'IRTA, es van escollir diferents productes a desenvolupar. Aquest treball se centra en el desenvolupament d'un d'aquests productes: hummus amb seitó.

2.3. Desenvolupament del producte: hummus amb seitó

L'hummus tradicional és un producte elaborat a partir de cigrons triturats amanits amb tahina, oli d'oliva, suc de llimona i espècies (Wallace *et al.*, 2016). Actualment, n' existeixen moltes variants al mercat, que modifiquen el tipus de llegum que s'utilitza (e.g. llenties) o incorporen altres ingredients (e.g. pebrot vermell).

Es pot classificar com un **plat preparat refrigerat**, ja que es tracta d'un producte preparat i envasat, llest per al seu consum. En tenir una vida útil superior a 24 h, cal emmagatzemar-lo en condicions de refrigeració ≤ 4 °C fins al moment de la seva venda (Real Decret 3484/2000). No obstant, es poden emmagatzemar a temperatures diferents sempre i quan es basin en evidència científica i siguin verificades per l'autoritat competent.

Per al desenvolupament del nou producte es va seguir la següent metodologia:

1. Estudi de mercat: cerca de productes existents en el mercat per tal de veure les característiques a nivell d'ingredients/additius utilitzats
2. Proves pilot: estudi de diferents ingredients/additius a escala pilot i caracterització fisicoquímica i sensorial del producte
3. Proves semi-industrials: elaboració del producte a escala semi-industrial, caracterització fisicoquímica i sensorial del producte, anàlisi microbiològica i anàlisi de la composició atmosfèrica de l'envàs.

2.3.1 Estudi de mercat

Per tal de definir una primera proposta de possibles ingredients/additius a utilitzar per al desenvolupament de l'hummus en base a peix blau es van realitzar dues accions, les quals se citen a continuació:

- Es van identificar formulacions (ingredients/additius i dosis aproximades) de diferents hummus disponibles a nivell comercial mitjançant recerca *on-line*. Dins el ventall de productes identificats, es van seleccionar aquells que contenien en la llista d'ingredients

formulacions comercials d'hummus tradicional, hummus de cigrons amb diferents ingredients (olives, remolatxa, albergínia, pebrot) i hummus de llenties.

- Es van caracteritzar diferents hummus disponibles al mercat, concretament de les marques Chef Select (envasat en atmosfera protectora) i Simply Greek - Hacendado (envàs termo-segellat). La seva caracterització es va fer a partir de la determinació del pH, color instrumental i les característiques organolèptiques.

2.3.2 Proves Pilot

Per a l'elaboració de l'hummus de seitó es va partir dels ingredients que es mostren a la Taula 5. Es van realitzar 31 proves pilot diferents modificant els percentatges dels ingredients i additius utilitzats en la formulació en funció de les característiques finals objectiu i analitzant paràmetres fisicoquímics i característiques sensorials del producte.

Taula 5. Ingredients i continguts assajats en les proves pilot d'hummus amb seitó.

Ingredients	Rang de contingut assajat (%)
Llegums (cigrons/llenties)	De 40 a 66
Remolatxa	De 0 a 17
Seitó	De 16 a 28
Aigua	De 0,9 a 2
Oli de gira-sol	De 2 a 7
Oli d'oliva	De 2 a 8
Pasta de sèsam	De 3 a 5
Llimona en pols / Suc de llimona	De 0 a 6
All en pols	De 0,3 a 0,7
Clau mòlt	De 0,02 a 0,08
Comí	De 0,25 a 0,6
Sal	De 0,25 a 2
Vinagre en pols	De 0 a 0,05
E330 - Àcid cítric	De 0,04 a 0,7
E270 - Àcid làctic	De 0 a 0,3
E202- Sorbat potàssic	De 0 a 0,03

Per a totes les proves pilot que es van dur a terme, es descongelava la mostra de seitó neta (sense cap, cua i vísceres) i picada prèviament i es realitzava una cocció al buit en bosses COMBIVAC BX/PP 85 (Estudi Graf S.A.) en un forn SelfCookingCenter® (RATIONAL USA Inc., Illinois, EUA) en condicions de 100% d'humitat, a 110 °C durant 40 min. Un cop cuit s'introduïa a un abatedor de temperatura SAGI (Angelo Po Grande Cucine s.p.a, Mòdena, Itàlia) a 2 °C durant 1 h.

A continuació, es rentaven amb aigua les llegums cuites comercials, s'introduïen en un robot domèstic Thermomix® tm5 (Vorwek Thermomix, Wuppertal, Alemanya), s'hi afegien els additius (acidulants i conservants indicats a la Taula 5) i la sal dissolts en l'aigua que contenia la formulació. La mescla es triturava a velocitat 4,5 durant 30 s. Seguidament, s'afegia el seitó cuit i la resta d'ingredients i es triturava (vel. 7/2 min + vel. 9/1 min).

De les formulacions elaborades en les proves s'analitzaven els mateixos paràmetres que en l'estudi de mercat: pH, color i característiques organolèptiques (aroma global i acidesa). Per a la caracterització sensorial també es va comptar amb la valoració sensorial hedònica de diferents treballadors d'IRTA-Monells.

2.3.3 Escalat semi-industrial

D'acord amb els resultats obtinguts en la fase pilot anterior, es van elaborar dues formulacions diferents per a la realització de l'escalat semi-industrial: 3 kg d'hummus Fórmula A (FA) i 3 kg d'hummus Fórmula B (FB). La Taula 6 mostra de manera detallada les formulacions A i B. Ambdues fórmules contenien els mateixos ingredients en les mateixes quantitats a excepció del percentatge de suc de llimona (FA: 2%; FB: 3%) i d'àcid cítric (FA: 0,3%; 0,4%).

Taula 6. Formulacions d'hummus de llenties amb seitó elaborat en l'escalat semi-industrial.

INGREDIENT	FÓRMULA A	FÓRMULA B
	%	%
Llenties	53%	53%
Seitó	27%	27%
Oli gira-sol	7%	7%
Tahina	5%	5%
Aigua	2%	2%
Suc llimona	2%	3%
Oli oliva	2%	2%
All en pols	0,5%	0,5%
Comí	0,3%	0,3%
Sal	0,3%	0,3%
E330 (àcid cítric)	0,3%	0,4%
E270 (àcid làctic)	0,3%	0,3%
Vinagre en pols	0,05%	0,05%
Clau	0,03%	0,03%
E202 (sorbit de potassi)	0,03%	0,03%

El procediment va ser el mateix que per a les proves pilot, però es va dur a terme en una sala amb condicions de fred (5 + 2 °C) per millorar les condicions de treball.

En l'elaboració dels productes elaborats amb les dues formulacions (FA i FB) es van utilitzar envasos rodons D95 150cc PP Transparent (RPC Bebo, Bouxwiller, França) que es van col·locar dins d'unes safates de poliestirè expandit barrera CRYOVAC VITEMBAL (Sealed Air S.L, Arbrera, Espanya) adequades per treballar amb una envasadora ULMA Smart 500 (ULMA, Oñate, Espanya) (Figura 13). Es van assajar dos sistemes d'envasament diferents:

1. Termo-segellat: aquest sistema d'envasament va consistir en segellar la safata amb un film CRYOVAC LID2050 FILM (Sealed Air S.L.) sense modificar la composició atmosfèrica normal (78% N₂; 21% O₂; 0,04% CO₂).

2. Atmosfera Modificada (MAP): en aquest cas, es va dur a terme amb la mateixa envasadora i els mateixos materials que en el termo-segellat però modificant l'atmosfera de l'espai de cap mitjançant buit (<10 mbar) i injecció de gas de composició 70% N₂ / 30% CO₂ (Freshline® 30, Air Products and Chemicals, Inc., Pennsilvània, EUA). Habitualment, en els productes *ready-to-eat* comercialitzats en refrigeració s'utilitzen mescles de gasos entre el 20-30% de CO₂ i 80-70% de N₂; que milloren la conservació del producte tant a nivell microbiològic (absència d'O₂ i efecte bacteriostàtic del CO₂) com nutricional (evitant oxidació lipídica).



Figura 13. Envasament de l'humus de lleties amb seitó durant l'escalat semi-industrial amb una envasadora ULMA Smart 500.

Un cop envasat el producte, es va emmagatzemar en una cambra de refrigeració a 3,5 + 2 °C fins a la seva posterior anàlisi.

Per poder veure el comportament del producte al llarg del temps, es va realitzar una anàlisi microbiològica, una anàlisi de la composició de gasos de l'atmosfera de l'envàs i es va determinar el pH en els dies de mostreig 1, 6 i 13 posteriors al dia de fabricació. A cada temps de mostreig es van analitzar, microbiològicament i per la composició de l'atmosfera de l'envàs, dues mostres per cada formulació i tipus d'envasament i, de cada mostra se'n va realitzar la mesura de pH per duplicat.

2.3.3.1 Anàlisi microbiològica

Per a l'anàlisi microbiològica de l'hummus de lleties amb seitó, es van realitzar les determinacions microbiològiques que es detallen a la Taula 7. Es van seleccionar els microorganismes més habituals en productes alimentaris (origen, elaboració, manipulació i emmagatzematge) i tenint en compte la naturalesa del producte (peix: enterobacteris i *Pseudomonas spp.*; cigrons: esporulats, per presumptes *Bacillus*). Cal tenir present que es va tractar d'un primer assaig i es va realitzar amb dues rèpliques per cada tipus de producte (formulació-envasament) però que, més endavant en el projecte, caldria repetir l'anàlisi microbiològica i fer un mostreig més representatiu (major nombre de mostres) del producte. Si es volgués fer un estudi de la vida útil segura, caldria tenir en compte també altres microorganismes patògens com *Listeria monocytogenes* (d'alta importància en productes ready-to-eat), *Shewanella* (es troba en productes de la pesca) o *Salmonella spp.*, entre d'altres. D'altra banda, caldria validar-la en les condicions reals de fabricació i comercialització del producte.

Taula 7. Microorganismes a determinar, medis de cultiu, condicions d'incubació i referència del mètode utilitzat.

Grup microbià	Medi de cultiu. Tipus de sembra	Condicions d'incubació	Referència
Aerobis mesòfils totals	PCA (Plate Count Agar) Placa en profunditat	30 °C, 72 h	ISO 4833
Bacteris de l'àcid làctic (BAL)	Man, Rogosa i Sharp (MRS, Merck) Placa en profunditat	30 °C, 72 h Anaerobiosi	ISO15214
Enterobacteris	Rebecca® EB (BioMérieux). Placa en profunditat.	37 °C, 24 h	NF EN ISO 16140
<i>Pseudomonas</i>	<i>Pseudomonas</i> agar + 5 mL Glicerina + suplement CFC Placa en profunditat	25 °C, 48 h	Mètode intern IRTA
Espores aeròbies*	PCA (Plate Count Agar) Placa en profunditat	30 °C, 24-48 h	Mètode intern IRTA

* Per a la determinació d'espores aeròbies, es va sotmetre la mostra a un xoc tèrmic a 80 °C durant 1 min i posteriorment es va mantenir 1 h en gel per eliminar totes les cèl·lules vegetatives

Per a la preparació de mostres es va treballar en condicions d'esterilitat (al costat de flama) durant tot el procediment. Per a cada mostra, es van pesar 10 g d'humus dins d'una bossa estèril de filtre VWR® Blender bag 129-0734 (VWR International, LLC., Pennsilvània, EUA) i es va diluir amb 90 ml de solució ID amb un diluïdor gravimètric Dilumat S (AES Chemunex/BioMerièux S.A., Marcy-l'Étoile, França). A continuació es va homogeneïtzar el contingut de la bossa durant 1 min en un homogeneïtzador de pales BagMixer® (INTERSCIENCE, Saint Nom, França). A partir del contingut de la bossa, es va fer un banc de dilucions decimal utilitzant la solució ID, amb més o menys nivells de dilució en funció del microorganisme a determinar i la seva evolució al llarg dels temps de mostreig. Les mostres es van sembrar en plaques de Petri mitjançant el sistema de sembra en massa, tot i que algunes de les mostres es van sembrar mitjançant l'equip de sembra en espiral WASP2 (Don Whitley Scientific, Bingley, Regne Unit); en aquest cas, l'equip sembra la mostra en una placa que ja conté el medi prèviament dosificat i solidificat, en forma d'espiral, començant des del centre amb la dilució de la mostra que s'introdueix i, diluint-se a mesura que es va allunyant d'aquest punt. D'aquesta manera, es poden fer els recomptes en una mateixa placa de la dilució inicial dosificada i de les tres dilucions decimals següents. Els recomptes d'unitats formadores de colònies (ufc) es van fer amb un comptador manual de colònies Schuett Count (Schuett-biotec GmbH, Gottingen, Alemanya) en aquelles plaques amb un nombre d'ufc entre 30 i 300. Els resultats es van expressar en \log d'ufc/g.

2.3.3.2 Anàlisi de gasos de l'envàs

Per l'anàlisi de la composició de l'atmosfera de l'envàs es va realitzar el seguiment de la composició de gasos de l'espai de cap dels envasos el dia de la fabricació (dia 0) i a cada temps de mostreig (dia 1, 6, 13 i 21), tant per les mostres termosegellades com per les envasades en atmosfera modificada (MAP) mitjançant un analitzador de gasos Check Mate II PBI Dansensor (PBI-Dansensor España S.L, Barcelona, Espanya). L'equip posseeix un sensor per l'anàlisi del percentatge d'oxigen amb una precisió de $\pm 0,1\%$ i de $\pm 0,5\%$ pel diòxid de carboni. La diferència fins a 100 representa el percentatge d'altres gasos (nitrogen, argó, etc.) i s'identifica com a BAL.

2.3.4 Caracterització fisicoquímica i sensorial del producte

La Taula 8 resumeix els paràmetres (fisicoquímics i sensorials) que es varen determinar per als diferents tipus de producte en les diferents etapes del desenvolupament: estudi de mercat (comercial), proves pilot i escalat semi-industrial.

Taula 8. Determinacions realitzades en els diferents tipus de producte analitzats: hummus comercial, hummus elaborat en les proves pilot i hummus elaborat en l'escalat semi-industrial.

	Comercial	Pilot	Semi-industrial
pH	X	X	X
Humitat			X
Activitat d'aigua (a_w)			X
Color instrumental	X	X	X
Sensorial	X	X	X

2.3.4.1 pH

En el cas dels hummus comercials (Figura 14) i els productes elaborats a les proves pilot, es va mesurar el pH de les mostres mitjançant un pH-metre portàtil Crison model pH 25 en combinació amb un termòmetre portàtil Crison TM 65 (Crison Instruments S.A., Barcelona, Espanya) en tres punts diferents de la mostra, anotant una única lectura al tractar-se d'un producte homogeni i obtenir resultats iguals.



Figura 14. Determinació del pH d'hummus comercials.

En el cas dels productes obtinguts a escala semi-industrial es va utilitzar un pH-metre SevenMulti S47 pH/Conductivity Meter (Mettler Toledo, Ohio, EUA).

En els productes elaborats (proves pilot i semi-industrials) es va determinar el pH a les 24 h. Pels productes semi-industrials es va realitzar en dues mostres diferents de cada formulació i per a cada sistema d'envasament, realitzant 2 lectures per mostra.

2.3.4.2 Humitat

Es va determinar la humitat dels productes obtinguts a escala semi-industrial per gravimetria d'acord amb el mètode oficial (AOAC 1990). Es va assecar la mostra a 102 ± 2 °C amb una estufa amb circulació per aire forçat (Digitronic, J.P Selecta S.A.U) durant 48 h fins assolir un pes constant. Per a la caracterització d'aquest paràmetre es varen analitzar dues mostres de cada formulació i sistema d'envasament, realitzant la mesura per duplicat. Aquesta anàlisi es va realitzar únicament a dia 1 post-envasament per tal de caracteritzar el producte fabricat.

2.3.4.3 Activitat d'aigua

Dels productes obtinguts a escala semi-industrial es va determinar l'activitat d'aigua a 25 °C utilitzant un aparell AquaLab Series 3 (Lab-Ferrer, Cervera, Espanya). Es varen analitzar dues mostres de cada formulat i tipus d'envasament, prenent una única mesura per mostra. De la mateixa manera que en el cas de la humitat, es va realitzar la determinació a temps de mostreig 1 post-envasament per caracteritzar el producte.

2.4.4 Color instrumental

La determinació del color es va dur a terme tant en productes comercials com en mostres produïdes a escala planta pilot i semi-industrial a les 24h.

El color es defineix a partir de tres propietats: el to o *hue* (color que es percep de la llum reflectida – vermell, groc, etc.), la saturació o *chroma* (intensitat del color - viu o apagat) i la lluminositat o *value* (quantitat de blanc o negre – clar o fosc). L'espai CIELAB (Comission Internationale de l'Eclairage, 1976) és un sistema que permet la determinació del color de manera objectiva. Es tracta d'un sistema tridimensional que consisteix en:

- Un eix vertical L^* o lluminositat. L'eix es comprèn entre els valors 0 (negre) i 100 (blanc).

- Un pla circular on es creuen els eixos a^* (on els valors negatius són verdosos i els positius vermellors) i b^* (els valors negatius són blavosos i els positius groguencs).

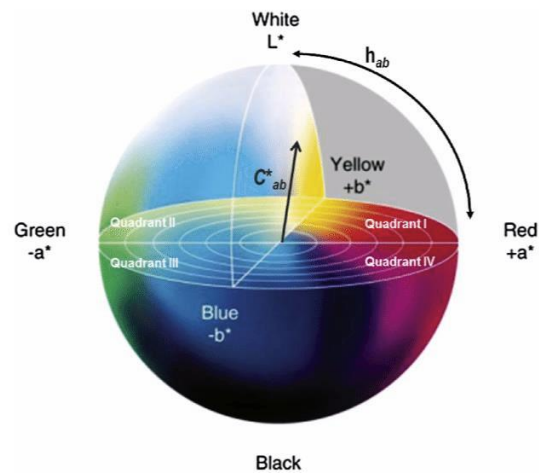


Figura 15. Espai de color CIELAB.

Font: https://www.researchgate.net/figure/CIELab-1976-after-Figure-1-from-SantAnna-et-al-2013-602_fig4_311426707

El to (*hue* o h) es defineix al voltant de la circumferència (pla circular). La saturació (*chroma* o C), en canvi, es defineix des del centre del pla circular cap a l'exterior d'aquest. El valor de la lluminositat es defineix directament pel valor del paràmetre L^* mentre que h i C es determinen a partir dels paràmetres a^* i b^* segons les següents equacions (Konika Minolta, 2007):

$$h = \tan^{-1}(b^*/a^*)$$

$$C = (a^2 + b^2)^{1/2}$$

Es van determinar els paràmetres del color L^* , a^* i b^* de l'espai de color CIELAB (Comission Internationale de l'Eclairage, 1976) mitjançant un colorímetre Konika Minolta CR-410, calibrat amb una placa ceràmica amb l'il·luminant C (habitualment utilitzat per IRTA en productes de tonalitats més pàl·lides) i 2° d'angle de visió (Konika Minolta Sensing Americas, EUA). Per cada producte analitzat es va realitzar una única lectura en tractar-se d'un producte homogeni mesurat amb un colorímetre amb un capçal de diàmetre ample (50 mm) que engloba pràcticament la totalitat del producte.

2.4.5 Anàlisi sensorial

Es va degustar cada un dels productes elaborats i se'n va avaluar el flavor per tal de poder realitzar les millores/canvis més oportuns. Es va tenir en compte l'equilibri aromàtic llegum-peix-espècies i l'acidesa (baixa-moderada-intensa). En la caracterització dels productes comercials hi varen participar exclusivament persones directament involucrades en el projecte. Per contra, en les formulacions realitzades a escala pilot també hi va participar personal de l'IRTA-Monells no relacionat amb el projecte.

2.5 Anàlisi estadística

L'anàlisi estadística de les dades es va dur a terme amb el paquet estadístic XLSTAT 2015.2 (Addinsoft, París). Es van analitzar estadísticament les dades dels mètodes de caracterització fisicoquímica, caracterització sensorial de les espècies, recomptes microbiològics dels productes elaborats a escala semi-industrial i composició de l'atmosfera de l'envàs. En tots els casos, es va aplicar una anàlisi de la variància (ANOVA) i, en cas de que les diferències fossin significatives, es va aplicar el test de separació de mitjanes Tukey HSD. El nivell de significació aplicat en tots els casos va ser $\alpha = 0,05$. Pels anàlisis on es van incloure múltiples factors fixes es va considerar la interacció dos a dos.

El model aplicat en el cas dels mètodes de caracterització fisicoquímica va incloure com a factors fixes l'espècie, el mes de captura i el mètode utilitzat i en la caracterització sensorial va incloure com a factors fixes el degustador, l'espècie i la sessió; mentre que en els recomptes microbiològics es van comparar els diferents productes (combinació formulació-envàs) dins de cada temps de mostreig. Per a la composició de l'atmosfera dels envàs, només es va analitzar estadísticament les dades de l'últim temps de mostreig (dia 21) i es van incloure la formulació i l'envàs com a efectes fixes.

3. RESULTATS I DISCUSSIÓ

3.1. Caracterització de les espècies susceptibles a ser transformades

Tot i que la idea inicial era caracteritzar com a mínim una mostra per mes de cada espècie de peix blau seleccionada al llarg de la primera etapa del projecte (novembre 2018 - maig 2019), la realitat va ser que la disponibilitat d'aquestes a les confraries era molt variable i va resultar complicat seguir el pla de mostreig tal i com s'havia planejat, en el qual s'establien dies de mostreig cada mes, però no es podia assegurar que s'aconseguiria mostra de les quatre espècies. Així doncs, sovint calia visitar les confraries en més d'una ocasió al mes per tal de poder aconseguir el màxim nombre de mostres possibles.

La Taula 9 mostra el nombre de mostres de cada espècie que finalment es van obtenir cada mes al llarg de realització del projecte. Com es pot observar, l'espècie que va presentar major dificultat a l'hora d'obtenir-ne mostra va ser l'alatxa i només se'n van poder obtenir quatre mostres en total.

Taula 9. Nombre de mostres que es van poder obtenir per cada espècie i mes.

	Alatxa	Sardina	Seitó	Sorell
Novembre	1	4	4	1
Desembre	0	6	4	2
Gener	1	3	1	1
Febrer	1	0	1	6
Març	1	1	1	2
Abril	0	3	1	1
Maig	0	2	1	0
Juny	0	0	0	0
Juliol	0	0	1	0

Tot i haver-hi aquesta variabilitat en el nombre de mostres recollides, es van caracteritzar les quatre espècies amb les mostres de que es va disposar. Els paràmetres determinats van ser: contingut de greix, contingut de proteïna i contingut d'aigua.

3.1.1 Caracterització química

La caracterització química de les mostres es va fer utilitzant dos mètodes diferents per cada paràmetre: el mètode tradicional corresponent i amb l'autoanalitzador FoodscanTM Analyser (mètode no destructiu). L'objectiu era determinar si la corba de calibratge de la que disposava aquest darrer permetia obtenir resultats similars i, per tant, poder ser utilitzat com un mètode ràpid i fiable per caracteritzar el peix prèviament a la seva transformació. Tanmateix, es va observar que hi havia diferències notables entre els resultats obtinguts en els dos mètodes. L'anàlisi estadística aplicada per comparar els resultats obtinguts entre ambdós mètodes (Taula 10) va mostrar que, efectivament, aquestes diferències eren significatives ($p < 0,05$) en tots els paràmetres analitzats.

Taula 10. Mitjana del contingut de greix, proteïna i humitat obtinguts per totes les mostres de peix de blau en funció del mètode utilitzat i resultat de l'anàlisi estadística comparant els dos mètodes

Mètode	Greix (%)	Proteïna (%)	Humitat (%)
Tradicional	2,560	20,472	74,770
FoodScan	5,575	18,209	73,590
$p > F$	< 0,0001	< 0,0001	0,001

Per aquest motiu, es van portar a analitzar en un laboratori extern part de les mostres de peix blau ja analitzades a l'IRTA. Els resultats reportats per aquell van ser coincidents amb els obtinguts amb els mètodes tradicionals utilitzats. Així doncs, es van considerar només els resultats de proteïna, greix i humitat obtinguts mitjançant els corresponents mètodes tradicionals per a la caracterització de les diferents espècies de peix blau seleccionades. Les diferències obtingudes utilitzant l'analitzador FoodScanTM probablement van ser degudes a que la recta patró de peix que es va utilitzar estava preparada per treballar amb diferents espècies de peix blau però no incloïa les espècies amb les que es va treballar en aquest

projecte. Per ampliar el seu ventall d'aplicacions futures, els resultats obtinguts pels mètodes tradicionals es van incorporar a la recta de calibratge de peix amb l'ajuda de tècnics de FOSS Analytical.

A la Taula 11 es mostra l'estadística descriptiva corresponent als continguts de greix, proteïna i humitat per a cadascuna de les espècies de peix blau (alatxa, sardina, seitó i sorell), la qual inclou mitjana, desviació estàndard (\pm de), coeficient de variació (CV) i valors màxim i mínim (rang).

Taula 11. Estadística descriptiva corresponent als continguts de greix, proteïna i humitat de cada espècie de peix blau analitzada (alatxa, sardina, seitó i sorell).

	Greix (%)			Proteïna (%)			Humitat (%)		
	Mitjana \pm de	CV (%)	Rang	Mitjana \pm de	CV (%)	Rang	Mitjana \pm de	CV (%)	Rang
Alatxa	1,84 \pm 1,57	85,34	0,86 - 4,18	20,71 \pm 0,25	1,19	20,06 - 21,72	75,70 \pm 2,55	3,37	71,90 - 77,31
Sardina	3,66 \pm 2,81	76,93	0,53 - 11,06	20,07 \pm 0,13	0,64	18,88 - 20,69	74,05 \pm 2,55	3,44	67,06 - 77,78
Seitó	1,31 \pm 1,51	115,02	0,27 - 5,61	20,36 \pm 0,11	0,54	18,97 - 21,94	76,21 \pm 3,10	4,06	70,97 - 78,19
Sorell	1,72 \pm 1,51	87,52	0,69 - 4,81	19,76 \pm 0,11	0,55	18,63 - 21,06	76,77 \pm 0,14	0,19	72,45 - 77,97

En general, s'observa que la composició química varia entre les diferents espècies de peix blau però també dins una mateixa espècie durant el període de mostreig. En aquest sentit, i tal i com s'esperava, el contingut de greix presenta una variabilitat molt gran mentre que el contingut de proteïna es mostra més constant. La variació en el contingut d'aigua estaria íntimament relacionada amb la variació en els altres paràmetres, sobretot amb el contingut de greix. Greix i aigua constitueixen aproximadament un 80% de la composició química total del peix (Kent *et al.*, 1992; citat per FAO,1998), de manera que, en general, quan el contingut de greix sigui més elevat el contingut d'aigua serà inferior, i viceversa.

Els resultats obtinguts també mostren que, tot i que es considera que el peix blau té un elevat contingut en greix (>6%, que pot arribar fins al 15%) -per això es coneix també amb el nom de peix gras-, el seu valor pot arribar a ser molt baix, inferior al límit màxim del peix blanc o magre (<2,5%). Cal tenir en compte, però, que la seva composició química és variable en funció de l'edat, sexe, alimentació, migració i estat fisiològic, entre d'altres. Els peixos acumulen greix per a l'època de posta, que requereix majors nivells energètics i que obtenen per mitjà de la degradació de lípids (i fins i tot proteïna), provocant una reducció del contingut gras (i en menor grau proteic) del peix. Després de la posta, el peix recupera el seu comportament d'alimentació i busca fonts adequades d'aliment. D'aquesta manera, els continguts de greix (i proteïna) es veuen augmentats (FAO, 1998). Això és el que porta a parlar de l'estacionalitat en relació a la composició química del peix blau.

La Figura 16 mostra els resultats de contingut en greix obtinguts per a les diferents espècies en els diferents mostrejos realitzats: alatxa, sardina, seitó i sorell. Cal remarcar que no es presenten seguint l'ordre temporal de mostreig sinó del mes de l'any en que es va realitzar per a una major visualització de la seva evolució. D'altra banda, no apareixen valors per a cap de les espècies entre juny i octubre (excepte en el cas del seitó) degut a la finalització d'aquesta activitat del projecte. Els valors de novembre i desembre corresponen als mostrejos realitzats durant l'any 2018, quan es va iniciar el projecte. En el context del projecte, no es té previst continuar amb la recollida de mostres per completar l'estudi estacional d'un any degut a que estava previst realitzar-se exclusivament en dues estacionalitats. De totes maneres, de cares a un futur estaria bé tenir un bon coneixement de l'estacionalitat en el valor d'aquest paràmetre i la seva relació amb el període de posta i/o algun altre factor d'aquella/es espècie/s que s'acabi/n seleccionant per obtenir un aliment processat.

En el cas de l'alatxa, el nombre de determinacions realitzades va ser més reduït degut a que en l'època en què es va realitzar el projecte no n'arribava a la llotja i, per tant, es va prioritzar el desenvolupament dels nous productes en base a peix blau amb les altres espècies. Aquest aspecte és molt important de cares a la seva consideració com a candidata en la formulació d'un nou producte; una bona disponibilitat de la primera matèria sol ser un factor determinant de cares a convertir-se en una opció real per al desenvolupament d'un aliment processat. La presència ocasional d'aquesta espècie en la llotja va ser, doncs, el

motiu per descartar-la. A més, per al desenvolupament de productes amb base a peix blau (objectiu d'aquest projecte) era necessari assegurar que hi hauria disponibilitat de matèria primera. Malgrat que també es van obtenir mostres de sorell per cada mes, la sardina i el seitó van ser les espècies seleccionades per a utilitzar en el desenvolupament dels productes degut a que les seves característiques fisicoquímiques i sensorials eren les més adequades per als productes que es volien desenvolupar. Per tant, a partir del mes de maig (mes d'inici de l'etapa de desenvolupament del producte) només es va recollir mostra de sardina i seitó.

De manera global, sembla que efectivament hi ha una tendència a incrementar el contingut de greix en qualsevol de les espècies a la primavera, especialment marcat en el cas de la sardina, on es va arribar a assolir un contingut de l'11% en un dels mostrejos del mes d'abril. És a dir, el grau de variació estacional en el contingut de greix dependria també de l'espècie considerada. Tot i això, analitzant detalladament els resultats dins de cada mes, es pot veure que en alguns casos s'obtenen valors molt diferents en els diferents mostrejos per a una espècie determinada. Probablement, això posaria de manifest el relativament elevat nombre de factors que determinen el contingut de greix com ara l'edat (els peixos més petits hauran acumulat menys greix), l'alimentació (si la disponibilitat d'aliments és escassa, acumularan menys greix) o la migració (durant moviments de migració els peixos degraden greix per obtenir energia).

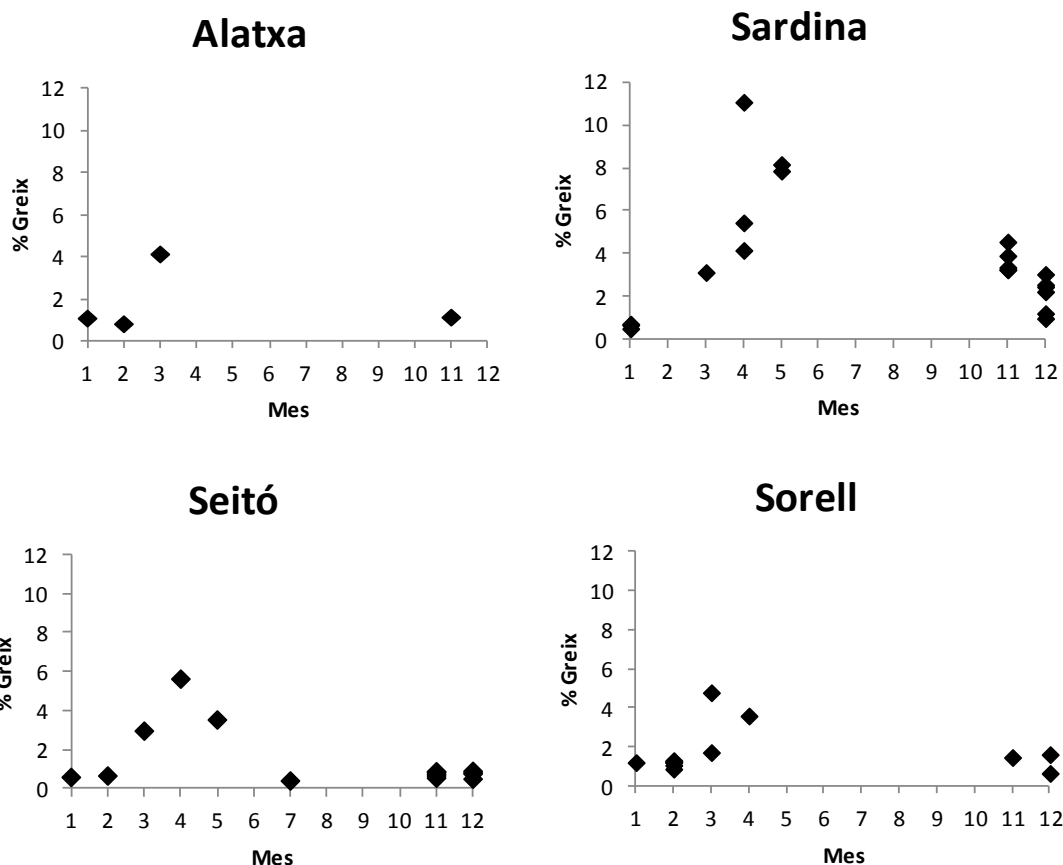


Figura 16. Contingut de greix obtingut en cada mostreig per a les espècies de peix blau estudiades: alatxa, sardina, seitó i sorell. Els mesos 1-7 corresponen a gener - juliol del 2019 i 11-12 corresponen a novembre - desembre del 2018.

Pel que fa al seitó, els continguts més alts de greix es troben en les mostres de març, abril i maig, mesos previs a l'època de posta del seitó (entre maig i juny), coincidint amb una disminució del greix analitzat en la mostra del juliol.

L'època de posta de la sardina és durant els mesos d'hivern (de desembre a febrer), coincidint amb valors baixos de greix de les mostres analitzades durant aquest període. Aquest fet es podria relacionar amb la degradació d'aquest greix per a l'obtenció d'energia requerida per la posta.

Del sorell se'n té menys informació relacionada amb l'època de posta, però es coneix que la seva reproducció sol tenir lloc entre l'hivern i la primavera, coincidint amb uns valors baixos de greix entre el novembre i febrer. El contingut més elevat de greix obtingut pel sorell és de les mostres del mes de març i abril, i es podria relacionar amb la recuperació de greix un cop realitzada la posta.

En general, els resultats obtinguts sembla que permeten establir que en totes les espècies el contingut de greix augmenta prop de l'estiu, quan el peix troba aliment més fàcilment, i disminueix en l'època de fred. Això coincidiria amb el que mantenen també altres autors (López i Macaya, 2007).

Al projecte en el qual s'emmarca aquest treball també es van realitzar anàlisis del perfil d'àcids grassos de les diferents mostres de peix. Tot i que aquesta part no s'inclogui dins el present treball, s'ha tingut accés als resultats de les anàlisis i per tant als paràmetres de major interès per al treball: el contingut d'EPA+DHA i la relació $\omega 6:\omega 3$ (Taula 12).

Taula 12. Estadística descriptiva corresponent al contingut d'EPA+DHA (mg/100 g de peix) i a la relació $\omega 6:\omega 3$ per a cada una de les espècies estudiades: alatxa, sardina, seitó i sorell.

	mg EPA + DHA/100 g peix			Relació $\omega 6:\omega 3$		
	Mitjana \pm de	CV (%)	Rang	Mitjana \pm de	CV (%)	Rang
Alatxa	264,40 \pm 85,08	32,18	204,24 - 324, 56	0,12 \pm 0,03	26,48	0,10 - 0,15
Sardina	1006,66 \pm 750,93	74,60	113,65 - 2758,92	0,12 \pm 0,02	19,74	0,09 - 0,19
Seitó	440,84 \pm 519,33	117,81	82,38 - 1856,60	0,12 \pm 0,04	33,02	0,06 - 0,20
Sorell	282,41 \pm 98,09	34,73	200,81 - 406,83	0,18 \pm 0,04	23,01	0,14 - 0,22

En general, igual que en la composició química, s'observa que el contingut en EPA+DHA i la relació $\omega 6:\omega 3$ presenten variabilitat entre les espècies i també dins d'una mateixa espècie. Es podria pensar que, com la variabilitat en el contingut de greix, l'estacionalitat hi juga un paper important. Seria interessant, en un futur, realitzar una anàlisi del perfil d'àcids grassos al llarg de tot l'any i estudiar-ne l'estacionalitat de manera detallada.

Pel que fa al contingut d'EPA+DHA, tal i com s'ha comentat anteriorment, el valor d'ingesta diària recomanada per adults segons la EFSA és de >250 mg diaris. Tenint en compte que la ració individual de peix recomanada per adults equival a 125-150 g de peix cru i net (Col·legi

Oficial de Infermeres i Infermers de Barcelona) i tenint en compte les mitjanes que es presenten a la taula, semblaria que una ració de peix blau seria suficient per cobrir la ingesta diària recomanada.

D'altra banda, es coneix que una relació $\omega_6:\omega_3$ de 4:1 o inferior es pot associar a la prevenció de malalties cardiovasculars i símptomes inflamatoris (Gómez *et al.*, 2011). En les espècies estudiades, els valors obtinguts per aquesta relació són inferiors a 4:1 i, per tant, es podria associar el seu consum a la prevenció de les esmentades malalties i símptomes.

3.1.2 Caracterització sensorial

En aquesta fase de l'estudi, la caracterització sensorial de seitó, sardina i sorell es va fer a partir de mostres de cadascuna d'aquestes espècies que havien patit un procés de cocció al forn i que eren presentades dins de flascons de vidre. A la Figura 17 es mostren els resultats obtinguts per a cadascun dels atributs establerts en l'Anàlisi Qualitativa Descriptiva duta a terme pel panell de degustadors de l'IRTA per a cada espècie avaluada.

Els atributs considerats es mostren en el gràfic següent l'ordre en que es van avaluar en les degustacions. En primer lloc, es van avaluar els atributs relacionats amb l'**aspecte**, sense obrir el flascó: color marró, homogeneïtat del color, exsudat i oli en l'exsudat. Seguidament, els degustadors obrien els flascons i avaluaven la resta dels atributs relacionats amb l'**olor**: aromes de mantega, oli de peix, verdura cuita, drap humit i intensitat global d'olor; amb el **flavor**: intensitat global, dolç, àcid, salat, amarg, d'oli de peix i ranci; i amb la **textura**: ferma, sucositat, esmicolabilitat i adhesivitat.

D'acord amb els resultats de l'anàlisi estadística, hi havia diferències significatives ($p < 0,05$) entre les tres espècies de peix blau en 11 dels 20 atributs avaluats. Pel que fa a l'**aspecte**, es van observar diferències significatives ($p < 0,05$) en els atributs de color marronós, homogeneïtat del color, exsudat i oli en l'exsudat. Quant a l'**olor**, només es van observar diferències significatives ($p < 0,05$) en l'olor a oli de peix. Pel que fa al **flavor**, es van trobar diferències significatives ($p < 0,05$) en la intensitat del sabor, l'acidesa, el flavor d'oli de peix i de ranci. Finalment, en relació a la **textura**, es van detectar diferències significatives ($p < 0,05$) en la ferma i la sucositat de les espècies.

El **seitó** es caracteritza per tenir un color marronós intermedi, tant en relació a les altres dues espècies –essent significativament ($p<0,05$) diferent d’elles– com dins de l’escala d’avaluació, amb un valor mig lleugerament superior a 5 en una escala del 0 al 10, i amb un grau d’homogeneïtat mig en la coloració, similar al de la sardina. Destaca també el significativament ($p<0,05$) més baix nivell d’oli exsudat en relació al de la sardina, i del mateix ordre que per al sorell. Tot i que presenta una intensitat significativament ($p<0,05$) major de flavor ranci, el seu valor mig és molt baix, al voltant d’1. També presenta una textura significativament ($p<0,05$) més ferma i menys sucosa que les altres dues espècies, que podria estar relacionada amb una menor quantitat de greix respecte la resta.

La **sardina** mostra un color marronós significativament ($p<0,05$) més intens que el seitó i el sorell, amb un nivell relativament baix d’homogeneïtat en la coloració. Presenta una significativament ($p<0,05$) major quantitat d’exsudat i, sobretot, d’oli en aquest, que es podria relacionar amb una major quantitat de greix respecte a les altres espècies. A més, presenta un caràcter significativament ($p<0,05$) menys àcid que el sorell, mentre que no mostra diferències significatives ($p>0,05$) en aquest atribut en relació al seitó.

El **sorell** es caracteritza per tenir un color molt poc marronós, amb un valor mig al voltant de 2 (blanquinós), el qual és significativament inferior ($p<0,05$) al de les altres dues espècies. A més, el nivell d’homogeneïtat de la coloració és elevada, amb un valor mig al voltant de 7, i significativament superior ($p<0,05$) al del seitó i la sardina. Per tant, a nivell de color, presenta marcades diferències en relació a les altres dues espècies. És l’espècie que presenta una menor olor i sabor d’oli de peix i un menor sabor global, tot i la seva major acidesa respecte la sardina.

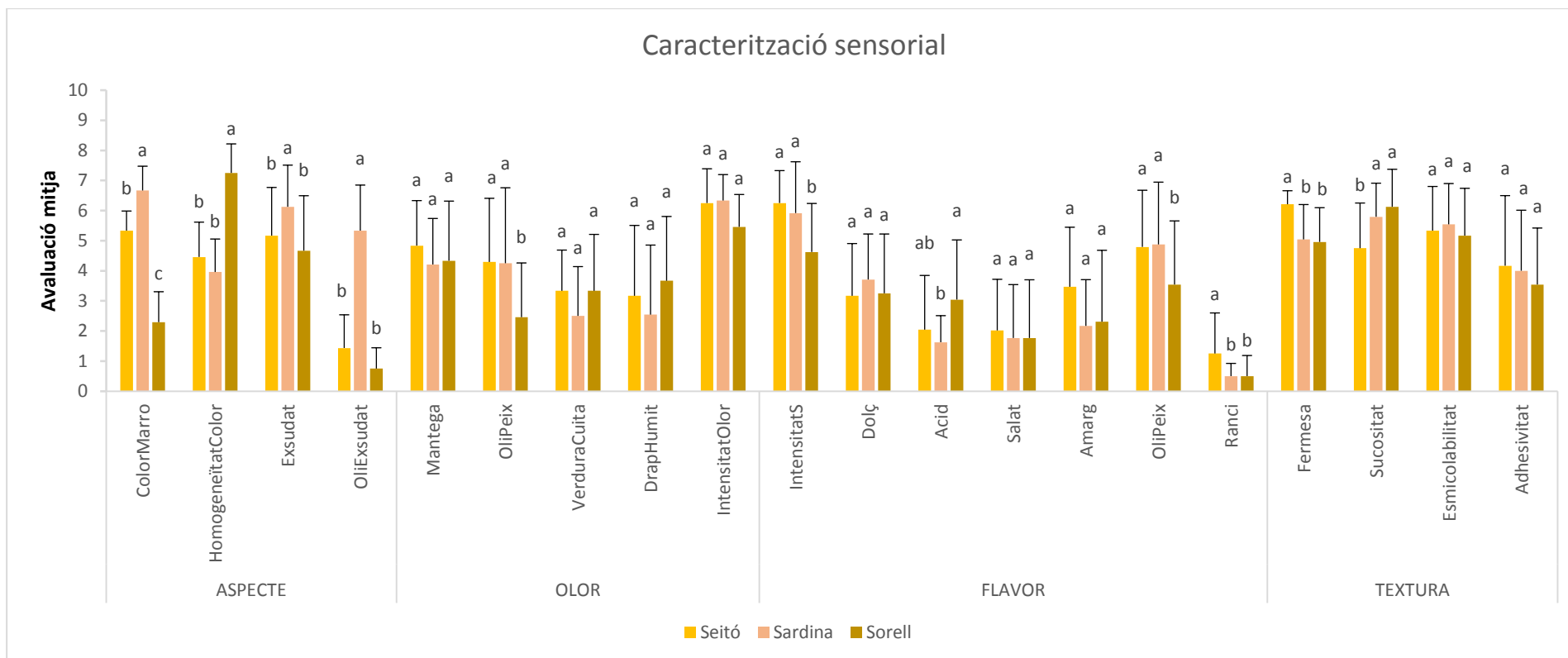


Figura 17. Avaluació mitja dels atributs inclosos al perfil de l'Anàlisi Qualitativa Descriptiva de les tres espècies caracteritzades. Les barres d'error indiquen la desviació estàndard de les mitjanes (n=6). Lletres minúscules diferents per a un mateix atribut indiquen l'existència de diferències significatives entre espècies ($p < 0,05$).

3.2. Generació d'idees de nous productes en base a peix blau

Un cop caracteritzades les espècies que s'utilitzarien com a matèria primera, el següent pas va ser la generació d'idees de nous productes amb peix blau, que es va realitzar per mitjà de dues sessions de creativitat que, com s'ha explicat anteriorment, resultaven en un llistat final de 30 idees diferents (agrupades pels investigadors d'IRTA a partir del total d'idees generades amb les diferents tècniques) i valorades de l'1 al 10 pels participants.

Després de creuar els resultats de les dues sessions, es van tornar a agrupar les idees similars i es van eliminar aquelles que tenien menys viabilitat tecnològica o que semblaria que tindrien menys acceptabilitat al mercat segons l'experiència dels investigadors. També es van eliminar aquelles idees que no eren concretament de producte ja que algunes de les idees generades estaven enfocades amb el mètode de comercialització i/o presentació de les espècies amb l'objectiu de valoritzar-les però no eren estrictament idees de nous productes. Així doncs, es van acotar en una única llista final de 10 idees (Taula 13).

Taula 13. Llista d'idees de nous productes en base a peix blau seleccionats a partir de les sessions de creativitat.

1	Patés en base a peix blau
2	Peix blau enfarinat
3	Plats preparats amb peix blau + llegums/vegetals
4	Croquetes de peix blau amb cigrons
5	Salses per pasta amb peix blau com a ingredient
6	Brous, sopes, caldos, fumets, etc. amb peix blau
7	Conserves i salaons de peix blau
8	Hamburgueses, mandonguilles de peix blau
9	Pasta farcida amb peix blau
10	Peix blau sec/deshidratat (tipus mojama/escates)

Totes les idees de producte que es presenten estalviarien l'etapa de neteja i manipulació del peix als consumidors potencials, fet que es pot relacionar amb les necessitats i estil de vida de la societat actual, que cada vegada disposa de menys temps per a dedicar a la cuina i busca productes més còmodes. Això posa de manifest que l'etapa de neteja i manipulació del peix blau suposa una dificultat per als consumidors. A més, les idees presentades a la llista es poden dividir en dos grans grups: productes que no s'han de cuinar: *ready-to-eat* (1, 3, 5, 7 i 10) i productes que requereixen una etapa de cocció: *ready-to-cook* (2, 4, 6, 8 i 9).

A partir d'aquesta llista, es va tenir en compte la viabilitat tecnològica de les diferents opcions i la futura acceptació que podrien tenir al mercat per seleccionar el producte a desenvolupar.

Un factor important que calia tenir en compte a l'hora de seleccionar l'opció més adequada era la dificultat d'eliminar l'espina del peix, motiu pel qual es va descartar l'opció 8. Aquest tipus de productes requereixen un picat gruixut per donar una textura adequada en boca i, per tant, inviable amb el peix blau per la presència d'espines, tant a nivell sensorial com pel risc pel consumidor.

Pel que fa a les opcions 6 i 7, tot i que són productes que sovint s'elaboren amb molts altres tipus de peix i s'esperaria que a nivell d'elaboració i d'acceptació serien viables, es va voler desenvolupar un producte més innovador.

D'entre la resta de les opcions, la idea 3 suggeria l'elaboració d'un producte tipus hummus, un producte de tendència al mercat i que, per incorporar-hi peix blau a la formulació, es podria realitzar un picat fi d'aquest permetent treballar amb el peix amb espina i facilitar-ne la seva elaboració. A més, seria un producte interessant a nivell nutricional ja que combinaria les llegums (riques en vitamines i ferro) amb peix blau (ric en àcids grassos poliinsaturats). Així doncs, es va seleccionar la idea 3 per a ser desenvolupada al treball que es presenta.

El següent pas va ser decidir quina espècie s'utilitzaria per a elaborar hummus amb peix blau. Es buscava una espècie que, en incorporar-la com a ingredient en la formulació, s'integrés bé amb la resta d'ingredients tant pel que fa a la textura com al flavor. Es va seleccionar el seitó, ja que tal i com s'ha comentat anteriorment, presenta una textura més

ferma i menys sucosa, a la vegada que un menor exsudat i oli en aquest, evitant d'aquesta manera una possible separació de fases sense afectar tant a la textura habitual de l'hummus com ho faria una espècie més sucosa o greixosa. D'altra banda, té un color marronós intermedi que, en combinació amb la resta d'ingredients del producte, modificaria menys el color respecte el d'una formulació d'hummus tradicional que no una espècie amb un color més intens.

3.3. Desenvolupament del producte: hummus amb seitó

3.3.1 Estudi de mercat

Identificació de formulacions d'hummus comercials

Després d'identificar formulacions industrials d'hummus de tres marques comercials diferents, es va recopilar tota la informació en una taula resum (Taula 14), on es mostren els noms dels diferents productes estudiats i un llistat d'ingredients i additius marcats amb una creu en el cas d'incloure'l a la formulació corresponent. Com es pot observar, en dues marques, concretament Simply greek (Hacendado) i Chef Select (Lidl), es va identificar més d'un producte. Les seves diferències en la formulació fa pensar que es tracta d'un producte amb un marge ampli pel que fa a la seva acceptació sensorial per part del consumidor.

Taula 14. Ingredients utilitzats en cada formulació comercial estudiada (marcats amb una x).

		<i>Simply greek - Hacendado</i>				<i>YGriega</i>	<i>Chef Select</i>	
INGREDIENTS		Clàssic	Pebrot del Piquillo	Olives de Kalamata	Llenties	Remolatxa	Clàssic	Olives de Kalamata
Ingredients comuns	cigrons	x	x	x		x	x	x
	llenties				x			
	oli de gira-sol	x	x	x	x	x		
	oli d'oliva	x	x	x	x	x		
	oli de nabina						x	x
	pasta de sèsam	x	x	x	x	x	x	x
	suc de llimona	x	x	x	x	x		
	all	x	x	x	x	x	x	x
	sal	x	x	x	x	x	x	x
Additius	E330 (Àcid Cítric)	x	x	x	x	x	x	x
	E270 (Àcid Làctic)	x	x	x	x	x		
	E334 (Àcid Tartàric)						x	x
	E296 (Àcid Màlic)						x	x
	E202 (Sorbit Potàssic)	x	x	x	x	x	x	x
	E211 (Benzoat Sòdic)	x	x	x				
Altres ingredients	olives de Kalamata			x				x
	pebrot del piquillo		x					
	pebrot						x	x
	ceba		x				x	x
	remolatxa					x		
	comí				x			x
	aigua					x	x	x

En la composició d'aquests productes, s'hi poden distingir tres grans grups d'ingredients: **ingredients comuns** (incorporats en gairebé tots els productes comercials estudiats), **additius** (acidulants i conservants) i **altres ingredients** (ingredients diferencials de cada producte).

Pel que fa als **ingredients comuns**, s'hi inclouen llegums (cigrons/lenties), oli vegetal (oliva/gira-sol/nabina), pasta de sèsam, all i sal. A més, en aquest tipus de producte és habitual l'ús de suc de llimona pel seu flavor i efecte conservant, tot i que les formulacions de Lidl no l'incorporen.

Quant als **additius**, totes les formulacions inclouen dos o més acidulants (E330/E270/E334/E296) i com a mínim un conservant (E202/E211). En qualsevol d'ells, però, hi són presents l'àcid cítric com agent acidulant i el sorbat potàssic com a agent conservant.

Pel que fa als acidulants, a nivell sensorial l'àcid cítric aporta una sensació d'acidesa refrescant que es dissipa ràpidament; l'àcid làctic aporta una sensació d'acidesa suau però més persistent; l'àcid màlic aporta una acidesa més intensa, madura i persistent; i l'àcid tartàric aporta una sensació d'acidesa seca i astringent (Sortwell, 2004). A més, l'àcid cítric és molt soluble en aigua i augmenta l'efectivitat de conservants com els sorbats (Muñoz-Villa *et al.*, 2014), fet que podria justificar que totes les formulacions industrials estudiades incorporin aquests dos ingredients.

Pel que fa als conservants, el sorbat potàssic (E202) té efecte principalment sobre el creixement de fongs i llevats i, en menys grau, també sobre bacteris, mentre que el benzoat sòdic (E211) és un agent antimicrobià inespecífic. L'E211 només és efectiu en medis amb valors de pH compresos entre 2,5 i 4,5; mentre que l'E202 és efectiu en medis àcids fins a un màxim de 6,5 (Marsilio i Chichelli, 1992).

A més, hi ha **altres ingredients** utilitzats només en algunes de les formulacions i que les diferencien de la resta, com ara pebrot del piquillo, olives de Kalamata o remolatxa.

Aquesta informació recopilada va servir per decidir la formulació de partida per començar a realitzar proves pilot, que va incloure tots els ingredients comuns i, més endavant, es van anar afegint altres ingredients i additius.

Caracterització d'hummus comercials

Es va determinar el pH (Figura 18), el color (Taula 15) i les característiques organolèptiques d'alguns dels hummus comercials identificats de les marques Simply Greek-Hacendado i Chef Select. Concretament, sota la marca Hacendado, es van caracteritzar tres productes diferents: *Hummus Classic*, *Con Pimiento del Piquillo Asado* i *de Lentejas*. Els tres productes es presentaven en un envàs termosegellat i requerien emmagatzematge en refrigeració. Sota la marca Chef Select, es van analitzar dos productes: *Hummus Clásico* i *Con Aceitunas de Kalamata*. Aquests estaven envasats en atmosfera modificada (MAP) i també requerien emmagatzematge en refrigeració.

Els aliments, d'acord amb el seu pH, es poden classificar en:

- Aliments molt àcids pH < 3,7
- Aliments àcids pH 3,7 – 4,6
- Aliments d'acidesa intermèdia pH 4,6 – 5,3
- Aliments poc o gens àcids pH > 5,3

Tal i com es pot observar a la Figura 18, els productes de la marca comercial Hacendado presenten valors de pH entre 4,6 i 4,7. En canvi, els productes de Chef Select presenten un pH lleugerament menys àcid, amb valors de 4,7 i 5,0. Per tant, en el cas dels hummus comercials analitzats es tractaria més aviat de productes d'acidesa intermèdia.

El pH dels aliments és un factor important a tenir en compte pel que fa a la seguretat alimentària ja que, entre d'altres factors, determina quins microorganismes són capaços de sobreviure en l'aliment. En general, la majoria de microorganismes sobreviuen a valors de pH d'entre 4,6 i 9,0 (Surichaqui, 2015). Per a l' inhibició d'alguns patògens de transmissió alimentària, però, és necessari un pH més àcid: el creixement d'*Escherichia coli* es limita a pH < 4,4; i *Salmonella spp* i *Listeria monocytogenes* poden sobreviure a medis amb pH ≥ 4, entre d'altres. Els fongs i llevats poden créixer en medis extremadament àcids, amb valors de pH < 3,0. El *Clostridium botulinum* no proteolític (CBNP psicrotrof, tipus II), que seria interessant considerar pel tipus de producte elaborat i l'envasament MAP utilitzat, s'inhibeix a pH inferior a 5. Tenint en compte el valor de pH en els hummus comercials analitzats, s'inhibiria

el creixement d'alguns d'aquests microorganismes, tot i que caldria considerar el risc que podrien suposar la resta.

A més del pH, el tractament tèrmic aplicat a la matèria primera utilitzada (seitó i llegums), l'ús de conservants, el manteniment en condicions de refrigeració durant el període d'emmagatzematge, i, addicionalment, l'envasament en atmosfera modificada (MAP) actuarien com a barreres per al control del creixement microbià.

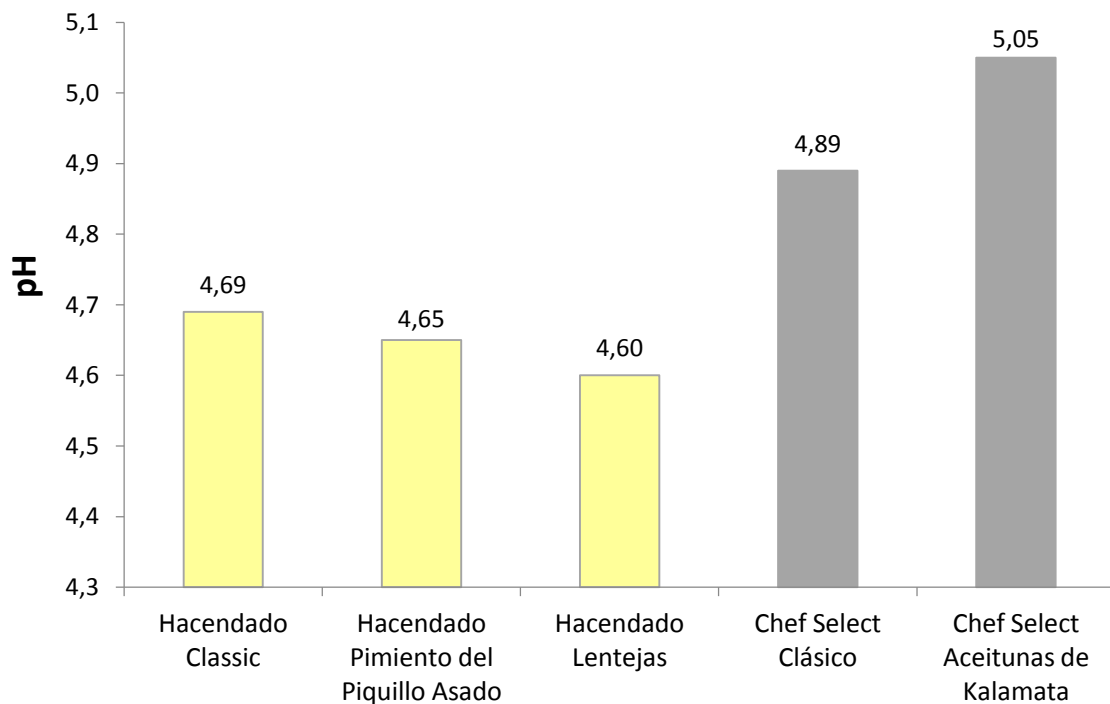


Figura 18. Valors de pH dels hummus comercials caracteritzats en l'estudi de mercat.

Taula 15. Valors dels paràmetres de color instrumental (L, a*, b*, h i C) dels productes comercials analitzats.

		L*	a*	b*	h	C
Hacendado	Classic	88,62	0,73	23,59	88,23	23,60
	Pimiento piquillo asado	81,61	8,15	35,51	77,07	36,43
	Lentejas	62,73	6,65	13,66	64,04	15,19
Chef select	Clásico	83,97	0,32	30,67	89,40	30,67
	Aceitunas Kalamata	72,68	2,66	23,08	83,43	23,23

A nivell sensorial, es tractava de productes de tonalitat marronosa (més clara si es tractava d'hummus de cigrons i més fosca si es tractava d'hummus de lleties) que variaven també en funció d'ingredients addicionals com el pebrot (que donava una tonalitat més vermella al producte) o les olives (que donaven una tonalitat més verdosa). Quant al flavor, en general tots els productes presentaven un flavor lleugerament àcid i especiat, que es podria atribuir a l'ús d'ingredients com la pasta de sèsam, l'all i, en alguns casos, el comí.

3.3.2 Proves pilot

Els resultats obtinguts en l'estudi de mercat en relació a la composició i característiques dels productes comercials van servir de base per al desenvolupament del producte, que es va començar a desenvolupar partint d'una formulació que contenia tots els ingredients comuns dels productes comercials de l'estudi de mercat (i també clau) i, a mesura que es feien proves, s'anaven incorporant altres ingredients de la llista i ajustant dosis.

En total, es varen assajar 31 formulacions diferents, les quals es poden separar en dues etapes: una primera etapa per definir els ingredients del producte i les dosis adequades (Formulacions 1-11) (Taula 16) i una segona (Formulacions 12-31) (Taula 17) amb l'objectiu d'assolir valors de pH similars als dels productes comercials per tal de millorar-ne la seva conservació tenint en compte, alhora, l'acidesa en boca. En cada una de les etapes es van

avaluar paràmetres fisicoquímics i sensorials (es mostren a la Taula 16 per la primera etapa i Taula 20 per a la segona) per a fer les modificacions corresponents per millorar el producte.

En la **primera etapa** d'ajustament de la formulació a escala pilot, es buscava un equilibri d'ingredients i espècies i una textura adequats a nivell sensorial. La primera formulació que es va elaborar tenia una textura molt líquida en comparació amb els productes comercials. Per a millorar-la es va disminuir la quantitat d'oli, ja que era l'únic ingredient líquid que podia afavorir aquesta textura. Després de disminuir la quantitat d'oli de gira-sol d'un 5 a un 2%, es va aconseguir un producte amb una textura més consistent i similar a la dels productes del mercat. En el moment de l'elaboració es disposava de més quantitat d'oli de d'oliva que de gira-sol i, és per aquest motiu, que es va disminuir la quantitat d'oli de gira-sol i no d'oliva.

Pel que fa a l'equilibri de flavors, es van tenir en compte diferents factors. D'una banda, a les set primeres proves (F1-F7) es va tenir en compte la **proporció llegum-seitó** i el **tipus de llegum** utilitzat (cigrons o lleties). Es van assajar formulacions amb menys peix (al voltant del 16%) i d'altres amb una major proporció d'aquest (al voltant de 28%), tant amb lleties com amb cigrons. A més, en la formulació F5 es va utilitzar remolatxa, però no va resultar un ingredient interessant a afegir des del punt de vista visual (color vermell molt intens) ni sensorial (textura més líquida, menys lligada i flavor a remolatxa segmentari).

En les formulacions amb un 16% de seitó, tot i que el flavor general era correcte, el de seitó quedava camuflat pel de llegums i no s'apreciava suficient. En les formulacions que n'incorporaven un 28%, en canvi, a nivell sensorial s'apreciava lleugerament el flavor del seitó, essent equilibrat amb el de les llegums. D'acord amb l'objectiu principal de valoritzar les espècies de peix blau, es va decidir que la formulació més adequada era la que contenia més seitó. A més, la combinació llegums-seitó-espècies va ser millor valorada amb lleties pel personal intern de l'IRTA a qui es va deixar provar els diferents productes, desconeixent els ingredients/additius, que l'humus amb cigrons.

A més, cal tenir en compte que a l'inici de les proves pilot es va partir d'una dosi de sal d'aproximadament un 2% i es va anar disminuint segons les percepcions sensorials fins a un 0,3%. Això es pot relacionar a que a l'incorporar seitó a la formulació, aquest ja aporta sal (el seu contingut en sal és un 1% de sal aproximadament) al producte.

En les quatre darreres formulacions d'aquesta primera etapa (F8-F11), s'hi va incorporar la pasta de sèsam, ingredient característic de l'hummus tradicional, i es van assajar diferents dosis (5% i 3%) per tal d'assolir un equilibri entre tots els ingredients a nivell sensorial.

Taula 16. Formulacions (en %) de la primera etapa de les proves pilot (F1-F11).

INGREDIENTS (%)

	Cigrons	Llenties	Remolatxa	Seitó	Aigua	Oli gira-sol	Oli oliva	Pasta sèsam	Suc llimona	All	Claui	Comí	Sal
F1		64		16		5	8		5	0,3	0,08	0,3	1,9
F2		66		16		2	8		5	0,7	0,03	0,3	1,3
F3		56		28		2	7		4	0,6	0,03	0,3	1,1
F4		62		20		2	8		5	0,6	0,03	0,6	1,2
F5	40		17	28	1	2	7		4	0,6	0,03	0,3	0,8
F6	56			28	1	2	7		4	0,6	0,03	0,3	0,8
F7	62			25	1	2	6		4	0,5	0,02	0,2	0,2
F8		53		27	1	2	7	5	4	0,5	0,03	0,3	0,3
F9		53		27	1	2	7	5	4	0,5	0,03	0,3	0,3
F10		55		27	1	2	7	3	4	0,5	0,03	0,3	0,3
F11		55		27	1	2	7	3	4	0,5	0,03	0,3	0,3

Al final d'aquesta etapa, es va decidir que s'utilitzarien aproximadament els ingredients principals i proporcions que es mostren a la Taula 17.

Taula 17. Ingredients i proporcions seleccionats després de la realització de les proves pilot.

Ingredient	Formulació (%)
Llegums	55
Seitó	27
Oli vegetal total	9
Pasta de sèsam	5
All	0,5
Comí	0,3
Sal	0,3
Clau	0,03

La Taula 18 recull els valors de pH, color instrumental i l'avaluació de les característiques sensorials per a les diferents formulacions estudiades a escala pilot. En les primeres formulacions únicament es van analitzar els paràmetres sensorials i, a partir de F5, es va considerar interessant analitzar-ne els paràmetres fisicoquímics esmentats.

Taula 18. Resultats dels paràmetres fisicoquímics (pH a les 24 h i color), sensorials (textura i equilibri de flavors avaluats segons si eren correctes o no amb OK i NO, respectivament) i observacions determinats en la primera etapa de les proves pilot (F1-F11).

	pH	Color instrumental			Sensorial		Observacions
	t 24 h	L*	a*	b*	Textura	Equilibri	
F1	-	-	-	-	NO	NO	Salat, poc all, excés clau
F2	-	-	-	-	OK	OK	Espècies equilibrades, poc comí
F3	-	-	-	-	OK	NO	Poc comí
F4	-	-	-	-	OK	OK	Excés comí
F5	4,98	53,95	16,62	13,49	OK	NO	Espècies equilibrades, àcid
F6	5,06	65,55	0,63	16,78	OK	OK	Salat, espècies equilibrades
F7	5,36	67,45	0,96	18,84	OK	OK	Equilibrat, més neutre
F8	5,46	65,41	3,59	19,15	OK	NO	Massa gust pasta de sèsam, gustos camuflats
F9	5,49	66,18	2,79	18,81	OK	NO	Massa gust pasta de sèsam, gustos camuflats i final àcid
F10	5,45	61,60	3,46	19,10	OK	OK	Més gust peix i espècies
F11	5,44	62,77	2,97	18,17	OK	OK	Més gust peix i espècies

En general, durant aquesta primera etapa es van obtenir productes amb un pH superior a 5,0 i amb paràmetres de color L*, a* i b* al voltant de :

- 66, 0,7 i 17, respectivament, per a les formulacions amb cigrons
- 54, 17 i 13, respectivament, per a la formulació amb cigrons i remolatxa
- 64, 3 i 19, respectivament, per a les formulacions amb lleties

Les principals diferències de color rauen en la coordenada a*, la qual presentava valors molt baixos per a les formulacions amb cigrons (tenien molt poca tonalitat vermella) i una mica més alts per a les formulacions amb lleties (tenien una mica més de tonalitat vermella). En el cas de la formulació amb cigrons i remolatxa, la incorporació d'aquest últim ingredient donava una tonalitat rosada al producte i, per tant, un valor d'a* més elevat. La Figura 19 recull tres fotografies de formulacions elaborades durant aquesta etapa: hummus amb seitó elaborat amb cigrons (A), amb cigrons i remolatxa (B) i amb lleties (C).

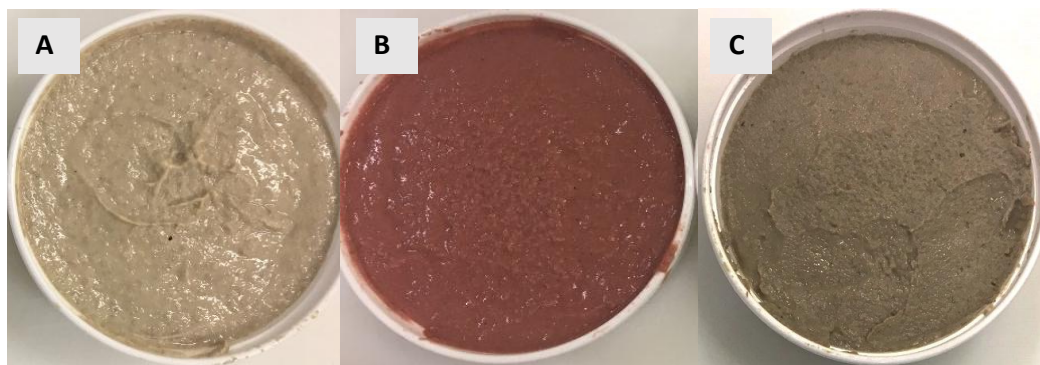


Figura 19. Hummus de cigrons amb seitó (A), hummus de cigrons amb seitó i remolatxa (B) i hummus de lleties amb seitó (C) elaborats en les proves pilot.

En la **segona etapa**, l'objectiu va ser l'ajustament del pH mitjançant una combinació d'ingredients i additius acidulants adequada (utilitzant com a referència els valors de pH dels productes comercials estudiats) tenint en compte les característiques sensorials. Les formulacions elaborades en aquesta etapa es resumeixen a la Taula 19 i, els paràmetres fisicoquímics i sensorials avaluats, a la Taula 20.

A més, a l'inici d'aquesta etapa es van intercanviar els continguts dels dos tipus d'oli (oliva i gira-sol) per motius de viabilitat econòmica i, després d'avaluar sensorialment la primera formulació (F12), es va concloure que no afectava a la globalitat de flavors del producte.

Per al desenvolupament del producte es van seleccionar l'àcid cítric i l'àcid làctic com a acidulants i el sorbat potàssic com a conservant. A nivell sensorial, tal i com s'ha comentat anteriorment, l'àcid cítric aportaria una sensació refrescant que lligaria amb la resta de flavors del producte (es busca que recordi a la llimona), mentre que l'àcid làctic aportaria una sensació d'acidesa suau que, tot i ser més persistent, no modificaria massa el sabor. A més, cal tenir en compte també que l'àcid cítric és molt soluble en aigua i té un efecte sinèrgic amb alguns conservants com els sorbats.

Així doncs, els ingredients i additius clau per aquest ajustament de pH van ser la llimona (tant en pols com en suc; pel seu contingut en àcid cítric), l'àcid cítric (E330) i l'àcid làctic (E270) (perquè calia augmentar l'acidesa del producte) i el vinagre en pols (pel seu contingut en àcid acètic).

A partir de la formulació F14 es va començar a incorporar E330 i, a partir de F17, també E270. Es van assajar diferents combinacions de llimona (suc/pols), E330 i E270. Segons el *Reglament (UE) 1129/2011 d'11 de novembre de 2011 pel que es modifica l'annex II del Reglament (CE) 1333/2008 del Parlament Europeu i del Consell per establir una llista d'additius alimentaris de la Unió*, no existeix una dosi màxima específica d'ús per als additius E330 i E270 (Figura 20).

Número E	Denominación	Dosis máxima específica
E 330	Ácido cítrico	<i>quantum satis</i>
E 270	Ácido láctico	<i>quantum satis</i>

Figura 20. Dosi màxima específica dels additius E330 i E270 segons el Reglament (UE) 1129/2011. Recuperat i modificat de <https://www.boe.es/doue/2011/295/L00001-00177.pdf>

No obstant, la recomanació d'un investigador d'IRTA amb experiència en formulacions de productes i ús d'additius va ser utilitzar al voltant de 0,3 g/kg de cada additiu, ja que són dosis comunes en l'elaboració de productes alimentaris. Segons la seva experiència, quantitats gaire superiors a aquestes podrien provocar efectes negatius en les característiques sensorials.

Es va començar augmentant la dosi de suc de llimona en les primeres formulacions (F12-F13), després es va començar a afegir l'E330 en dosis baixes (F14-F16) i, més endavant es va incorporar l'E270 (a partir de F17). De la prova F17 en endavant, es van assajar diferents dosis de llimona (2, 3, 4 i 6%) i d'àcid cítric (0,3; 0,4; 0,5 i 0,7%) i, efectivament, les formulacions que incorporaven més d'un 0,3% d'E330 esdevenien massa àcides a nivell sensorial.

Les formulacions F23, F24, F25 i F26 es van assajar amb l'objectiu de detectar diferències entre l'ús de llimona en pols i suc de llimona. Es van elaborar de manera idèntica i només modificant el tipus de llegum (F23 i 24 amb lleties; i F25 i 26 amb cigrons) i el tipus de llimona (F23 i 25 amb suc de llimona; i F24 i 26 amb llimona en pols). En ambdós casos, la formulació que incorporava llimona en pols tenia un pH més àcid envers la mateixa formulació amb suc de llimona, que es podria relacionar amb la major concentració d'àcid cítric en la llimona en pols en tractar-se d'un producte deshidratat. A nivell sensorial, quan s'utilitzava suc de llimona s'obtenia un producte amb una percepció inicial del flavor de tots els ingredients i un gust final més àcid (similar als productes estudiats en l'estudi de mercat) mentre que, quan s'utilitzava llimona en pols, aquesta emmascarava els altres flavors, predominant la sensació d'acidesa. És per aquest motiu, que es va decidir que l'ingredient que s'utilitzaria seria el suc de llimona.

A més, a partir de la formulació F23 es va començar a utilitzar conservant. Basada en els dos conservants utilitzats en les formulacions comercials, la decisió per al desenvolupament del producte va ser utilitzar només sorbat de potassi (E202), ja que el pH que s'aconseguia en les proves pilot era superior a 4,5; valor a partir del qual el benzoat de sodi (E211) perd efectivitat.

A nivell legislatiu, existeixen dosis màximes d'ús de sorbat potàssic per a diferents grups d'aliments (la majoria amb límit màxim del 0,2%) però no específicament per a plats preparats. Tot i així, l'Autoritat Europea de Seguretat Alimentària (EFSA) reconeix l'E202 com a "generally regarded as safe" (GRAS), ja que no s'acumula en l'organisme. En productes alimentaris les dosis utilitzades es troben entre 0,01 i 0,3%; i inhibeixen el creixement microbià (a més del de fongs i llevats) a major concentració. En l'etiquetatge de productes alimentaris els ingredients apareixen en ordre de major a menor contingut, motiu pel qual es va decidir provar una dosi del 0,03% de sorbat de potassi, ja que és l'últim ingredient de la llista i les dosis dels ingredients llistats immediatament abans eren 0,05 (vinagre) i 0,03% (clau). De totes maneres, segons l'experiència dels investigadors d'IRTA que han treballat amb aquest additiu, es va considerar que més endavant en el projecte s'assajarien també dosis més altes, de l'ordre d'1 a 1,5 g/kg (0,1 a 0,15%).

A partir de la formulació 17, moment en el qual es va aconseguir disminuir el pH a valors pròxims a l'objectiu definit, es va analitzar el color instrumental com a mesura de control de qualitat. Les principals diferències de color entre les formulacions estudiades es devien principalment al tipus de llegum utilitzada. Pel que fa a l'humus de llenties amb seitó (producte escollit per al desenvolupament a escala semi-industrial), els paràmetres colorimètrics es van mantenir més o menys constants en les diferents formulacions independentment de les dosis de ingredients/additius utilitzades.

Taula 19. Formulacions (en %) de la segona etapa de les proves pilot (F12-F31).

INGREDIENTS (%)

	Cigrons	Llenties	Seitó	Aigua	Oli gira-sol	Oli oliva	Pasta sèsam	Pols llimona	Suc llimona	All	Clau	Comí	Sal	Vinagre	E330	E270	E202
F12		53	26	1	7	2	5		5	0,5	0,03	0,3	0,3				
F13		52	26	1	7	2	5		6	0,5	0,03	0,3	0,3				
F14		52	26	1	7	2	5		6	0,5	0,03	0,3	0,3		0,04		
F15		52	26	1	7	2	5		6	0,5	0,03	0,3	0,3		0,05		
F16		52	26	1	7	2	5		6	0,5	0,03	0,3	0,3		0,07		
F17		53	27	2	7	2	5		2	0,5	0,03	0,3	0,3	0,05	0,3	0,3	
F18		53	27	2	7	2	5		2	0,5	0,03	0,3	0,3	0,05	0,4	0,3	
F19		53	27	2	7	2	5		2	0,5	0,03	0,3	0,3	0,05	0,7	0,3	
F20		52	26	2	7	2	5		4	0,5	0,03	0,3	0,3	0,05	0,3	0,3	
F21		52	26	2	7	2	5		4	0,5	0,03	0,3	0,3	0,05	0,4	0,3	
F22		52	26	2	7	2	5		4	0,5	0,03	0,3	0,3	0,05	0,7	0,3	
F23		53	27	2	7	2	5	2		0,5	0,03	0,3	0,3	0,05	0,3	0,3	0,03
F24		53	27	2	7	2	5		2	0,5	0,03	0,3	0,3	0,05	0,3	0,3	0,03
F25	53		27	2	7	2	5	2		0,5	0,03	0,3	0,3	0,05	0,3	0,3	0,03
F26	53		27	2	7	2	5		2	0,5	0,03	0,3	0,3	0,05	0,3	0,3	0,03
F27		53	27	2	7	2	5		2	0,5	0,03	0,3	0,3	0,05	0,3	0,3	0,03
F28		53	26	2	7	2	5		3	0,5	0,03	0,3	0,3	0,05	0,3	0,3	0,03
F29		53	27	2	7	2	5		2	0,5	0,03	0,3	0,3	0,05	0,4	0,3	0,03
F30		53	26	2	7	2	5		3	0,5	0,03	0,3	0,3	0,05	0,4	0,3	0,03
F31		53	27	2	7	2	5		2	0,5	0,03	0,3	0,3	0,05	0,5	0,3	0,03

Taula 20. Resultats dels paràmetres fisicoquímics (pH a les 24 h i color), sensorials (acidesa, avaluada segons la intensitat percebuda en una escala 1: baixa, 2: adequada, 3: massa intensa) i observacions determinats en la segona etapa de les proves pilot (F12-31).

	pH	Color instrumental			Sensorial	Observacions
	t 24h	L*	a*	b*	Acidesa	
F12	5,42	-	-	-	2	Equilibrat
F13	5,27	-	-	-	3	Excés gust final a llimona
F14	5,02	-	-	-	2	Final àcid però no desagradable (i no és de llimona)
F15	4,89	-	-	-	2	Final àcid però no desagradable (i no és de llimona)
F16	4,77	-	-	-	3	Gust final massa àcid (molt intens)
F17	4,74	63,51	3,09	19,01	2	Entrada espècies i final lleugerament àcid
F18	4,70	64,48	3,11	19,37	2	-
F19	4,52	64,44	2,95	18,38	3	Massa àcid
F20	4,58	64,44	2,98	18,38	3	Massa àcid
F21	4,53	64,32	3,28	18,46	3	Massa àcid
F22	4,37	61,01	3,06	18,07	3	Extremadament àcid
F23	4,60	66,58	3,46	21,05	3	Entrada massa àcida
F24	4,90	72,35	3,43	21,33	2	Entrada més agradable i final àcid
F25	4,74	68,97	1,47	14,68	3	Entrada massa àcida
F26	4,99	71,01	0,98	14,34	2	Entrada més agradable i final àcid
F27	4,90	71,02	3,36	20,88	1	Molt equilibrat, no gaire àcid
F28	4,76	69,74	3,84	21,11	2	Equilibrat, final una mica àcid (a llimona)
F29	4,70	73,00	3,80	22,38	3	Àcid (no de llimona). Astringent, fa salivar
F30	4,61	71,81	3,80	22,2	2	Àcid (recorda a llimona). Més agradable que F29
F31	4,48	70,43	3,13	20,38	3	Excés àcid, astringent, fa salivar.

3.3.3 Escalat semi-industrial

Després de la realització de les proves pilot, es va desenvolupar el producte a escala semi-industrial on es va elaborar, envasar i emmagatzemar el producte en refrigeració ($3,5 \pm 2$ °C). Es van elaborar dues formulacions basades en els resultats de les proves pilot: una formulació menys àcida (FA) i una més àcida (FB) i es van assajar dos tipus d'envasament: un termosegellat (que mantenia l'atmosfera normal dins l'envàs) i un envasament en MAP (70% N₂ / 30% CO₂), d'acord amb els dos tipus d'envasament que es van observar en l'estudi de mercat. Un cop elaborats, es van caracteritzar els productes a nivell fisicoquímic i sensorial, i es va mostrejar al llarg de 21 dies per estudiar-ne l'evolució.

3.3.3.1 Caracterització fisicoquímic i sensorial del producte

Per a les dues formulacions elaborades en l'escalat semi-industrial (FA i FB) i per a cada tipus d'envasament (termosegellat i MAP), es van determinar els següents paràmetres fisicoquímics al cap de 24 h: pH, activitat d'aigua (a_w), humitat i color per caracteritzar el producte. A més, es van definir 4 dies de mostreig (dia de producció +1, +6, +13 i +21) en els quals se'n va determinar el pH i el color. A continuació es mostren els valors obtinguts en la determinació d' a_w i humitat (Taula 21) i dels paràmetres de color (Taula 22) després de 24 h de l'elaboració del producte.

Taula 21. Valors d' a_w i humitat de l'humus elaborat a l'escalat semi-industrial al cap de 24 h. Es mostren els valors de les mitjanes \pm la desviació estàndard ($n=2$).

		Humitat (%)	a_w
FA	Termosegellat	$62,44 \pm 0,10$	$0,988 \pm 0,000$
	MAP	$62,36 \pm 0,01$	$0,988 \pm 0,001$
FB	Termosegellat	$63,75 \pm 0,46$	$0,988 \pm 0,001$
	MAP	$63,09 \pm 0,15$	$0,988 \pm 0,001$

Tal i com es pot observar, ambdues formulacions presenten una humitat elevada (entre 62 i 63%) i una activitat d'aigua de 0,988. Tenint en compte que els microorganismes patògens i deteriorants d'importància en el sector agroalimentari poden créixer a valors d' $a_w \geq 0,98$ (EQUINLAB S.R.L, 2009), les condicions d'aquest paràmetre en qualsevol de les combinacions assajades són favorables per al creixement microbià.

Taula 22. Paràmetres de color en l'espai CIELAB de l'hummus elaborat a l'escalat semi-industrial al cap de 24 h, per les dues formulacions elaborades i els dos sistemes d'envasament utilitzats. Es mostren els valors de les mitjanes \pm la desviació estàndard (n=2).

		L*	a*	b*	To (h)	Saturació (C)
FA	Termosegellat	65,82 \pm 1,53	3,65 \pm 0,04	20,51 \pm 0,51	79,91 \pm 0,13	20,83 \pm 0,51
	MAP	66,56 \pm 1,05	3,84 \pm 0,16	21,15 \pm 0,30	79,72 \pm 0,28	21,49 \pm 0,33
FB	Termosegellat	67,59 \pm 0,78	3,53 \pm 0,01	20,56 \pm 0,06	80,27 \pm 0,01	20,86 \pm 0,06
	MAP	66,86 \pm 0,78	3,64 \pm 0,28	20,86 \pm 0,91	80,12 \pm 0,32	21,17 \pm 0,94

Donat que els valors colorimètrics que es presenten a la taula són molt similars entre els diferents lots i tipus d'envasament, es pot parlar del producte (humus de lleties amb seitó) a nivell global. La Figura 21 mostra, marcada amb una X, la posició aproximada que ocupa el producte en l'Espai Colorimètric CIELAB. Es tracta d'un producte amb to ataronjat (h al voltant de 80°), saturació apagada i grisosa (C al voltant de 20) i lluminositat intermèdia (L* al voltant de 66).

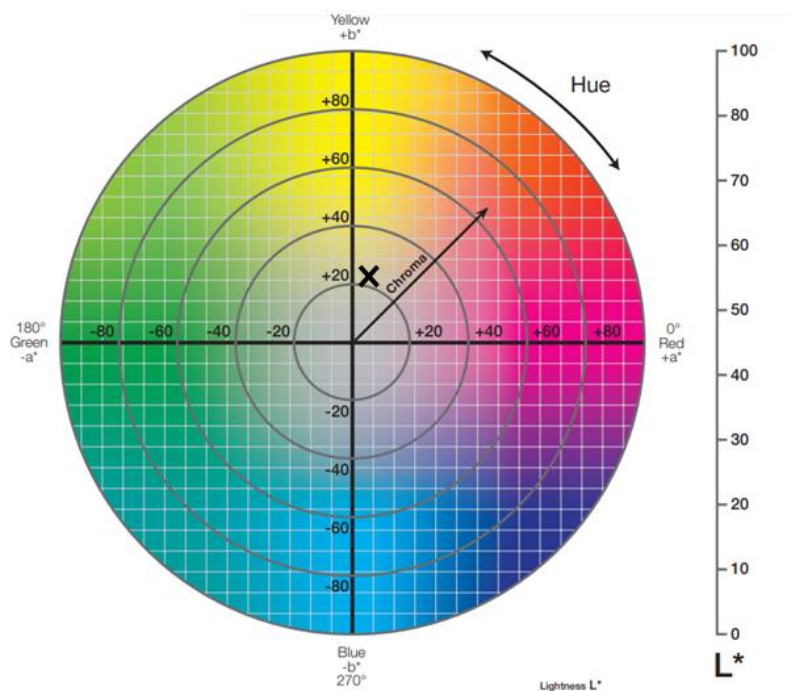


Figura 21. Representació del color de l'hummus elaborat en l'escalat semi-industrial (marcat amb una X) en l'Espai de Color CIELAB.

A nivell sensorial, s'aconsegueix un producte equilibrat en llegums-peix, lleugerament àcid (FB més que FA) i especiat. Quant a l'aspecte, el producte presenta una coloració marronosa i més fosca que els hummus de lleties comercials, que podria provocar un efecte negatiu a nivell visual de cares al consumidor. Una possible línia de millora seria modificar l'aspecte (color) del producte, mitjançant l'addició d'ingredients/additius.

A continuació, a la Figura 22 es mostren els valors de pH mitjans dels productes elaborats en la prova d'escalat semi-industrial al cap de 24 h, juntament amb els valors de pH dels productes comercials analitzats prèviament.

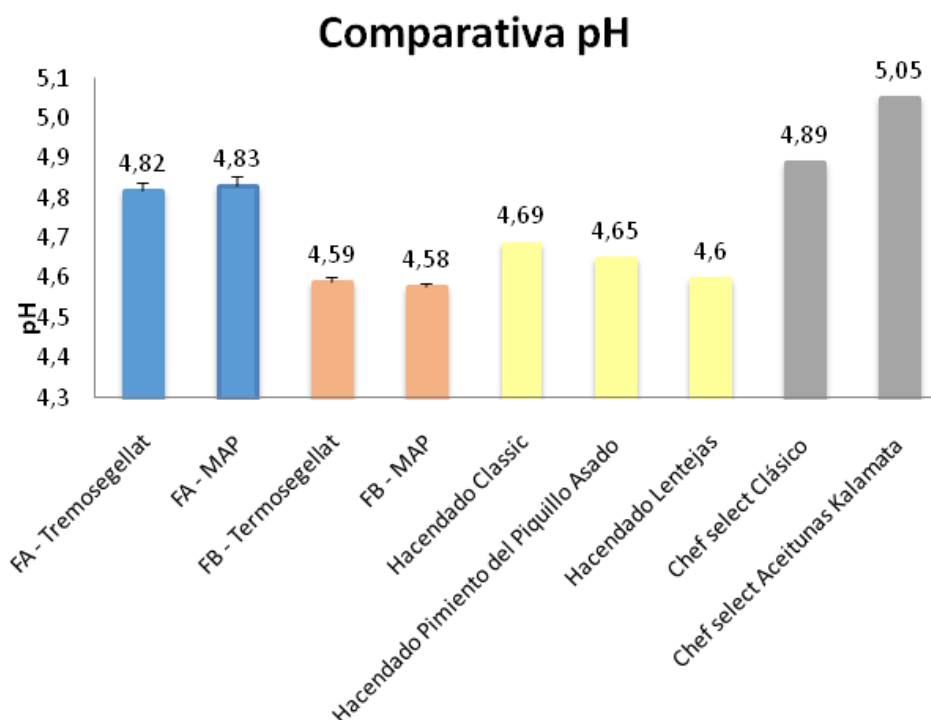


Figura 22. Valors de pH dels hummus comercials caracteritzats en l'estudi de mercat i dels hummus elaborats en la prova d'escalat semi-industrial. Les barres d'error mostren la desviació estàndard del pH de l'hummus d'escalat semi-industrial (n=2).

S'observa que la FA (pH al voltant de 4,8) és menys àcida que FB (pH lleugerament inferior a 4,6). La mateixa figura permet comparar les formulacions elaborades envers les comercials. L'acidesa de la FA es troba entre la dels hummus comercials d'Hacendado i Lidl mentre que FB és més àcida que els productes d'ambdues marques comercials.

D'entrada la formulació FA es classificaria com a producte d'acidesa intermèdia mentre que la formulació FB es podria classificar com a producte àcid, tot i que estaria pràcticament al límit.

A partir de la determinació de pH dels productes en els diferents dies de mostreig, es van observar petites oscil·lacions d'aquest paràmetre (FA Tremosegellat: 4,79- 4,84; FA MAP: 4,83-4,86; FB Tremosegellat: 4,59-4,70 i FB MAP: 4,59-4,64) que no es van considerar rellevants. És per aquest motiu, que es van calcular les mitjanes dels valors de pH obtinguts per cada producte al llarg del temps i es van contemplar en global (Taula 23).

Taula 23. Mitjana dels valors de pH determinats els diferents dies de mostreig (dia de fabricació +1, +6, +13 i +21) per cada producte elaborat en l'escalat semi-industrial.

Producte	pH mitjana
FA Termosegellat	4,82 ± 0,04
FA MAP	4,84 ± 0,02
FB Termosegellat	4,65 ± 0,06
FB MAP	4,62 ± 0,03

Pel que fa a la FB, la mitjana dels valors de pH determinats al llarg dels dies de mostreig és lleugerament superior a 4,6; fet que modificaria la classificació del producte a aliment d'acidesa intermèdia. Així doncs, si es volgués aconseguir un producte classificat com a àcid caldria disminuir el pH inicial i, d'aquesta manera, poder preveure aquestes possibles oscil·lacions.

3.3.3.2 Anàlisi microbiològica del producte

Es va realitzar el recompte microbiològic d'aerobis mesòfils, espores aeròbies, *Pseudomonas spp.*, bacteris làctics i Enterobacteris pels quatre dies de mostreig establerts.

La Figura 23 mostra la tendència de l'evolució dels diferents grups de microorganismes en el producte, per a les dues formulacions i els dos tipus d'envasament utilitzats en l'escalat semi-industrial en diferents temps de mostreig. En els productes termosegellats, es va observar creixement de fongs i llevats a dia 21 i, per tant, no es va procedir a realitzar l'anàlisi microbiològica per a aquestes mostres.

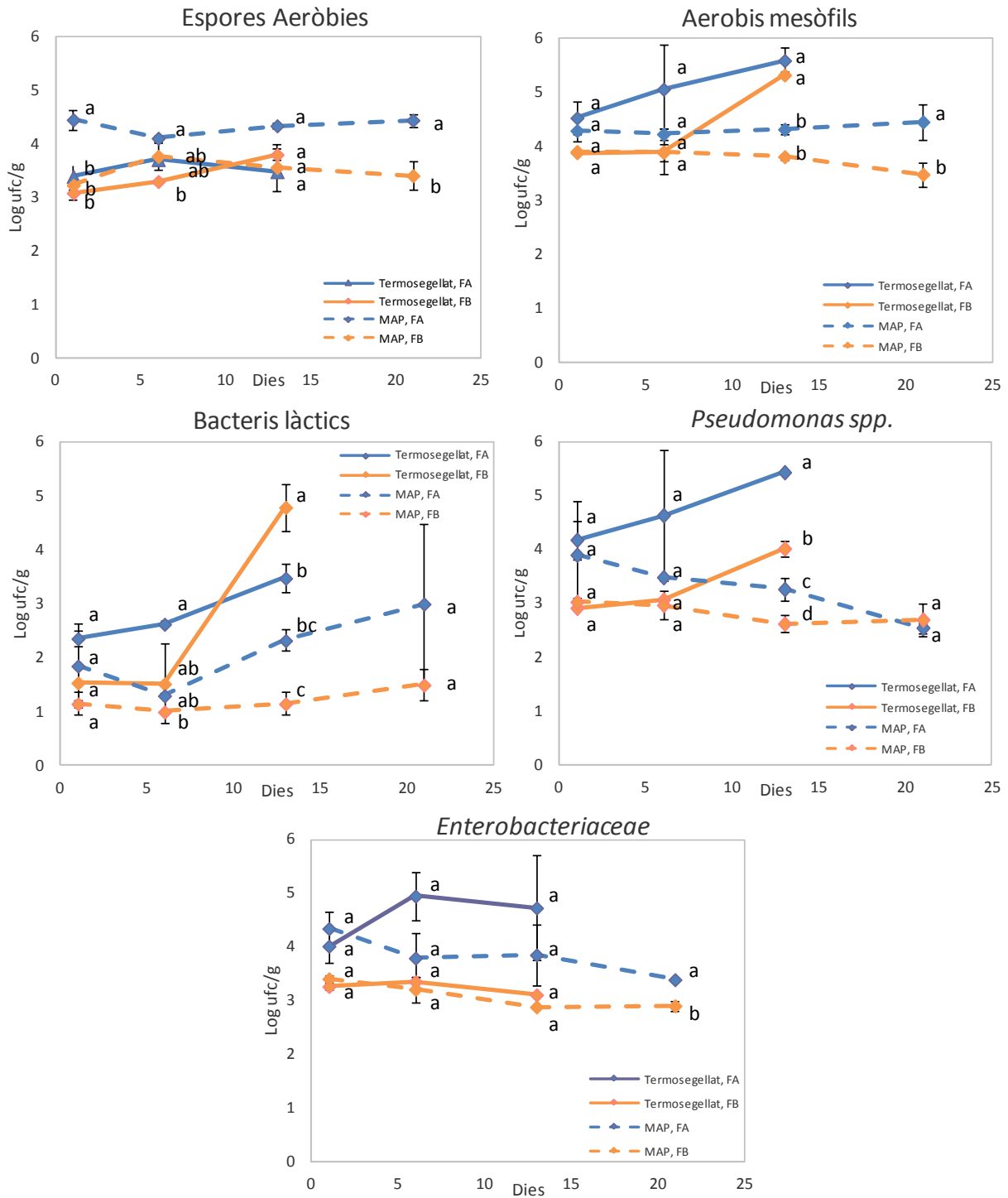


Figura 23. Evolució del recompte d'espores aeròbies (A), aerobis mesòfils (B), bacteris de l'àcid làctic (C), *Pseudomonas* spp. (D) i *Enterobacteriaceae* (E) al llarg del període de conservació en refrigeració per les dues formulacions (Formulació menys àcida: FA, formulació més àcida: FB) i els dos tipus d'envasament (Termosegellat i MAP). Les barres d'error mostren la desviació estàndard (n=2). Lletres minúscules diferents per a un mateix temps de mostreig indiquen l'existència de diferències significatives entre productes (p<0,05).

En el cas de les **espores aeròbies**, no s'observa un increment significatiu ($p > 0,05$) en els recomptes durant el període de conservació en refrigeració en cap tipus de producte. Per contra, la formulació A envasada en MAP presenta un recompte inicial significativament ($p < 0,05$) diferent a la resta de productes, segurament degut a una major contaminació durant la manipulació.

Pels microorganismes **aerobis mesòfils**, s'observa una tendència creixent en el recomptes en els productes termosegellats mentre que, en els envasats en MAP, el recompte tendeix a mantenir-se al llarg dels dies de mostreig. A dia 13 s'observen diferències significatives ($p < 0,05$) entre els dos tipus d'envasament, que indica que el MAP inhibeix el creixement d'aquest grup microbià.

Pseudomonas spp. és un microorganisme deteriorant sovint present en productes de la pesca. És psicròtrof (pot créixer en condicions de refrigeració) i de metabolisme aerobi estricte. Tot i que l'anàlisi estadística es va realitzar sense tenir en compte el temps com a efecte fix, s'observen diferències notables entre els dos tipus d'envasament al llarg del temps: una tendència creixent en les mostres termosegellades mentre que, en les mostres envasades en MAP, no s'observa creixement (més aviat un lleuger decreixement). Aquestes tendències poden associar-se al baix contingut d'oxigen en l'envàs, que suposa un obstacle per al microorganisme i en dificulta el seu creixement. En el mostreig realitzat el dia 13, s'observen diferències significatives ($p < 0,05$) entre els quatre productes degudes al tipus d'envasament utilitzat i a les diferències en l'acidesa entre ambdues formulacions. Cal tenir en compte que, tot i no ser significativament diferents, els recomptes per aquest microorganisme obtinguts a dia 1 per als productes amb la formulació FA ja eren superiors als de la FB.

Els **bacteris làctics** són microorganismes acidòfils (poden créixer en medis àcid) i poden créixer tant en aerobiosi com anaerobiosi. En general, s'observa una tendència creixent en tots els productes excepte en les mostres de FB envasades en MAP. Tant a dia 6 com a 13, els recomptes per FA termosegellats assoleixen nivells significativament ($p < 0,05$) superiors als de FB MAP. D'altra banda, tot i que no s'observa creixement en FB termosegellat fins passat el sisè dia, a dia 13 els recomptes en aquest producte són significativament ($p < 0,05$) superiors a la resta.

Pel que fa als **enterobacteris**, tot i que no s'observen diferències significatives ($p > 0,05$) entre els diferents productes, s'observa una tendència creixent en les mostres FA termosegellades. Tot i que no hi ha criteris microbiològics en termes d'higiene establerts per productes llestos pel consum, existeixen guies i recomanacions en aquest àmbit. L'any 2009, l'Agència de Protecció de la Salut del Regne Unit va publicar unes directrius per a l'avaluació de la seguretat microbiològica de plats preparats on es recomana que els recomptes per enterobacteris en aquests tipus de producte no haurien de ser superiors a 10^4 ufc/g al llarg de la seva vida útil. En tots els productes analitzats, els recomptes d'enterobacteris el primer dia de mostreig són elevats, de l'ordre d'entre 3 i 4 log ufc/g. Possibles causes per aquests nivells inicials podrien ser matèria primera contaminada o condicions poc higièniques en la manipulació del producte. D'acord amb aquestes directrius, el nostre producte no es podria considerar acceptable i caldria millorar les condicions de treball i pràctiques d'higiene en la seva elaboració i tenir en compte la possible contaminació inicial de la matèria primera. En futures elaboracions, es podria treballar en una sala blanca amb un ambient controlat per minimitzar la contaminació del producte, tal i com recomana la Federació Europea de Plats Preparats Refrigerats (ECFF, 2006).

De manera global, es preveu que els productes envasats en MAP tindrien una vida útil més llarga i que, aquest tipus d'envasament, inhibeix el creixement de diferents tipus de microorganismes.

3.3.3.3 Anàlisi de la composició de l'atmosfera de l'envàs

Es va analitzar la concentració de gasos en l'atmosfera de l'envàs els quatre dies de mostreig establerts, per veure possibles canvis en aquestes. Només es van observar canvis notables a dia 21 i, és per aquest motiu, que es va analitzar estadísticament la concentració de gasos en aquest dia de mostreig. La Figura 24 mostra la tendència de l'evolució de la concentració d'O₂ (A) i CO₂ (B) en l'atmosfera d'envasament per a les dues formulacions i tipus d'envasament.

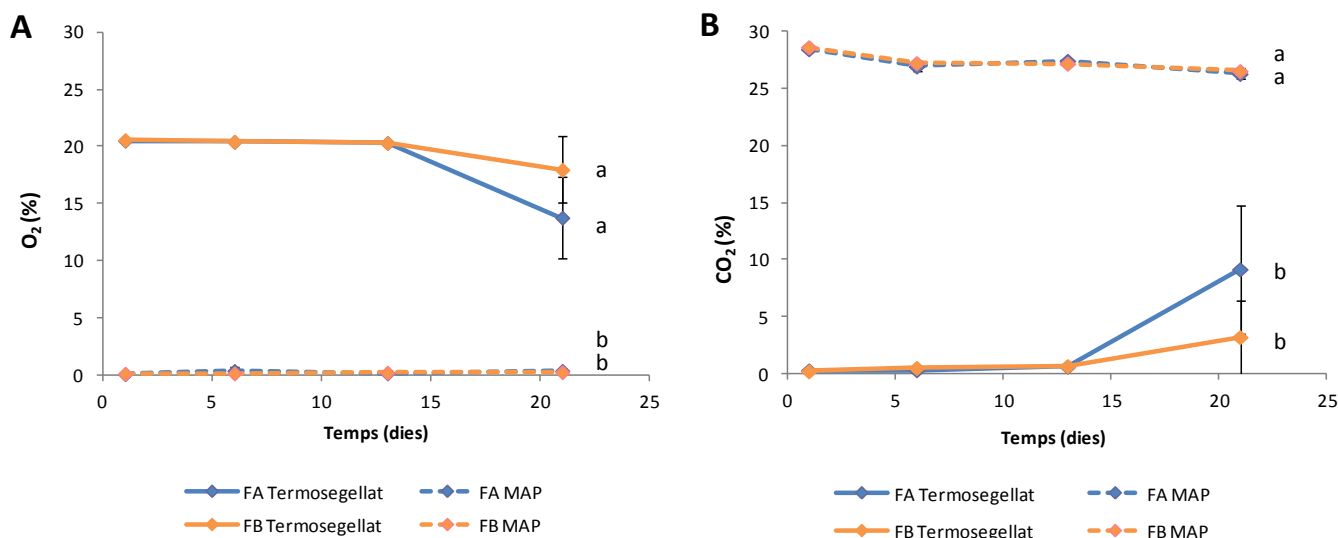


Figura 24. Concentració d'oxigen (A) i diòxid de carboni (B) en l'atmosfera d'envasament de les dues formulacions d'humus elaborades en l'escalat semi-industrial (FA: menys àcida, i FB: més àcida) i els dos tipus d'envasament (Termosegellat i MAP). Les barres d'error mostren la desviació estàndard (n=2). Lletres minúscules diferents per al dia 21 indiquen l'existència de diferències significatives entre productes ($p < 0,05$).

En els productes termosegellats, la concentració d'O₂ i CO₂ es manté fins al cap d'entre 13 i 20 dies. A dia 21, tot i que no existeixen diferències significatives ($p < 0,05$), s'observa una tendència decreixent de la concentració d'O₂ i creixent de la concentració de CO₂. A més, aquestes variacions s'observen en major grau en la formulació menys àcida (FA) que en la més àcida (FB). Aquests canvis de concentracions en l'atmosfera de l'envàs es podrien relacionar amb el creixement d'aerobis mesòfils totals i *Pseudomonas spp.*, ja que el seu metabolisme aerobi consumeix O₂ i allibera CO₂ i, com s'ha vist en l'apartat anterior, creixen en els productes termosegellats entre els dies de mostreig 6 i 13.

Pel que fa als productes envasats en MAP, la concentració d'O₂ i CO₂ es manté més o menys constant probablement perquè, com s'ha vist en l'anàlisi microbiològica, no s'observen tendències creixents notables de microorganismes en aquest tipus d'envasament.

Tal i com s'ha comentat anteriorment, a més de l'envasament en MAP; el tractament tèrmic de la matèria primera (llegums i seitó), l'ús de conservants, l'acidesa intermèdia de les formulacions i l'emmagatzematge en refrigeració actuen com a obstacles enfront el creixement microbià. Aquests factors es podrien optimitzar per tal de reduir els recomptes microbians i poder allargar la vida útil del producte. Per validar la vida útil del producte,

caldria complementar aquesta anàlisi microbiològica realitzant un mostreig més representatiu ($n \geq 5$) i tenint en compte altres microorganismes i/o toxines com *Clostridium botulinum* no proteolític (possibilitat de créixer en envasos amb MAP i condicions de refrigeració), *Listeria monocytogenes* o possible contingut d'histamina (n'existeixen criteris microbiològics d'obligat compliment segons el Reglament (CE) 2073/2005 per a plats preparats). Finalment, també caldria conèixer les condicions reals d'elaboració, emmagatzematge i comercialització del producte.

4. APLICABILITAT

La caracterització de les espècies de peix blau seleccionades prèvia al desenvolupament del nou producte alimentari va permetre conèixer la matèria primera amb la qual es treballaria i la variabilitat que aquesta presentava en la seva composició química al llarg del període analitzat. Les dades obtingudes es podrien complementar amb altres estudis realitzats per tal d'obtenir una caracterització completa de les espècies seleccionades segons l'època de captura i, per tant, optimitzar-ne les formulacions dels nous productes desenvolupats en cas necessari. En aquest sentit, cal recordar la naturalesa insaturada de la fracció lipídica del peix blau, fet a tenir en compte en un futur a l'hora de desenvolupar un aliment processat en base a aquest per tal d'evitar-ne la seva oxidació durant el processament i conservació.

En les sessions de creativitat que es van dur a terme per generar idees de nous productes en base a peix blau, es van tenir en compte opinions de totes les parts de la cadena de comercialització del peix blau, des de pescadors fins a consumidors potencials. Això va servir per conèixer les necessitats de les diferents parts i poder desenvolupar un producte d'acord amb aquestes.

Es va desenvolupar hummus de lleties amb seitó, un producte llest per al consum que permet que el consumidor eviti l'etapa de neteja i eliminació de l'espina del peix i encaixa dins la societat actual que cada vegada busca més comoditat. El seu procés d'elaboració requereix maquinària bàsica i, per tant, es podria dur a terme tant en petits comerços com a nivell de grans productors, on es podrien optimitzar les condicions de manipulació i higiene. A més, es tracta d'un producte interessant a nivell nutricional ja que incorpora el contingut en vitamines i ferro de les lleties amb el contingut d'àcids grassos insaturats del peix blau i, d'altra banda, podria suposar una font proteica alternativa a productes carnis amb un perfil lipídic on hi predominen els àcids grassos saturats.

En un futur, IRTA té previst organitzar jornades de transferència per traslladar els coneixements i idees fruit d'aquest projecte per tal que empreses transformadores puguin elaborar el nou producte i, si tingués acceptació al mercat, permetre la valorització d'aquesta espècie de peix blau.

5. CONCLUSIONS

1. El contingut de greix de l'alatxa, el seitó, la sardina i el sorell presenta una marcada variabilitat durant el període de mostreig que estaria relacionada amb el caràcter estacional d'aquest paràmetre; per contra, el contingut de proteïna s'ha mostrat molt més estable.
2. Malgrat que les espècies seleccionades es classifiquen com a peix blau, el seu contingut de greix pot arribar a ser molt inferior al màxim establert per al peix blanc.
3. L'alatxa, el seitó, la sardina i el sorell presenten una relació d'àcids grassos omega 6/omega 3 inferior a 4:1 i el seu consum es pot associar a la prevenció de malalties cardiovasculars i la disminució de símptomes inflamatoris; i en èpoques en què presenten més contingut en greix, una ració d'aquestes espècies pot ser suficient per cobrir la dosi diària recomanada d'EPA+DHA.
4. El seitó, la sardina i el sorell cuits presenten característiques sensorials diferents. El seitó té la textura menys ferma i sucosa; la sardina és l'espècie més greixosa i que presenta més exsudat i oli en l'exsudat; i el sorell té el color menys marronós i més homogeni i presenta una menor intensitat de sabor i menor intensitat de flavor d'oli de peix.
5. Les idees de nous productes en base a peix blau generades a partir de tècniques de creativitat i tenint en compte les opinions de diferents parts de la seva cadena de comercialització van concloure que l'etapa de neteja i manipulació del peix blau suposa una dificultat per al consumidor, que prefereix productes de major comoditat i llestos pel consum.
6. El nou producte elaborat (hummus de llenties amb seitó) respon a les necessitats dels consumidors potencials: el procés d'elaboració d'hummus de llenties amb seitó compta amb una etapa de picat fi que permet prescindir de l'eliminació de l'espina del peix.
7. D'entre l'alatxa, la sardina, el seitó i el sorell, el seitó es va considerar l'espècie més adequada per elaborar hummus de llenties amb peix blau degut, d'una banda, a la seva textura més ferma i menys sucosa, a la vegada que per la presència d'un menor exsudat i oli

en aquest; evitant d'aquesta manera modificar la textura habitual de l'hummus com ho faria una espècie més sucosa o greixosa, a la vegada que una possible separació de fases; i, d'altra banda, al seu color marronós intermedi que, en combinació amb la resta d'ingredients del producte, modificaria menys el color respecte el d'una formulació d'hummus tradicional que no una espècie amb un color més intens.

8. El seu procés d'elaboració requereix maquinària bàsica i, per tant, es podria dur a terme tant en petits comerços com a nivell de grans productors.

6. BIBLIOGRAFIA

Col·legi Oficial d'infermeres i infermers de Barcelona. *Infermera virtual: Racions recomanades per a adults. (Adaptado de SENC 2004 y Pirámide de la Dieta Mediterránea 2010)*. Recuperat de

<https://www.infermeravirtual.com/files/media/file/645/raciones%20recomendadas%20para%20adultos.pdf?1362135959>

Creative Foundation Education. (2015). *The CPS Process*. Recuperat de <http://www.creativeeducationfoundation.org/creative-problem-solving/the-cps-process/>

Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de la Generalitat de Catalunya (2019). *Dades totals de captures de la pesca a Catalunya*. Recuperat de

http://agricultura.gencat.cat/ca/ambits/pesca/dar_estadistiques_pesca_subhastada/dar_su_bhasta_llotges_catalanes/

EQUINLAB, S.R.L. (2009). *La importancia de la aw – ACTIVIDAD DEL AGUA*. Recuperat de

[http://www.equinlab.com/pdf /La%20importancia%20de%20la%20actividad%20de%20agua%20\(aw\).pdf](http://www.equinlab.com/pdf /La%20importancia%20de%20la%20actividad%20de%20agua%20(aw).pdf)

European Chilled Food Federation. *Recommendations for the production of prepackaged chilled food*. Recuperat de

https://www.ecff.net/wp-content/uploads/2018/10/ECFF_Recommendations_2nd_ed_18_12_06.pdf

Eurostat statistics explained. (2018) *Total production of fishery products, 2000-2016*.

Recuperat de

https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Fishery_statistics#%20Catches

Food and Agriculture Organisation of the United Nations (1998). *El Pescado Fresco: Su Calidad y Cambios de su Calidad*. Recuperat de

<http://www.fao.org/3/V7180S/v7180s05.htm#4.%20composicion%20quimica>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). *Species Fact Sheets – *Engraulis encrasicolus**. Recuperat de <http://www.fao.org/fishery/species/2106/en>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). *Species Fact Sheets – Sardinella aurita*. Recuperat de <http://www.fao.org/fishery/species/2088/en>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). *Species Fact Sheets – Sardina pilchardus*. Recuperat de <http://www.fao.org/fishery/species/2910/en>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). *Species Fact Sheets – Trachurus trachurus*. Recuperat de <http://www.fao.org/fishery/species/2306/en>

FOSS Electric A/S. (2002). *Foodscan, aparell d'anàlisi composicional d'aliments*. Recuperat de <http://www.dilaco.com/img/presentaciones/FoodScan.pdf>

García, E. i Fernández, I. (2012). *Determinación de la humedad de un alimento por un método gravimétrico indirecto por desecación*. Recuperat de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16339/Determinaci%C3%B3n%20de%20humedad.pdf>

Generalitat de Catalunya, Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació. (2018). *Àmbits d'actuació – Alatxa*. Recuperat de http://agricultura.gencat.cat/ca/ambits/pesca/dar_especies_calador_mediterrani/dar_peixos/alatxa/

Generalitat de Catalunya, Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació. (2018). *Àmbits d'actuació – Sardina*. Recuperat de http://agricultura.gencat.cat/ca/ambits/pesca/dar_especies_calador_mediterrani/dar_peixos/sardina/

Generalitat de Catalunya, Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació. (2018). *Àmbits d'actuació – Seitó*. Recuperat de http://agricultura.gencat.cat/ca/ambits/pesca/dar_especies_calador_mediterrani/dar_peixos/seito/

Generalitat de Catalunya, Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació. (2018). *Àmbits d'actuació – Sorell*. Recuperat de http://agricultura.gencat.cat/ca/ambits/pesca/dar_especies_calador_mediterrani/dar_peixos/sorell/

Gómez Candela, C, et al. (2011). *Importance of a balanced omega 6/omega 3 ratio for the maintenance of health. Nutritional recommendations*. Recuperat de <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/5117.pdf>

Innis, SM. (2008). *Dietary omega 3 fatty acids and the developing brain*. Recuperat de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18789910>

Institute of Food Technologists (2007). *Food science and technology 101*. Recuperat de <http://www.ift.org/~media/Knowledge%20Center/Learn%20Food%20Science/Outreach%20Presentations/IFTSensorySciencePartI.ppt>

Konika Minolta. (2007). *Precise color communication: Color control from perception to instrumentation*. Recuperat de https://www.konicaminolta.com/instruments/knowledge/color/pdf/color_communication.pdf

López, A. i Macaya, C. (2007). Libro de salud cardiovascular del Hospital Clínico San Carlos y la fundación BBVA: Consejos de prevención y estilo de vida (p. 549 - 610). Recuperat de https://www.fbbva.es/wp-content/uploads/2017/05/dat/DE_2009_salud_cardiovascular.pdf

Macfie H.J., Bratchell N., Greenhoff H., Vallis L.V.: «Designs to balance the effect of order of presentation and firstorder carry-over effects in hall test», *J Sensory Stud* 1989; 4: 129-149. doi: [10.1111/j.1745-459X.1989.tb00463.x](https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.1989.tb00463.x)

Marsilio i Chichelli, 1992. Influencia del sorbato potásico y del benzoato sódico sobre la estabilidad de las aceitunas de mesa en salmuera. *Grasas y aceites* (1992) Vol. 43. Recuperat de <http://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/download/1176/1182>

Martínez, B. i Lloret, E. (2019). *Valorització del peix blau per la millora de la competitivitat del sector pesquer*. Sessió de creativitat. Confraria de Blanes, Març de 2019.

Martins, JG. (2009). *EPA but not DHA appears to be responsible for the efficacy of omega-3 long chain polyunsaturated fatty acid supplementation in depression: evidence from a meta-analysis of randomized controlled trials*. Recuperat de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20439549>

Masdeu, A. (2019). *Entrevista a Anna Masdeu*. Recuperat de <https://www.ajuntamentimpulsa.cat/es/entrevista-a-anna-masdeu.aspx>

Ministerio de Agricultura, Ramaderia y Pesca, Gobierno de España (2018). *Pesca marítima: capturas*. Recuperat de <https://www.mapa.gob.es/va/estadistica/temas/estadisticas-pesqueras/pesca-maritima/estadistica-capturas-desembarcos/default.aspx>

Muñoz-Villa et al., 2014. *Ácido Cítrico: Compuesto Interesante*. Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila. (2014) Vol. 6, Núm 12. Recuperat de <http://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/AQM/No.%2012/4.pdf>

Museu de la Pesca. (2018). *Sistemes de pesca a Catalunya*. Recuperat de <https://www.museudelapesca.org/recerca/recursos-digitals/pesca-maritima-catalunya/pesca-catalunya/sistemes-de-pesca-catalunya-arrossegament-encerclament-palangre-artsmenors.html>

Robertson, R. (2017). *Omega-3-6-9 Fatty Acids: A Complete Overview*. Recuperat de <https://www.healthline.com/nutrition/omega-3-6-9-overview#section2>

Silva, A., Santos, M. B., Caneco, B., Pestana, G., Porteiro, C., Carrera, P., and Stratoudakis, Y. (2006). Temporal and geographic variability of sardine maturity at length in the northeastern Atlantic and the western Mediterranean. *ICES Journal of Marine Science*, 63: 663-676. doi: [10.1016/j.icesjms.2006.01.005](https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2006.01.005)

Sortwell, Daniel R. (2004). *La selección de los acidulantes*. Recuperat de <http://www.bartek.ca/pdfs/Newsletter/LaSelecciondelosAcidulantes.pdf>

Stark AH, Crawford MA, Reifsnider R. (2008). *Update on alpha-linolenic acid*. Recuperat de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18522621>

Surichaqui, M. (2015). El pH en los alimentos. *Universidad Peruana Unión*. Recuperat de <https://es.scribd.com/document/331572382/Articulo-de-Revision-de-Alimentos-Ph-Acidos-y-Alcalinizantes>

Todó, P. (2019). *Productes pesquers poc valorats*. Seminari tècnic. II Workshop del sector del peix: Elaborats a partir de peix de llotja poc reconegut. Març de 2019, IRTA-Monells.

Wallace, TC, et al. (2016). *The Nutritional Value and Health Benefits of Chickpeas and Hummus*. Recuperat de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5188421/pdf/nutrients-08-00766.pdf>

