

## Treball final de grau

**Estudi:** Grau en Innovació i Seguretat Alimentària

**Títol:** CARACTERITZACIÓ DE SALMORRES I AVALUACIÓ EN UN MODEL DE PRODUCTE CARNI CUIT

**Document:** Memòria

**Alumne:** Sandra Planas i Solivera

**Tutor:** Xavier Serra Dalmau / M<sup>a</sup> Dolors Parés Oliva

**Departament:** Tecnologia alimentària / EQATA

**Àrea:** Indústries Agroalimentàries, IRTA Monells / Tecnologia dels aliments, UdG

**Convocatòria (mes/any):** Setembre 2018





## AGRAÏMENTS

Per tot el temps dedicat, la paciència i per tota la informació compartida, agrair de tot cor al tutor que ha dirigit aquest treball. Mil gràcies Xavi, he après un munt de coneixements tècnics que he adquirit amb una filosofia de treball metòdica i constant.

Als investigadors, tècnics i la resta de personal de l'IRTA que he tingut la sort de coincidir, gràcies per fer-me sentir una més i ajudar-me quan ha fet falta, ha estat una sort poder compartir converses i moments amb vosaltres.

Dolors, gràcies per acceptar ser tutora del treball, per guiar-me i fer-me veure les coses més senzilles del que són.

Per ser-hi quan necessito ajuda, gràcies Mar.

Als meus pares gràcies per fer possible la meva trajectòria formativa, ja que sense ells no hagués arribat a cursar una carrera. Els hi estaré sempre agraïda.

Per últim, Marc, gràcies per estar al meu costat, animar-me, ajudar-me i recolzar-me en tot el que pots. La meva fortuna és el nostre amor.

**ÍNDIX**

RESUM .....	1
PARAULES CLAU .....	4
1. INTRODUCCIÓ .....	5
1.1. Situació del sector carni .....	5
1.2. Productes carnis cuits .....	7
1.3. Pernil cuit .....	8
1.4. Qualitat del pernil cuit.....	10
1.4.1. Carns pàl·lides, toves i exsudatives (PSE) .....	12
1.4.2. Salmorra d'injecció .....	13
1.4.2.1. Ingredients i additius més utilitzats en la fabricació de pernil cuit i la seva importància tecnològica .....	14
1.5. Textura .....	17
1.5.1. Mètodes empírics .....	18
1.5.2. Mètodes imitatius .....	18
1.5.2.1. Anàlisi del perfil de textura (TPA).....	19
2. OBJECTIUS.....	21
3. MATERIAL I MÈTODES.....	22
3.1. Material i equips.....	22
3.1.1. Matèria primera .....	22
3.1.2. Equips.....	23
3.2. Preparació matèria primera .....	24
3.2.1. Elaboració d'estoc de carn magra amb baixa funcionalitat tecnològica .....	24
3.2.2. Elaboració de les solucions de proteïna càrnia amb elevada funcionalitat tecnològica .....	25
3.2.3. Preparació de les formulacions de les salmorres.....	27

---

3.3.	Mètode d'elaboració.....	30
3.3.1.	Elaboració de les salmorres i dels models carnis .....	30
3.3.2.	Cocció .....	33
3.4.	Caracterització de les salmorres .....	35
3.5.	Avaluació de les salmorres en un model de producte carni cuit .....	36
3.6.	Mesura de la textura instrumental .....	37
3.6.1.	Anàlisi de la textura instrumental de les salmorres cuites.....	37
3.6.2.	Anàlisi del perfil de textura (TPA).....	38
3.7.	Anàlisi estadística.....	39
4.	RESULTATS I DISCUSSIÓ .....	40
4.1.	Determinació del pH de les salmorres acabades d'elaborar .....	40
4.2.	Avaluació de la termo-reversibilitat dels gels formats per les salmorres cuites (mesura qualitativa).....	42
4.3.	Efecte dels diferents ingredients i additius sobre la textura instrumental de les salmorres cuites.....	42
4.4.	Avaluació de la consistència de l'exsudat dels models de producte carni cuit (mesura qualitativa).....	47
4.5.	Determinació de les minves en els diferents models de producte carni cuit segons els ingredients i additius utilitzats en la salmorra.....	48
4.6.	Efecte dels diferents ingredients i additius utilitzats en les salmorres sobre la textura instrumental del models de producte carni cuit.....	51
5.	CONCLUSIONS.....	55
6.	INDEX DE FIGURES I TAULES .....	56
7.	BIBLIOGRAFIA.....	58

## RESUM

El consum de productes carnis de porc transformats ha disminuït a Catalunya entre els anys 2012 i 2016. Probablement per les noves tendències de salut i alimentació actuals entre els consumidors. En aquest context, hi ha una demanda creixent de productes mínimament processats i llestos per el consum. L'increment de la demanda per part dels consumidors de productes amb menys sal i additius, magnifica la importància de la qualitat tecnològica de la matèria primera per a la indústria elaboradora.

El pernil cuit, és el segon producte transformat més consumit després del pernil curat (pernil salat) a Catalunya. Això fa que sigui un producte de valor per les empreses les quals són les primeres interessades en l'optimització del procés d'elaboració i de la formulació d'aquest producte. A més, avui en dia un percentatge cada vegada més elevat de pernil cuit es llesca i s'envasa al buit o en atmosfera modificada amb la finalitat de garantir la seguretat microbiològica, allargar la vida útil i mantenir les característiques sensorials.

Actualment ens trobem amb una alta incidència de pernills frescos amb baixa capacitat de retenció d'aigua (CRA). La capacitat de retenció d'aigua és un factor clau de la qualitat tecnològica en l'elaboració de productes carnis cuits. Això implicaria un alt percentatge de rebuig d'aquesta matèria primera per part de les empreses elaboradores d'aquests tipus de productes, fet però que no és factible a causa de les dificultats de subministrament de carn de qualitat tecnològica normal i a les gestions que suposa el rebuig de les carns pàl·lides, toves i exsudatives (PSE). La principal característica dels pernills cuits elaborats amb carn de baixa capacitat de retenció d'aigua és que presenten problemes de qualitat associats a la presència d'exsudats dels productes llescats i envasats, atribuint-los una disminució de la seva vida útil i com a conseqüència per a la indústria pèrdues econòmiques importants en comparació amb els pernills elaborats amb carn de bona qualitat tecnològica.

Aquest projecte es realitza en el marc del projecte titulat "Mejora de la calidad del jamón cocido mediante el aumento de la capacidad de retención de agua durante su elaboración i conservación" (INIA RTA2015-00077-C02-01). L'objectiu d'aquest projecte és la millora de la qualitat de pernil cuit quan s'utilitza com a matèria primera carn de baixa qualitat tecnològica, amb poca capacitat de retenció d'aigua, tipus PSE, la qual causa problemes en l'elaboració d'aquest tipus de productes.

Els objectius del present estudi són:

- Caracteritzar les salmorres elaborades amb diferents proteïnes comercials (col·lagen i plasma) i amb una solució de proteïna càrnia d'alta qualitat funcional per a la millora de la qualitat tecnològica de productes carnis cuits.
- Avaluat la qualitat tecnològica dels models carnis cuits elaborats amb carn de baixa qualitat tecnològica i amb les diferents salmorres sense addició de fosfats.

Es van preparar 8 salmorres diferents (amb un mínim de dues rèpliques cadascuna): A) Scancure DI-95 & SonacPP70P, B) Vepro-Gel 95 PCP-I & Vepro 75PSC, C) Control sense proteïna afegida, D) Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn fresca, E) Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn congelada, F) Vepro-Gel 95 PCP-I, G) Scancure DI-9, H) Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn congelada & Scancure DI-95. Totes les formulacions efectuades consten de quatre ingredients base, aquests són la sal (NaCl), sal nitrificant C New (7,5% Nitrit sòdic), dextrosa i eritorbat i diferents proteïnes afegides. Finalment es van elaborar 19 lots de salmorres i models carnis cuits en 5 dies diferents per avaluar en total els 8 tipus de salmorres, seguint el procés d'elaboració establert.

En proves preliminars es va avaluar el comportament de salmorres amb col·lagen i plasma després de la cocció, per comprovar la seva termo-reversibilitat. Es van elaborar els 19 lots de salmorres i models carnis i es van caracteritzar mesurant la temperatura, com a paràmetre de control del procés d'elaboració i el pH per diferenciar les formulacions segons els additius utilitzats de les salmorres i models carnis acabats d'elaborar. Un cop cuites les salmorres, es va avaluar la textura instrumental d'aquestes mitjançant un test de ruptura. Els models carnis cuits, un cop a temperatura de refrigeració, es van avaluar determinant la consistència (mesura qualitativa) de l'exsudat de les peces, i es van determinar dues minves diferents; la minva de cocció i la minva total (inclou la minva de cocció més la minva durant l'envasat al buit). Finalment es van avaluar realitzant l'anàlisi instrumental del perfil de textura (TPA).

Les salmorres amb plasma en la seva formulació van ser les que van presentar un pH més elevat. Els valors de pH més elevats (>8) s'atribueix al contingut de plasma afegit com a producte proteic. Aquest també confereix termo-irreversibilitat a les salmorres cuites a diferència del col·lagen que és termo-reversible.

Els gels de les salmorres cuites que van presentar més duresa, i que per tant es va exercir una Força màxima (N) superior en el punt de ruptura, van ser els gels de les salmorres amb col·lagen. Els gels més fràgils a la ruptura amb la sonda de bola són els de les salmorres (H, D i E), elaborats a partir de solucions de proteïna funcional. Aquestes presentaven una textura de "mousse", de tacte esponjoses i suaus però es diferenciaven entre elles. La salmorra E (elaborada amb solució



de proteïna càrnia obtinguda a partir de carn congelada) presentava més exsudat degut al procés de congelació de la carn que va repercutir negativament a la funcionalitat tecnològica de la proteïna. La salmorra H, que contenia col·lagen, la textura era similar a la salmorra E però la capa externa de col·lagen va formar una capa externa gelatinosa a la superfície afavorint la retenció d'aigua del gel disminuint les pèrdues d'exsudat.

Pel que fa la consistència dels exsudats dels models carnis cuits, els models carnis que contenien col·lagen en la formulació presentaven una capa externa de gelatina més consistent que la resta. Els models carnis que van presentar el percentatge de minves inferior van ser els que es van elaborar a partir de salmorra amb solució de proteïna funcional fresca. La minva total, que inclou la minva de cocció més la minva durant l'envasat al buit va mostrar un comportament similar a la minva de cocció en les diferents formulacions.

En l'Anàlisi del Perfil de Textura, els models carnis elaborats amb producte proteic del mateix tipus mostren perfils de textura similars. Els que contenien solució de proteïna funcional van presentar valors més elevats dels paràmetres estudiats.

Malgrat que en la caracterització de les salmorres les formulacions que contenien proteïna càrnia funcional van donar lloc a gels menys consistents i amb més exsudats que els de formulacions que contenien plasma o col·lagen, un cop incorporats en el model carni van ser els que van reduir més les minves per cocció i van proporcionar una estructura més ferma al producte final. S'ha pogut observar que el procés de congelació disminueix la funcionalitat tecnològica de la proteïna càrnia utilitzada en la formulació de les salmorres, ja que els models carnis elaborats amb la solució de proteïna càrnia funcional obtinguda a partir de carn congelada presentaven més minves que els models elaborats amb la solució de proteïna obtinguda a partir de carn fresca.

A partir dels resultats d'aquest treball es pot confirmar que les formulacions de salmorres amb solució de proteïna càrnia funcional són interessants per a dur a terme posteriors estudis per definir un procés d'elaboració òptim i viable per la producció del pernil cuit en la indústria.

## PARAULES CLAU

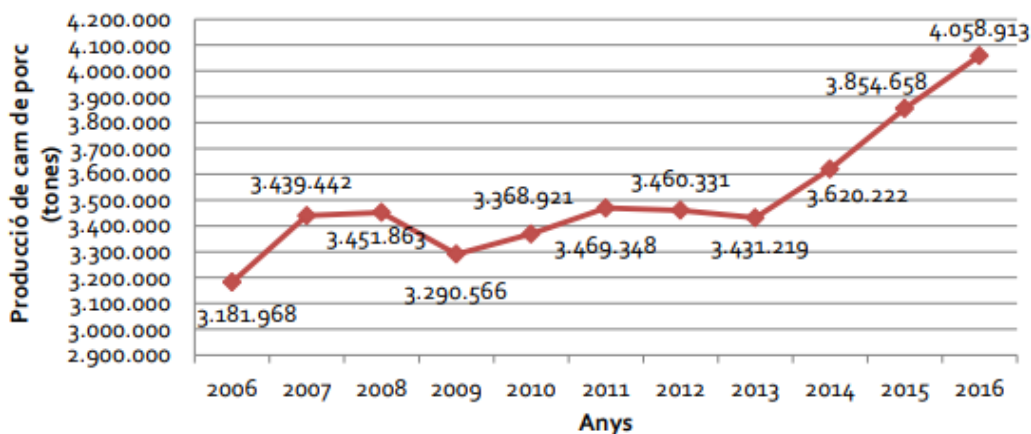
- Capacitat de retenció d'aigua
- Carn amb baixa funcionalitat tecnològica
- Minva
- Model carni cuit
- Proteïnes
- Salmorra
- Solució de proteïna funcional

## 1. INTRODUCCIÓ

### 1.1. Situació del sector carni

A nivell mundial, la Unió Europea (UE-28) és el segon productor de carn de porcí, després de la Xina. Individualment, Espanya és la quarta potència productora, després de Xina, EEUU i Alemanya, mentre que a nivell europeu, Espanya ocupa el segon lloc amb una producció del 17,5% de les tones produïdes a l'any (MAPAMA, 2016, dades extretes de SG Estadísticas).

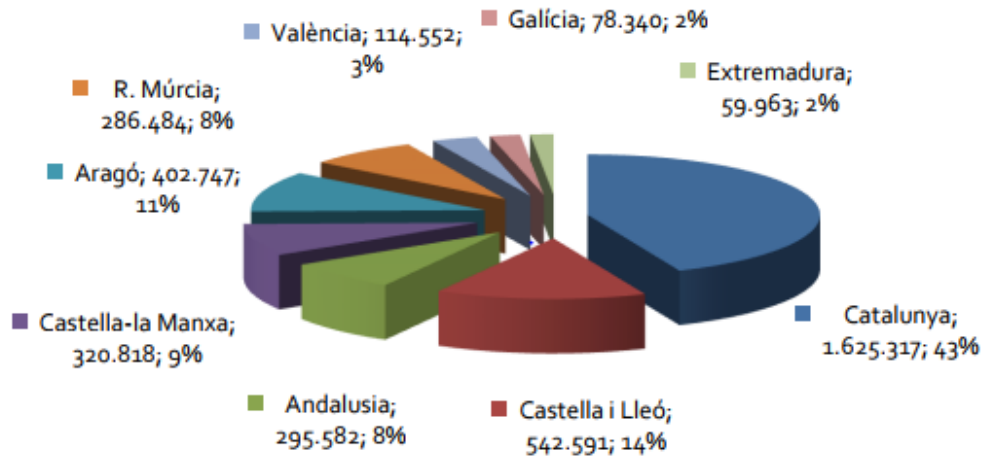
Durant els últims anys el sector porcí ha crescut notablement, tant en producció, com en cens i número d'explotacions, gràcies a l'empenta dels mercats exteriors i a la competitivitat del sector en el mercat mundial. A la *Figura 1.1* (Grup de Gestió Porcina (GGP\_UdL), 2016) es mostra l'increment de producció de carn de porc entre l'any 2006 i 2016, essent aquest aproximadament de 877.000 tones.



*Figura 1.1 Evolució de la producció de carn de porc a Espanya durant el períodes 2006-2016 (font: MAPAMA).*

Aquest augment de la producció, ha incrementat encara més l'elevada taxa d'auto-abastiment, (170,6% el 2016, dades extretes de: SG Estadística, AEAT, INE) fet que comporta l'exportació en un element essencial per l'equilibri del mercat. Amb una balança comercial molt positiva, Espanya s'ha consolidat com a segon exportador de porcí de la UE, després d'Alemanya, augmentant espectacularment les exportacions a tercers països, especialment a Xina. Aquest és el primer destí de les exportacions de carn de porcí espanyol en l'últim període. En el context internacional, la UE és la principal potència exportadora. (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Gobierno de Espanya, 2018).

A nivell territorial, l'any 2015, Catalunya encapçalava la primera posició amb un 43% en producció de carn de porc en comparació amb la resta de comunitats autònomes. S'observa la distribució per comunitats autònomes de la producció de carn de porc (tones) a la *Figura 1.2*, (Informe del sector porcí (Grup de Gestió Porcina (GGP\_UdL), 2016).



*Figura 1.2 Distribució per comunitats autònomes de la producció de carn de porc (tones) durant l'any 2015 (font: MAPAMA).*

El consum de productes carnis transformats de porc, ha disminuït a Catalunya entre els anys 2012 i 2016. Probablement per les noves tendències de salut i alimentació actuals entre els consumidors. En aquest context, hi ha una demanda creixent de productes mínimament processats i llestos per el consum. L'increment de la demanda per part dels consumidors de productes amb menys sal i additius, magnifica la importància de la qualitat tecnològica de la matèria primera per a la indústria elaboradora.

A la *Figura 1.3*, s'observa la disminució del consum (kg) de productes derivats del porc per càpita anual a les llars catalanes.

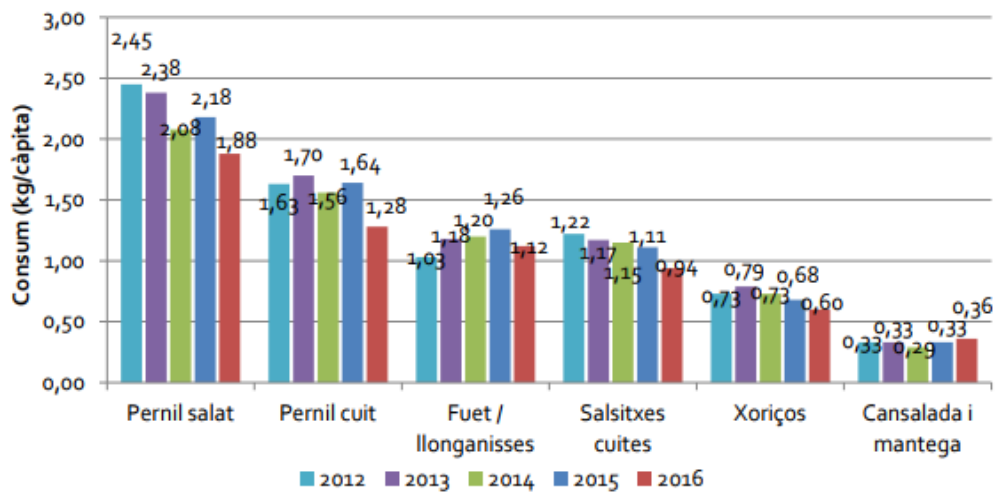


Figura 1.3 Consum de productes derivats del porc a les llars catalanes durant els anys 2012, 2013, 2014, 2015 i 2016 (font: DARP).

Com es pot veure a la *Figura 1.3*, el pernil cuit, és el segon producte transformat més consumit després del pernil curat (pernil salat) a Catalunya. Això fa que sigui un producte de valor per les empreses les quals són les primeres interessades en l'optimització del procés d'elaboració i de la formulació d'aquest producte. A més, avui en dia un percentatge cada vegada més elevat de pernil cuit es llesca i s'envasa al buit o en atmosfera modificada amb la finalitat de garantir la seguretat microbiològica, allargar la vida útil i mantenir les característiques sensorials.

Actualment ens trobem amb una alta incidència de pernills frescos amb baixa capacitat de retenció d'aigua (CRA). La capacitat de retenció d'aigua és un factor clau de la qualitat tecnològica en l'elaboració de productes carnis cuits. Això implicaria un alt percentatge de rebuig d'aquesta matèria primera per part de les empreses elaboradores d'aquests tipus de productes, fet però que no és factible a causa de les dificultats de subministrament de carn de qualitat tecnològica normal i a les gestions que suposa el rebuig de les carns pàl·lides, toves i exsudatives (PSE).

## 1.2. Productes carnis cuits

Els productes carnis es defineixen en l'Annex I el punt 7.1 de la normativa comunitària d'aplicació, el Reglament 853/2004, per el que s'estableixen normes específiques d'higiene dels aliments d'origen animal.

Són els productes transformats resultants de la transformació de la carn o de la nova transformació d'aquests productes, de manera que la superfície de tall mostri que el producte ha deixat de tenir les característiques de la carn fresca.

Entenent la transformació, com qualsevol acció que alteri de manera substancial el producte inicial, inclòs el tractament tèrmic, el fumatge, la curació, la maduració, el marinat, l'extracció, l'extrusió o una combinació d'aquests procediments.

Segons el tractament tèrmic utilitzat obtenim:

- Productes carnis cuits esterilitzats, aquests no requereixen refrigeració.
- Productes carnis cuits pasteuritzats, a diferència dels anteriors aquests requereixen refrigeració.
- Productes carnis cuits amb tractament tèrmic incomplet, tractament que provoca coagulació de proteïnes però no s'assoleix la pasteurització. Requereixen refrigeració i tractament culinari abans del consum).

Dins de cada tipus de producte es subdivideixen en:

- Peces, parts o músculs identificables anatòmicament.
- Carns trossegades o picades.
- Altres, elaborats a partir de carn, sang, menuts, o una barreja d'aquests.

Així doncs per simplificar, els productes carnis cuits són els preparats essencialment amb carn i/o despulles comestibles d'una o varies espècies animals. Que porten incorporats condiments, espècies i additius i que durant la fabricació han estat sotmesos a l'acció de la calor assolint en el seu punt crític una temperatura suficient per provocar la coagulació total o parcial de les proteïnes càrnies.

Tipus de productes carnis tractats pel calor:

- Productes preparats amb peces de carn identificables que mantenen la integritat anatòmica. Com per exemple el pernil cuit.
- Productes carnis trossegats (picats i pastes) embotits o no. Com per exemple fiambres, patés, salsitxes cuites (frankfurts)...

### **1.3. Pernil cuit**

Producte carni cuit elaborat a partir de la totalitat o una part dels músculs de la cuixa de porc (identificables anatòmicament). S'injecta una salmorra a la carn fresca, pateix un procés de massatge, s'envasa al buit i pateix un procés de cocció pel qual s'han destruït les formes vegetatives dels microorganismes patògens i la quasi totalitat de la microbiota banal. Sotmetent el producte a temperatures variables en funció del temps de tractament de manera que aquest no pateixi modificacions essencials en la seva composició, coagulin les proteïnes de la carn i

s'asseguri la seva conservació a temperatura de refrigeració durant un període de temps no inferior a 48 hores. A continuació es mostra el diagrama de flux del procés d'elaboració del pernil cuit i una breu descripció de cada etapa:

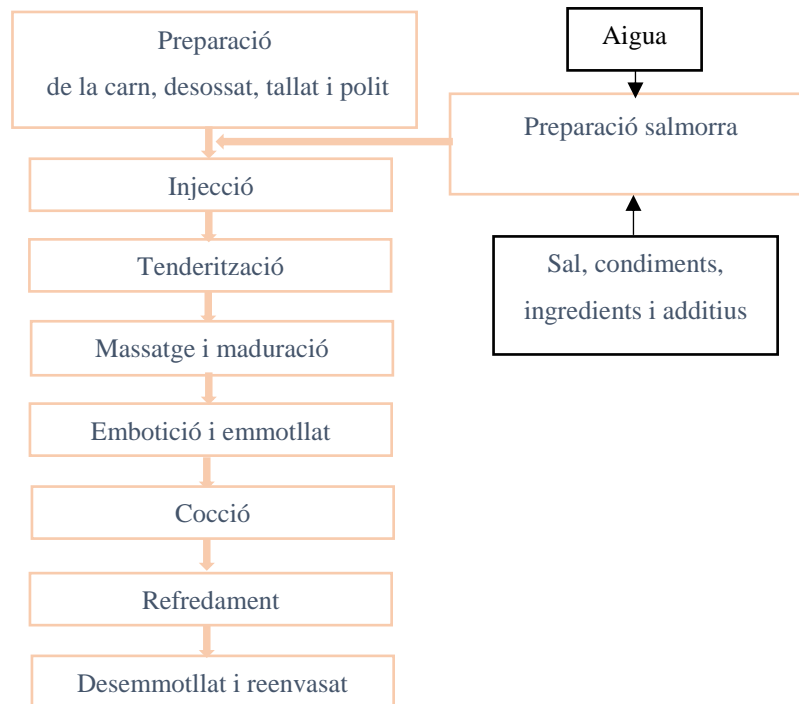


Figura 1.4 Procés d'elaboració del pernil cuit.

**Preparació de la carn:** Es desossen els pernills amb ganivet i obrint la peça o bé extraient els ossos amb una gúbia (per mantenir més la forma anatòmica), aquest procés pot ser manual o mecanitzat. El tallat és el procés en què es separen els músculs i el polit es tracta de la separació de greix, teixit conjuntiu, tendons i nervis per facilitar la solubilització de proteïnes i afavorir el lligat i evitar la contracció de la peça durant la cocció.

**Injecció i tenderització:** S'introdueix la salmorra preparada en els diferents músculs gràcies a les màquines injectores, i aquestes a la vegada augmenten la superfície d'extracció de les proteïnes miofibril·lars (tenderització).

**Massatge i maduració:** Efecte mecànic per fregament degut a la fricció entre els músculs amb les parets i pales del bombo massetjador. Cal adoptar el sistema i les condicions de massatge (temps, càrrega, velocitat de gir del tambor, i buit segons el tipus de matèria primera, composició de la salmorra i per tant la qualitat del producte que s'elabora. La maduració es tracta del repòs d'unes 24 hores de les peces per optimitzar l'efecte del massatge i una bona homogeneïtzació del color.

L'objectiu d'aquestes etapes prèvies (injecció, tenderització, massatge i maduració) és distribuir uniformement la salmorra, estovar els músculs, i extreure i solubilitzar proteïnes miofibril·lars. Això tindrà efectes sobre:

- Textura i aparença: degut a l'exsudat de proteïnes solubles, augmenta la solubilitat en medis de força iònica elevada, provocant el lligat d'aquestes.
- Capacitat de retenció d'aigua: disminució de minves en la cocció aconseguint més rendiment.

Embotició i emmotllat: La massa madurada s'envasa i es col·loca en recipients o motllos que determinaran la forma del producte durant la cocció. El producte pot ser cuit dins l'envàs definitiu o re-embalat després de la cocció.

Cocció: Tractament tèrmic de 65-75°C a cor del producte, per aconseguir:

- Desenvolupament de les característiques sensorials, es realitzen canvis en:
  - L'estructura, degut a la coagulació de les proteïnes musculars (miofibril·lars i col·lagen).
  - El "flavor" característic, provocat per les reaccions d'oxidació, Maillard... que comporten la formació de compostos aromàtics.
  - El color, gràcies a la desnaturalització de la nitrosomioglobina i transformació en nitrosomicrocromògen (pigment rosat), que s'estabilitza a temperatura mínima de 65°C.
- Estabilització microbiològica, reducció de la càrrega microbiana per efecte de la calor (68-70°C en el centre del producte).

Refredament i desemmotllat: Disminució de la temperatura per dutxes o immersió en aigua freda del producte. El desemmotllat es realitza 24 hores després de la cocció.

Al tractar-se d'un producte pasteuritzat s'ha d'emmagatzemar en temperatures de refrigeració ( $T^a \leq 4^{\circ}\text{C}$ ).

#### **1.4. Qualitat del pernil cuit**

La qualitat de la matèria primera utilitzada és un factor determinant en el producte final. Per tant és molt important utilitzar carn amb una bona qualitat tecnològica, determinada principalment per la capacitat de retenció d'aigua (CRA).

Factors a considerar en la qualitat de la carn (Xargayó, M., [www.metalquimia.com](http://www.metalquimia.com)):



- El pH: condicionarà el rendiment del producte i l'aspecte del tall. La carn amb  $\text{pH} < 5,6$  (carn PSE: *pale, soft, exsudative*) tindrà una menor capacitat de retenció d'aigua i color pàl·lid. Aquest defecte pot suposar problemes de minves en la cocció, lligat i aspecte del producte. També en podem trobar amb carn amb pH superior a 6 (DFD: *dark, firm, dry*), aquest tipus de carn té una gran capacitat de retenció d'aigua però per contra, té un major risc de contaminació microbiològica i color massa fosc.
- Proporció de greix: tecnològicament la presència de greix pot afectar en la minva de cocció i provocant problemes en el lligat dels diferents músculs. El greix intermuscular reté líquids aportant en el producte un aspecte esponjós però dificulta el lligat entre els músculs. Depenent de les costums de diferents països aquest greix és important per l'aspecte del tall i per l'aportació de gust. El greix intramuscular (marbrejat de la carn) és el que aporta una millora en la textura i la masticabilitat del producte.
- Temps entre el sacrifici i el processat de la carn: cal superar el "*rigor mortis*" (rigidesa muscular que apareix després del sacrifici). En la carn de porc es considera de 36 hores.

L'origen dels problemes de qualitat tecnològica de la carn està relacionat amb la genètica i el sacrifici dels animals (Warris, 2000). Segons les condicions de maneig dels animals abans del sacrifici i l'evolució dels valors de pH *post-mortem* s'han establert tres categories de qualitat de la carn:

- Les carns PSE (pàl·lides, toves i exsudatives,  $\text{pH} < 5,6$ ) són afavorides per un estrès sever, immediat previ al sacrifici. Aquest tipus de carn es troba majoritàriament en carn de porcí i aviram.
- La carn normal o RFN (vermella, ferma i no exsudativa) la qual es troben els paràmetres òptims de la carn amb bona qualitat tecnològica, amb valors de  $\text{pH} \geq 5,6$  i  $\leq 5,7$ .
- La carn DFD (fosca, ferma i seca,  $\text{pH} > 6,2$ ). Causada per condicions extenuades d'estrès durant la vida de l'animal. Això fa que es consumeixin les reserves de glucogen muscular abans del sacrifici provocant un major pH final de la carn. Majoritàriament la carn més predeterminada a donar problemes de DFD és la de les espècies boví i oví.

Es pot observar en la *Figura 1.5* les diferències de color i de capacitat de retenció d'aigua entre els tres tipus diferents de carn de porc.

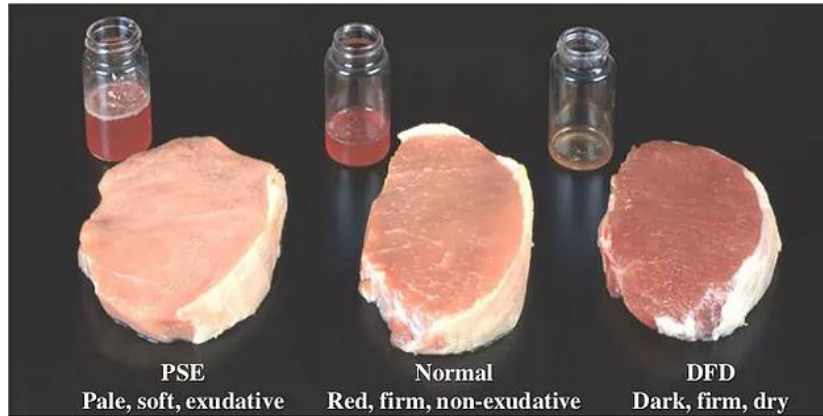


Figura 1.5 Diferències de color i de capacitat de retenció d'aigua (CRA) entre les carns PSE, Normal i DFD de porc. Font: [www.emvejpr.com/single-post/2018/06/11/Carne-PSE-e-DFD](http://www.emvejpr.com/single-post/2018/06/11/Carne-PSE-e-DFD).

#### 1.4.1. Carns pàl·lides, toves i exsudatives (PSE)

En el cas de la carn, el pH del múscul viu és aproximadament neutre. En el sacrifici de l'animal, manca oxigen en el múscul i predominen les reaccions anaeròbiques (glucòlisi anaeròbica) que genera àcid làctic a partir de les reserves de glucogen dels músculs. La formació d'àcid làctic, provoca el descens del pH en el múscul.

En les carns PSE, aquests defectes es generen per una glicòlisi accelerada provocada per una combinació de diferents factors amb l'animal i el seu ambient, principalment l'estrès de l'animal en els moments previs al sacrifici. Per tant, es provoca un descens ràpid del pH durant la primera hora *post-mortem*, mentre la temperatura de l'animal encara és elevada.

A la *Figura 1.6*, gràfica pH – temps *post-mortem*, es mostren els diferents tipus de carn (PSE, Normal i DFD) segons la baixada del pH durant les 24 hores després del sacrifici. S'observa com en les carns PSE hi ha un descens pronunciat del pH durant les primeres hores després del sacrifici. A diferència de les carns DFD, que en aquestes el pH disminueix més lentament i es manté amb valors superiors a 6.

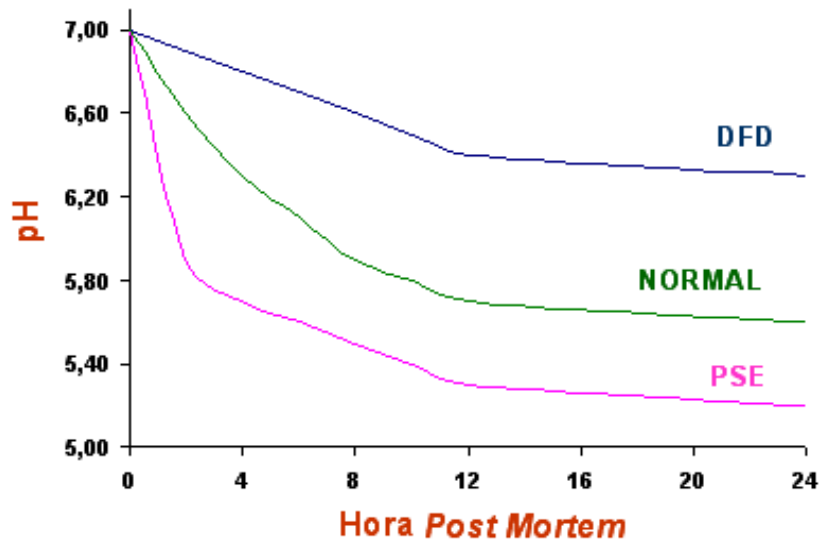


Figura 1.6 Diferenciació del tres tipus de carn ( PSE, Normal i DFD) degut al descens del pH muscular després del sacrifici. Font: <http://www.hannainst.es/blog/page/3/>.

Les carns PSE tenen un color pàl·lid degut a la desnaturalització de les proteïnes per efecte de l'alta temperatura i el ràpid descens del pH (desnatura proteica). A més també presenten una desestructuració de les fibres musculars repercutint en la textura i en la pèrdua de la capacitat de retenció d'aigua (CRA).

En el pernil i l'espalla cuits, les carns PSE generen problemes importants de despreniment de gelatina, la qual cosa és especialment important en pernills sense fosfats afegits i en aquells que es couen en envàs definitiu (minva 0). Per elaborar aquests tipus de productes és convenient evitar les carns exsudatives i utilitzar ingredients (per exemple hidrocol·loides) que compensin la pèrdua de retenció d'aigua de la carn. (Generalitat de Catalunya, 2010).

#### 1.4.2. Salmorra d'injecció

El procés d'elaboració del pernil cuit requereix l'addició d'una sèrie d'ingredients i additius indispensables per obtenir el producte desitjat. Aquests elements conjuntament amb l'aigua formen la salmorra, que serà introduïda per injecció dins la carn de manera homogènia. Una irregularitat en la distribució de la salmorra en la carn provoca deficiències en el color, el lligat de la proteïna, en la minva i en el gust.

El percentatge (%) de salmorra es determina segons la qualitat del producte final que es vol obtenir. Cal tenir present el Real Decret 474/2014, de 13 de juny, per el que s'aprova la norma de qualitat dels productes derivats carnis. Aquesta norma estableix la caracterització dels derivats carnis en funció del tractament sotmès, els factors de composició, qualitat, etiquetatge i en

particularitat la identificació de pernils i espatlles controlant el període d'elaboració, l'autocontrol i la traçabilitat així com les característiques fisico-químiques que han de complir, aquestes s'exposen a continuació en la *Taula 1.1*:

*Taula 1.1 Característiques fisico-químiques dels derivats carnis.*

<i>Denominació del producte</i>	<b>Categoria comercial</b>	<b>Humitat / Proteïna</b>	<b>Proteïnes lliures de col·lagen (g/100g)</b>	<b>Sucres solubles totals (g glucosa/100g)</b>	<b>Midó (g glucosa/100g)</b>	<b>Proteïnes afegides</b>
<i>Pernil cuit</i>	Extra	≤4,13	-	≤1,5	Absència	Absència
<i>Espatlla cuita</i>	Extra	≤4,35	-	≤1,5	Absència	Absència
<i>Pernil cuit</i>	-	-	≥14,0	≤2,0	Absència	≤1,0
<i>Espatlla cuita</i>	-	-	≥14,0	≤2,0	Absència	≤1,0

*Font: Real Decret 474/2014, de 13 de juny, per el que s'aprova la norma de qualitat de derivats carnis.*

El percentatge d'injecció es relaciona amb la següent fórmula:

$$\% \text{ Injecció} = \frac{\text{Pes carn fresca} \times \text{Pes salmorra injectada}}{\text{Pes carn fresca}}$$

#### **1.4.2.1. Ingredients i additius més utilitzats en la fabricació de pernil cuit i la seva importància tecnològica**

Es distingeixen els diferents components del pernil cuit entre ingredients i additius. Els ingredients són aquells presents en la naturalesa i que es consumeixen habitualment en una dieta equilibrada. Els additius a diferència, és tota substància que no es consumeix normalment, addicionada intencionadament en el producte amb finalitats organolèptiques i tecnològiques.

A continuació es descriuen els principals ingredients i additius més utilitzats en la indústria i les seves propietats funcionals (Freixanet, Ll., [www.metalquimia.com](http://www.metalquimia.com)):

Ingredients:

**Carn:** com s'ha explicat anteriorment la qualitat de la carn és un factor determinant en el producte final.

**Aigua:** És el segon ingredient majoritari en els pernills cuits. L'aigua utilitzada en la preparació de la salmorra ha de ser el més dèbil possible ja que una alta concentració de ions pot afectar negativament la capacitat de retenció d'aigua del producte. També la presència de sals metàl·liques pot inhibir parcialment l'ascorbat, present en la salmorra com antioxidant, afectant l'estabilitat del color del producte final.

**Sal:** La sal juga un paper molt important, té la capacitat de reduir l'activitat d'aigua, facilitant la conservació i aportant gust. També és un factor clau en la solubilització de proteïnes i el lligat dels músculs en el producte acabat gràcies a l'aportació de força iònica.

**Sucres:** S'utilitzen bàsicament disminuint l'activitat d'aigua i també tenen un efecte important en el gust del producte. Els oligosacàrids utilitzats poden ser: la sacarosa, la dextrosa, la lactosa, la fructosa... Normalment es solen utilitzar mescles d'aquests.

**Proteïnes:** Les proteïnes i els seus hidrolitzats s'utilitzen per incrementar el contingut proteic dels producte final i per la seva capacitat de retenció d'aigua. Els hidrolitzats de proteïna però no tenen la capacitat de retenció d'aigua sinó que la seva funcionalitat és la d'aportació proteica i de gust. Es poden utilitzar proteïnes de la llet, de l'ou i vegetals (soja), però aquestes presenten la complicació de causar al·lèrgies alimentàries als consumidors. També s'utilitzen proteïnes de la sang (per exemple, el plasma) i de col·lagen. En general aquestes presenten efectes positius i negatius, per tant és interessant utilitzar-les en mescles que confinin les bones propietats i redueixin els efectes negatius. El seu ús està limitat per el gust que poden aportar al producte i per legislació (RD 474/2014, de 13 de juny, per el que s'aprova la norma de qualitat dels productes derivats carnis).

**Fècules:** Són polisacàrids que gelifiquen (formant una xarxa tridimensional) per acció de la calor i retenen gran quantitat d'aigua. Quan els productes de la *Taula 1.1* continguin fècula en la seva formulació es denominaran "fiambre de" i aquests hauran de complir amb les característiques de l'article 17 del Real Decret (RD 474/2014).

**Fibres:** polisacàrids que constitueixen les parets cel·lulars dels vegetals, proporcionen una bona capacitat de retenció d'aigua i una millora en la textura dels productes. S'utilitzen com a substituents de la matèria grassa en productes carnis amb baixa aportació calòrica.

**Saboritzants:** es troben gran varietats alguns exemples són: espècies naturals, extractes de fum...

Additius:

Colorants: poden ser utilitzats com a matèria colorant en el pernil cuit. El més utilitzat és el Carmí de cotxinilla (colorant natural extret de les femelles insecte *Coccus Cacti*). El caramel també és un altre colorant natural que s'utilitza per aportar color marronós en pernills cuits per simular succedanis de fum. En el cas dels colorants artificials, el seu ús és cada vegada més restringit en pernil cuit.

Nitrits i nitrats: aquest grup d'additius té un paper molt important en el procés de cocció del pernil cuit, actuen com a conservadors però tenen varis efectes en el pernil cuit. El principal responsable dels efectes que es produeixen és la molècula d'òxid nítrós, que és formada a partir de reaccions químiques del nitrit. La formació del color s'origina amb la unió de l'òxid nítrós i l'anell tetrapirròlic central de la mioglobina dels músculs per formar nitrosomioglobina. Aquesta última es desnaturalitzarà en globina i nitrosomiocromògen (pigment rosat responsable del color característic del pernil cuit). Aquest pigment és inestable però s'estabilitzarà a una temperatura mínima de 65°C, amb un pH del producte no excessivament elevat i per la presència d'antioxidants en la salmorra com l'ascorbat o l'eritorbat.

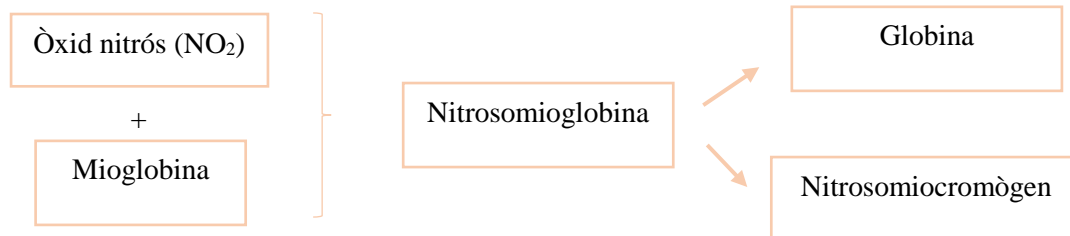


Figura 1.7 Reaccions de la formació del color en el procés d'elaboració del pernil cuit.

Els nitrats en canvi, s'utilitzen més en productes carnis curats. Això és perquè el nitrat no té acció nitrificant en la carn sinó que és el nitrit al qual es transforma degut a l'acció d'enzims produïts per microorganismes endògens de la carn. Aquest nitrit de nova formació permet una regeneració del pigment i per tant contribueix a l'estabilitat del color. Per tant és una pràctica habitual en la indústria utilitzar preparats d'additius amb nitrit i nitrat.

En qualsevol cas la concentració final de nitrit en el producte no pot superar els 125ppm, segons la legislació vigent (Reglament (UE) n° 1129/2011 de la Comissió, de l'11 de novembre de 2011, per el que es modifica l'annex II del Reglament (CE) n° 1333/2008 del Parlament Europeu i del Consell per establir una llista d'additius alimentaris).

Conservants: tenen la capacitat de alentir el deteriorament dels aliments causat per la presència de microorganismes. Poden ser d'origen artificial però en l'actualitat es tendeix a la utilització de conservants més naturals degut a la tendència per part dels consumidors per productes menys industrialitzats, més naturals i saludables. El més utilitzats són derivats de l'àcid làctic (lactat sòdic i lactat potàssic)

Antioxidants: els més utilitzats són l' L-ascorbat de sodi i el seu isòmer òptic l'eritorbat sòdic. El primer és la vitamina C o àcid ascòrbic, en canvi el segon no presenta l'acció vitamínica però si la mateix acció tecnològica, per aquest motiu (l'eritorbat) no està autoritzat en alguns països. La funció principal és la de reduir els nitrits a òxid nítrós facilitant així la formació de la nitrosomioglobina i per tant el color rosat típic del pernil cuit. A més contribueix a l'estabilitat del color en el producte acabat. Per últim contribueix a evitar la formació de compostos cancerígens (nitrosamines). Cal addicionar l'ascorbat/eritorbat en la salmorra un cop els nitrits s'han dissolt amb aquesta i tingui un pH alcalí, per evitar formació de vapors nitrosos irritants.

Fosfats: sals de l'àcid ortofosfòric ( $H_3PO_4$ ), s'utilitzen per la seva gran capacitat de retenció d'aigua, (disminueixen els efectes exsudatius de les carns PSE). I també afavoreixen la solubilització i extracció de les proteïnes miofibril·lars del múscul, facilitant el lligat intermuscular. Actuen sinèrgicament amb la sal. Degut a la insolubilitat que presenten s'utilitzen barreges de tripolifosfats, pirofosfats i hexametfosfats.

Estabilitzants i espesseïdors: polisacàrids (carragenats i alginats) procedents de diferents espècies d'algues. Els més utilitzats en pernil cuit són els carragenats, es solen utilitzar mescles comercials constituïdes per proporcions de les diferents fraccions d'aquests (*Kappa*, *Lambda* i *Iota*) i algunes gomes (degut al seu efecte sinèrgic d'augmentar la capacitat de retenció d'aigua dels carragenats) i sals. Es poden utilitzar com a espesseïdors de salmorra augmentant la viscositat, o bé d'estabilitzants aprofitant la capacitat de retenció d'aigua dels carragenats formant gels.

Potenciadors del sabor: substàncies que sense modificar el gust de l'aliment, exalten la percepció d'aquest. El més utilitzat és el glutamat monosòdic.

## 1.5. Textura

La textura d'un aliment és una propietat organolèptica que fa referència a tots els seus atributs mecànics, geomètrics i superficials perceptibles a través dels receptors mecànics, tàctils i, si s'escau visuals i auditius (ISO 5492).

Es tracta d'una propietat molt difícil de descriure degut a:

- L'elevada diversitat en la textura dels aliments
- Un mateix aliment pot ser, texturalment, molt heterogeni i, per tant, complex
- Interaccionen molts sentits diferents
- El patró de resposta a un estímul determinat està fortament influenciat per les pròpies capacitats perceptives, preferències, qüestions culturals, edat, moment del dia... entre d'altres.

Això fa que sigui molt difícil d'avaluar objectivament la textura utilitzant els nostres sentits, a més d'inviàbil en la majoria de les situacions, i que s'hagin desenvolupat sistemes instrumentals que permetin caracteritzar la textura dels productes. L'objectiu d'aquests mètodes instrumentals és obtenir una mesura objectiva que permeti predir de manera aproximada la percepció sensorial que tindrà el consumidor.

Existeixen diferents tipus de mètodes instrumentals que permeten dur a terme la determinació de la textura. Bàsicament, es tracta de mètodes empírics i de mètodes imitatius.

#### **1.5.1. Mètodes empírics**

Bàsicament consisteixen en aplicar una força i es mesura la resposta de l'aliment. Els assajos més habituals són els de penetrometria i punció, de compressió i de tall. Es determina la seva duresa que ve representada pel valor de la força màxima requerida per penetrar, comprimir o tallar la peça en unes condicions preestablertes.

Un exemple molt típic en el cas de la carn fresca és l'ús de la sonda de tall de Warner-Bratzler per determinar la seva duresa (tendresa), que ve representada pel valor de força màxima requerida per tallar la peça de carn en condicions preestablertes.

#### **1.5.2. Mètodes imitatius**

Es tracta de simular una situació en la que l'aliment es trobarà durant el seu consum per exemple durant la masticació. Essent l'anàlisi de Perfil de Textura (TPA en el seu acrònim en anglès) un dels més utilitzats.



### 1.5.2.1. Anàlisi del perfil de textura (TPA)

El TPA és un test imitatiu. Consisteix en comprimir l'aliment entre dues superfícies planes fins a un percentatge pre-fixat de la seva alçada inicial, dues vegades successives, amb la finalitat de determinar el comportament de l'aliment durant les dues primeres mossegades. A la *Figura 1.8* es mostra un exemple del perfil que es pot obtenir en representar la força *versus* el temps.

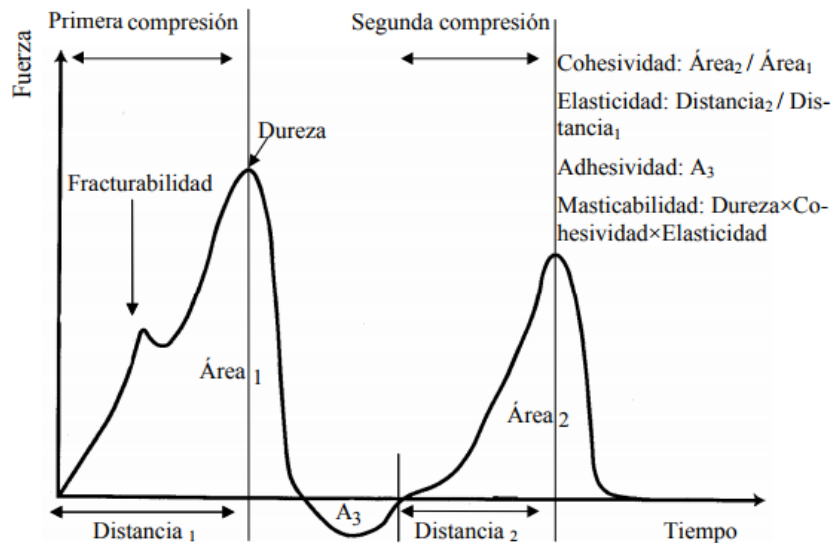


Figura 1.8 Gràfica típica de l'Anàlisi del Perfil de Textura (Ruiz-Ramírez, 2005).

A partir del perfil obtingut es poden determinar els següents paràmetres texturals (Arnau i col., 2003):

#### Propietats primàries:

- **Duresa:** pic de força màxima assolida durant el primer cicle de compressió; s'expressa en Newton (N).
- **Elasticitat:** grau al qual una mostra comprimida retorna a la seva mesura original. Es determina com la relació de l'alçada de la mostra al començament del segon cicle de compressió respecte de la seva alçada original ( $\text{Distancia}_2 / \text{Distancia}_1$ ), per tant és adimensional.
- **Cohesivitat:** grau en què la mostra pot ser deformada abans de trencar-se. Es determina com el quocient entre l'àrea positiva durant el segon cicle dividida per l'àrea positiva durant el primer cicle ( $\text{Área}_2 / \text{Área}_1$ ), per tant és adimensional.

- Adhesivitat: treball necessari per separar la sonda de la mostra. Es determina a partir de l'àrea negativa obtinguda durant el primer cicle de compressió-descompressió ( $A_3$ ), s'expressa en Newton per mil·límetre (N·mm).

Propietats secundàries:

- Fracturabilitat: primer pic de força durant el primer cicle de compressió, el qual no és present en tots els productes; s'expressa en Newton (N).
- Gomositat: energia requerida per desintegrar un producte semi-sòlid fins un estat preparat per ser amassat. Es determina com el producte de la duresa per la cohesivitat i s'expressa en Newton (N).
- Masticabilitat: energia requerida per mastegar un aliment sòlid fins un estat apte per a la seva deglució. Es determina com el producte de la duresa per la cohesivitat i l'elasticitat, s'expressa en Newton (N).

## 2. OBJECTIUS

Aquest treball s'ha realitzat en el marc del projecte titulat "*Mejora de la calidad del jamón cocido mediante el aumento de la capacidad de retención de agua durante su elaboración i conservación*" (INIA RTA2015-00077-C02-01). L'objectiu d'aquest projecte és la millora de la qualitat de pernil cuit quan s'utilitza com a matèria primera carn de baixa qualitat tecnològica, amb poca capacitat de retenció d'aigua, tipus PSE, la qual causa problemes en l'elaboració d'aquest tipus de productes.

Els objectius del present estudi són:

- Caracteritzar les salmorres elaborades amb diferents proteïnes comercials (col·lagen i plasma) i amb una solució de proteïna càrnia d'alta qualitat funcional per a la millora de la qualitat tecnològica de productes carnis cuits.
- Avaluar la qualitat tecnològica dels models carnis cuits elaborats amb carn de baixa qualitat tecnològica i amb les diferents salmorres sense addició de fosfats.

### 3. MATERIAL I MÈTODES

#### 3.1. Material i equips

Per elaborar les diferents salmorres prèviament es van fer un seguit de proves amb la fi de posar a punt el mètode d'elaboració, el material a utilitzar, i per descartar aquelles formulacions que no aportessin un valor o funcionalitat esperada.

##### 3.1.1. Matèria primera

Carn amb baixa funcionalitat tecnològica: Es van seleccionar músculs de diferents pernills amb  $\text{pH} \leq 5,55$ . Aquesta carn es va congelar per tenir-la en estoc i es va utilitzar en l'elaboració dels models carnis cuits. El procés de selecció s'explica amb més detall en el punt (3.2.1. *Elaboració d'estoc de carn magra amb baixa funcionalitat tecnològica*).

Solució de proteïna amb alta funcionalitat tecnològica: Es van elaborar diferents salmorres i models carnis utilitzant aquesta solució prèviament elaborada. El principal objectiu era aportar proteïna càrnia de la mateixa espècie, millorant la capacitat de retenció d'aigua i evitant haver d'utilitzar altres additius com els fosfats o altres proteïnes d'origen animal i vegetal, eliminant així el risc d'intoleràncies i/o al·lèrgies alimentàries.

Sal: Aportació i potenciador de gust, ajuda en augmentar la capacitat de retenció d'aigua del múscul i important en la solubilització de les proteïnes.

Nitrit sòdic: Evita el creixement de *Clostridium*, modifica el color oxidant el ferro de la mioglobina i amb la presència de reductors com l'ascorbat aporten el color rosat del pernil cuit. Destacar que en les formulacions es va utilitzar sal nitrificant (C New, Mane Ibérica S.A., Espanya).

Eritorbat (Collelldevall espècies i additius, Espanya): Es tracta de l'isòmer òptic de l'àcid ascòrbic (vitamina C), actua com a antioxidant evitant els canvis de color i l'enranciment.

Dextrosa (Cargill, Espanya): Actua com a càrrega de matèria seca, és més econòmica que la carn, i contribueix en l'aportació de gust.

Sonac PP70P (Sonac Loenen BV, Països Baixos): Plasma porcí que actua com a gelificant i emulsionant, conté un 70% de proteïna en la seva formulació.

Scancure DI-95 (Scanflavour, Dinamarca): Col·lagen porcí, millora la capacitat de retenció d'aigua. El seu contingut en proteïna és superior al 90%.

Vepro-Gel 95 PCP-I (Veos, Bèlgica): Col·lagen porcí, millora la capacitat de retenció d'aigua. El seu contingut en proteïna és d'un  $91\pm 3\%$ .

Vepro 75 PSC (Veos, Bèlgica): Plasma porcí que actua com a gelificant i emulsionant, conté un 69% de proteïna en la seva formulació.

Tripa artificial (Proveedora phh, Espanya): La tripa plàstica retràctil Prolan V-1 SC-2 de calibre 90 mm plegada, es va tallar a 40 cm de llargada, es va utilitzar per embotir la massa del model carni, permetent fer el buit a la massa, clipar-la amb clips metàl·lics i aguantar el procés de cocció.

Aigua freda  $T^a < 4^{\circ}\text{C}$ : Es va utilitzar aigua destil·lada freda en les formulacions de les salmorres que no contenen el preparat de proteïna d'alta funcionalitat tecnològica.

### 3.1.2. Equips

Batedora (Bapi800W, Taurus): La seva funció és homogeneïtzar tots els ingredients i additius de les formulacions per elaborar les salmorres

Thermomix (Thermomix, Worwerk): la funcionalitat de la Thermomix va ser la d'amassar la carn de baixa funcionalitat proteica amb la salmorra elaborada, intentant simular el procés de massatge dels pernills elaborats en les indústries.

Balança (ATL-4202-I, Acculab): Balança de precisió de dos decimals on es van prendre les mesures de pes dels ingredients, additius, matèria primera i les determinacions de les minves en els models carnis.

Sonda Temperatura (TM65, Crison): Es van prendre les mesures de temperatura de les mostres durant el procés d'elaboració de les salmorres.

pHmetre (Portamess 913 pH, Knick): Aparell per prendre les mesures de pH tant de la matèria primera (carn i solució proteïna) com de les salmorres elaborades.

Forn (SCC101, Rational): El procés de cocció de les salmorres i els models carnis cuits es va realitzar al forn amb una temperatura de  $70^{\circ}\text{C}$  i amb ambient humit (vapor).

Data Logger (176 T4, Testo): Es va utilitzar el registrador de temperatures per assegurar que el procés de cocció en els models carnis cuits es realitzava correctament, verificant la temperatura a cor de producte amb una sonda d'un canal i la temperatura ambient del forn amb un altra sonda d'un altre canal del Data Logger.

Envasadora al buit (Tecnotrip): Va permetre fer un envasat al buit en els productes i poder-los emmagatzemar durant més temps.

Picadora (Castellvall): Es va utilitzar per picar la carn en els processos de preparació de matèria primera.

Amassadora (AM VI/80, Castellvall): Es va utilitzar en els processos de preparació de matèria primera, amassant i per tant homogeneïtzant la carn prèviament picada.

Cutter (Castellvall): Permet fer un gra de picat de la carn molt més fi, es va utilitzar en l'elaboració del preparat de proteïna d'alta funcionalitat.

Cutter de sobretaula (K55, Dito Sama): Cutter de sobre-taula que es va utilitzar per homogeneïtzar la massa de proteïna d'alta funcionalitat diluïda.

Colador automàtic (C80, Robot Coupe): Va permetre filtrar amb diferents filtres ( $\varnothing$  3mm i 1mm) la massa de proteïna d'alta funcionalitat tecnològica amb la fi d'eliminar les partícules de teixit connectiu o de carn de mida  $>1$ mm. S'ha de tenir present que la indústria càrnia utilitza màquines injectores per elaborar el pernil cuit i per tant s'ha d'evitar qualsevol partícula que pugui obstruir les agulles de la màquina.

Màquina de tallar vertical (350BVK, Kolossal): Es va utilitzar en la preparació de les mostres dels models carnis cuits, permetent tallar aquests en llesques amb un gruix determinat.

Texturòmetre TA HD PLUS (Stable Micro Systems): Aparell que va permetre mesurar els paràmetres físics de la textura de les salmorres cuites i els models carnis cuits.

## **3.2. Preparació matèria primera**

Es van preparar tots els ingredients i additius necessaris i tot el material i estris per a posar a punt el mètode d'elaboració.

### **3.2.1. Elaboració d'estoc de carn magra amb baixa funcionalitat tecnològica**

Primerament es van especejar sis pernills seleccionats amb valor de  $\text{pH}_{24\text{SM}} \leq 5.55$  amb la finalitat d'obtenir-ne els músculs amb baixa funcionalitat tecnològica, és a dir amb un  $\text{pH} < 5.55$  per a la preparació d'estoc de matèria primera amb baixa funcionalitat tecnològica utilitzada en l'elaboració dels models carnis cuits.

La carn prèviament seleccionada es va picar amb la picadora a un gra de 8mm, posteriorment es va pastar durant un minut aproximadament per aconseguir una massa uniforme i estandarditzada, amb el fi d'envasar-la al buit amb alíquotes d'1kg aproximadament i emmagatzemar-la a

temperatura de congelació ( $T^a < -18 \text{ }^\circ\text{C}$ ). En la *Figura 3.1* es mostra el diagrama de flux del procés d'elaboració de l'estoc de matèria primera amb baixa funcionalitat tecnològica.

### **3.2.2. Elaboració de les solucions de proteïna càrnia amb elevada funcionalitat tecnològica**

Es van seleccionar de diferents pernils els músculs vermells (jarrets i conills) amb pH més elevat ( $\text{pH} > 5,6$ ) per l'elaboració del preparat de proteïna d'alta funcionalitat tecnològica.

En l'elaboració de la solució de proteïna càrnia es va seguir el següent procés:

Primerament la carn es va picar molt fi amb la *cutter*, es va afegir un 4% de sal, és a dir 40g de sal per 1kg de carn. Es va envasar la massa salada base en bosses i es van emmagatzemar a temperatura de refrigeració per utilitzar-la l'endemà en fresc, però també a temperatura de congelació per a tenir-ne en estoc per poder elaborar més solució quan en fes falta en les elaboracions de les salmorres diferents. Cal tenir present que el procés de congelació afecta negativament a la funcionalitat proteica.

Un cop preparada la massa salada base, es va fer una mescla amb aquesta i amb aigua destil·lada freda (1:1,3) i es va homogeneïtzar amb una *cutter* de sobre taula.

A continuació es va filtrar amb un colador automàtic de filtre de 3 mm primerament i llavors d'1 mm, es va envasar en una bossa segellada i es va emmagatzemar a temperatura de refrigeració ( $T^a < 4^\circ\text{C}$ ). En la *Figura 3.2* es pot observar el diagrama de flux del procés d'elaboració de les solucions de proteïna càrnia.

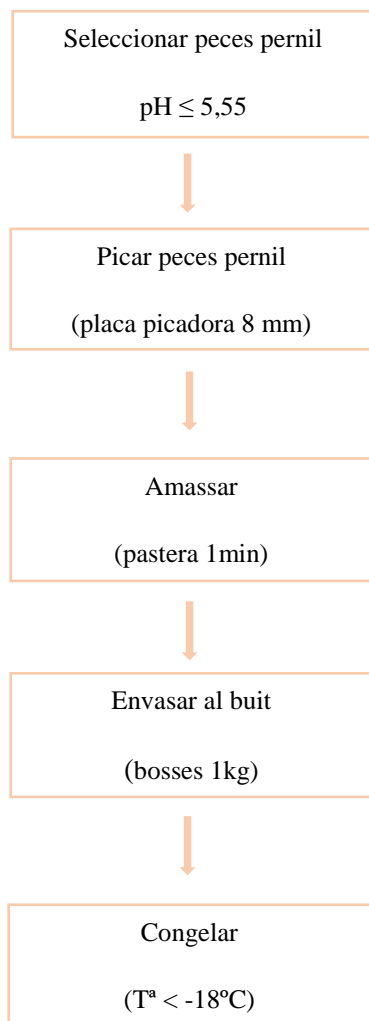


Figura 3.1 Procés d'elaboració d'estoc de carn magra amb baixa funcionalitat tecnològica.

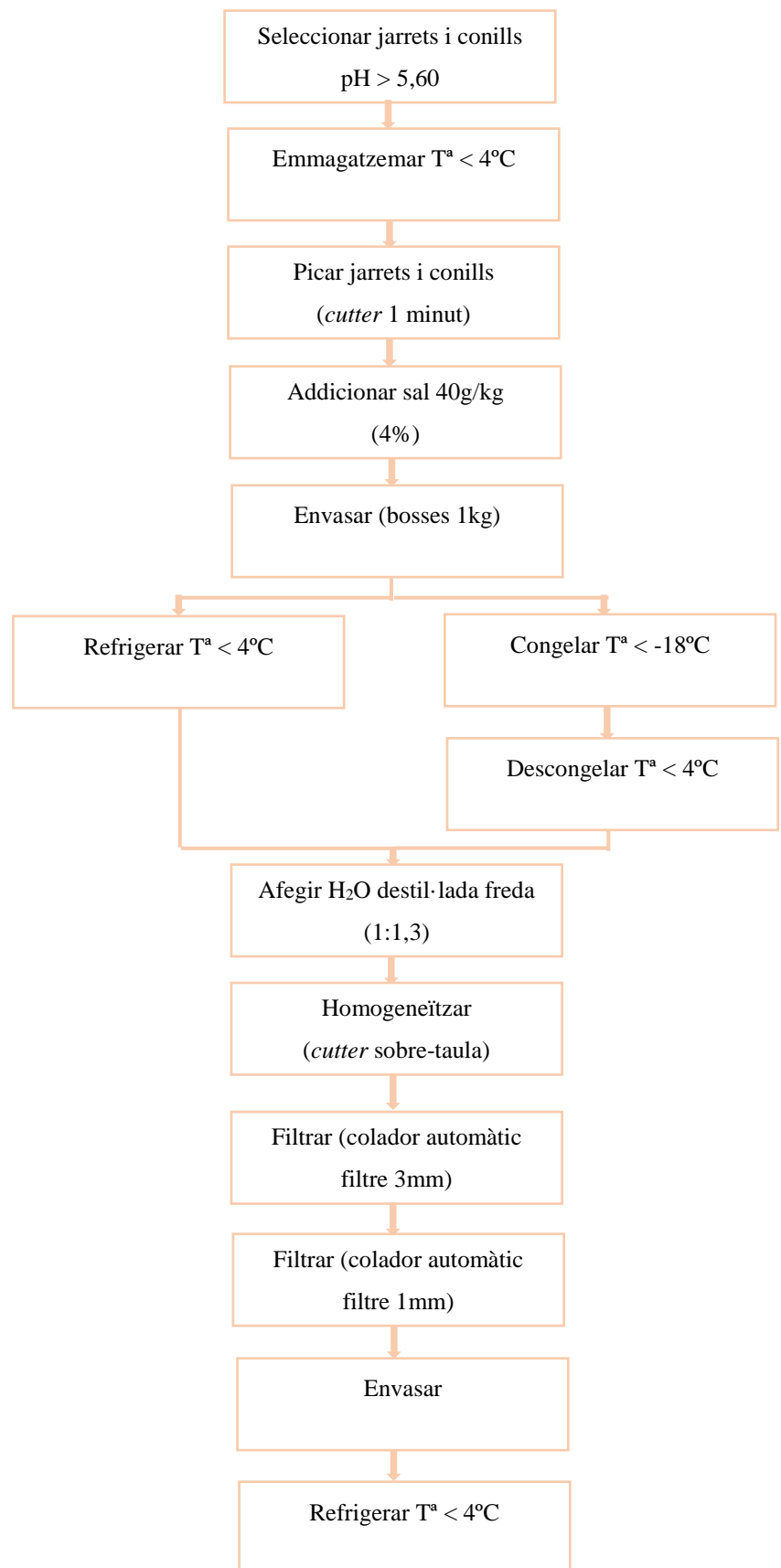


Figura 3.2 Procés d'elaboració de la solució de proteïna càrnia.



### 3.2.3. Preparació de les formulacions de les salmorres

Les formulacions a realitzar es van establir segons els següents criteris.

- Quantitat (grams d'additiu):
  - Combinació de les especificacions comercials de les fitxes tècniques dels productes tenint en compte el rang d'ús orientatiu.
  - Proves prèvies preliminars. Gràcies a les proves preliminars efectuades es va observar que en alguns casos s'havia de disminuir la concentració de l'additiu en la salmorra, o bé descartar-lo.
- Combinació de font proteica:
  - Efectuant un número de combinacions raonables en la realització d'aquest treball que serveixin de partida per avaluar més formulacions diferents al llarg del projecte.
  - Utilitzant 2 productes (col·lagen i plasma) de la mateixa casa comercial.

Es van preparar 8 salmorres diferents elaborant com a mínim dues rèpliques de cadascuna, tenint en compte la composició desitjada al producte final i el percentatge d'injecció de la salmorra en la carn. Per tant es van realitzar els càlculs corresponents, utilitzant la següent fórmula:

$$\frac{g \text{ d'additiu}}{kg \text{ model carni}} \times \frac{S \times (100 + I)}{I} = g \text{ d'additiu a la salmorra}$$

On *S* correspon als kg de salmorra a elaborar i la *I* al percentatge d'injecció.

Totes les formulacions efectuades consten de quatre ingredients base, aquests són la sal (NaCl), sal nitrificant C New (7,5% Nitrit sòdic), dextrosa i eritorbat. Les concentracions d'aquests components sempre eren les mateixes en les diferents salmorres i s'indiquen a la *Taula 3.1*.

*Taula 3.1 Components bàsics i concentració en el producte final comuna per a les diferents salmorres elaborades.*

<b>Component</b>	<b>g component / kg producte final</b>
<i>Sal</i>	18
<i>Nitrit sòdic (sal nitrificant amb 7,5% nitrit sòdic)</i>	0,15
<i>Dextrosa</i>	2
<i>Eritorbat</i>	0,5

S'ha de tenir present que en alguns casos les formulacions dels additius utilitzats ja contenen sal, com és el cas de les diferents proteïnes utilitzades i la sal nitrificant.

Per ajustar la sal en el cas de la sal nitrificant es va tenir en compte la quantitat de sal de la formulació segons la informació de la fitxa tècnica. En el cas de les proteïnes es van realitzar determinacions de clorurs per ajustar la sal en les formulacions de les salmorres a elaborar.

A la *Taula 3.2* es detallen les vuit formulacions elaborades en base al tipus de proteïna addicionada i el número de rèpliques realitzades. Els ingredients base (sal, sal nitrificant, dextrosa i eritorbat) no hi consten perquè ja s'han mostrat en la *Taula 3.1*. Al llarg del treball també es van realitzar diferents lots control sense proteïna en la seva formulació, és a dir salmorra que només contenia els ingredients base. Els controls es van dur a terme per assegurar la funcionalitat de les diferents proteïnes utilitzades, i la homogeneïtat de la matèria primera (carn en estoc).

*Taula 3.2 Productes proteics utilitzats en l'elaboració de les salmorres.*

<b>Salmorra</b>	<b>Nº rèpliques</b>	<b>Producte Proteic</b>	<b>g/kg en el model carni</b>	<b>g/kg en la salmorra</b>
<b>A</b>	2	Scancure DI-95 (col·lagen)	5	30
		Sonac PP70P (plasma)	5	30
<b>B</b>	2	Vepro-Gel 95 PCP-I (col·lagen)	8	48
		Vepro 75PSC (plasma)	6	36
<b>C</b>	3	Control (sense producte proteic)	-	-
<b>D</b>	2	Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn fresca	148,6	891,6
<b>E</b>	4	Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn congelada	148,6	891,6
<b>F</b>	2	Vepro-Gel 95 PCP-I (col·lagen)	10	60
<b>G</b>	2	Scancure DI-95 (col·lagen)	15	90
<b>H</b>	2	Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn congelada	143,6	861,3
		Scancure DI-95 (col·lagen)	5	30

Com s'observa en la *Taula 3.2*, algunes de les formulacions estaven compostes per més d'una font proteica. A la taula s'indica la quantitat de cada producte proteic (en g/kg) que es vol tenir en el model carni final, així com també els grams de producte per elaborar un quilo de salmorra. La suma de la quantitat de producte proteic més l'aigua addicionada a la salmorra era igual en totes les formulacions. Les salmorres es van addicionar als models carnis en una quantitat equivalent a un 20% d'injecció.

A la *Figura 3.3* es mostren exemples de diferents formulacions a on es pot observar les diferents textures que presentaven les salmorres.



*Figura 3.3 Carn i salmorres amb diferents textures segons la formulació.*

Es va elaborar suficient quantitat de cadascuna de les salmorres amb la fi d'utilitzar-les tant en l'elaboració dels models carnis cuits com per realitzar l'anàlisi de textura del gel de la salmorra cuïta.

### **3.3. Mètode d'elaboració**

Amb la finalitat d'establir la metodologia a seguir es van dur a terme diverses proves preliminars d'elaboració de salmorres i de models carnis cuïts. Es van estandarditzar els paràmetres que podien afectar el procés d'elaboració, tals com la temperatura dels ingredients i estris, la velocitat (homogeneïtzació i amassat) i els temps de cada pas del procés, per tal de minimitzar els possibles efectes sobre els resultats finals.

#### **3.3.1. Elaboració de les salmorres i dels models carnis**

Es van elaborar 19 lots en 5 dies diferents per avaluar en total 8 tipus de salmorres, seguint el procés d'elaboració que s'explica a continuació.

Primerament abans de començar les elaboracions, es van verificar tots els equips de mesura: la balança i el pH-metre, seguint els protocols establerts per IRTA.

Es va preparar tot el material necessari, explicat anteriorment i es van codificar els pots i les tripes per diferenciar els lots de les salmorres i models carnis a elaborar. Es van pesar els additius necessaris segons formulacions a realitzar en safates prèviament codificades. A continuació es va barrejar i pesar la carn amb baixa funcionalitat tecnològica necessària (descongelada del dia anterior en refrigeració) dins el cassó de la Thermomix que prèviament es va introduir a la càmera refrigeradora, per evitar l'augment de la temperatura de la carn refrigerada.

Un cop pesada la carn, es va amassar durant dos minuts amb la Thermomix a velocitat 2 en sentit antihorari per evitar la força de cisalla entre les ganivetes de l'equip i la carn. Al mateix moment es va pesar l'aigua destil·lada freda o bé la solució de proteïna càrnia amb alta funcionalitat tecnològica, segons la formulació que es realitzés. Es van pesar dins el vas de precipitats de plàstic de 2L i es va mesurar la temperatura de l'aigua, i la temperatura i el pH en el cas de la solució de proteïna càrnia.

Llavors es van homogeneïtzar tots els ingredients amb la batedora amb el vas dins la caixa de poliestirè amb gel per mantenir la temperatura de refrigeració i es va mesurar la temperatura i el pH finals de les salmorres.



Figura 3.4 Solució de proteïna càrnia en refrigeració en caixa de poliestirè amb gel.



Figura 3.5 Salmorra elaborada, amb les sondes del termòmetre i del pH-metre que mesuren  $T^a$  i pH.

Es van prendre mesures de temperatura i pH de la carn amassada i es va pesar la quantitat de salmorra necessària amb la quantitat de carn.



Figura 3.6 Carn de baixa funcionalitat proteica, es prenen mesures de  $T^a$  i pH.



Figura 3.7 Carn de baixa funcionalitat proteica i salmorra elaborada.

Llavors es va dur a terme un procés d'amassat de la carn i la salmorra en la Thermomix, primer dos minuts a velocitat 2 sentit antihorari, després, finalitzats el dos minuts es van fer baixar les restes de carn de les parets del cassó i es va barrejar la massa amb una cullera. Seguidament es va realitzar un massatge de 15 minuts amb la Thermomix en les mateixes condicions.

Mentre es feia el procés d'amassat es van preparar les mostres de salmorra en quatre pots Anaclin, introduint 60g aproximadament a cada un d'ells.



Figura 3.8 Submostres de 60g de salmorra en potets Anaclin.

Passats els quinze minuts d'amassat es va mesurar temperatura i pH de la massa càrnia final. Totes les mesures de pesos, temperatura i pH preses es van anotar en els fulls de producció corresponents per a cada salmorra. Posteriorment es va embotir dins la tripa artificial, es van elaborar tres mostres de 360g aproximadament. Es va fer el buit, es va segellar la tripa i llavors es va clipar aconseguint una peça ferma.

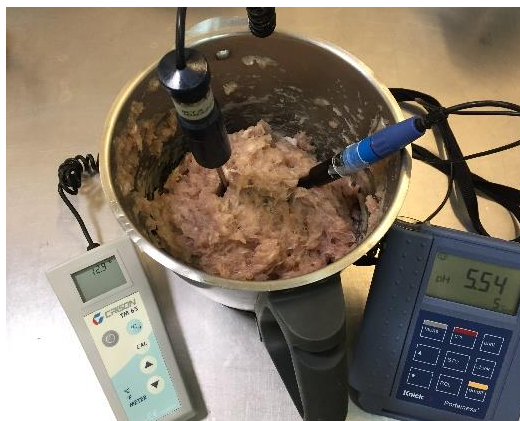


Figura 3.9 Carn de baixa funcionalitat proteica i salmorra després del procés d'amassat. Es van prendre mesures de  $T^{\circ}$  i pH.



Figura 3.10 Massa embotida dins la tripa artificial, sense fer el buit, envasada al buit i segellada (de dalt a baix respectivament).

Acabada una formulació es netejaven els estris i equips utilitzats i s'efectuava la següent salmorra seguint el mateix procediment i així successivament fins a realitzar totes les previstes. En un matí es solien fer entre 4 i 5 salmorres diferents.

### 3.3.2. Cocció

Les mostres preparades es van col·locar al forn repartint els diferents lots de manera uniforme. Els models carnis es van penjar amb l'ajuda d'uns ganxos a la part superior del forn amb una separació entre ells. Els pots es van situar en la safata del forn a sota dels models carnis.



*Figura 3.11 Col·locació de les salmorres i els models carnis al forn per a dur a terme el procés de cocció amb control de temperatura.*

Finalment es va introduir la sonda del registrador de temperatures al cor d'una peça de model carni, i es va realitzar la cocció durant una hora i quart aproximadament, amb una humitat relativa del 100% i una temperatura de consigna de +70°C, amb l'objectiu d'arribar a una temperatura a cor de producte de 68°C.

Finalitzat el procés de cocció els models carnis es van refredar introduint-los en aigua freda fins assolir una temperatura de cor inferior a +32°C, i els pots amb les salmorres es van refredar directament a la cambra de refrigeració.

S'ha realitzat un diagrama de flux per a fer més entenedor tot el procés d'elaboració, es pot observar en la *Figura 3.12*.

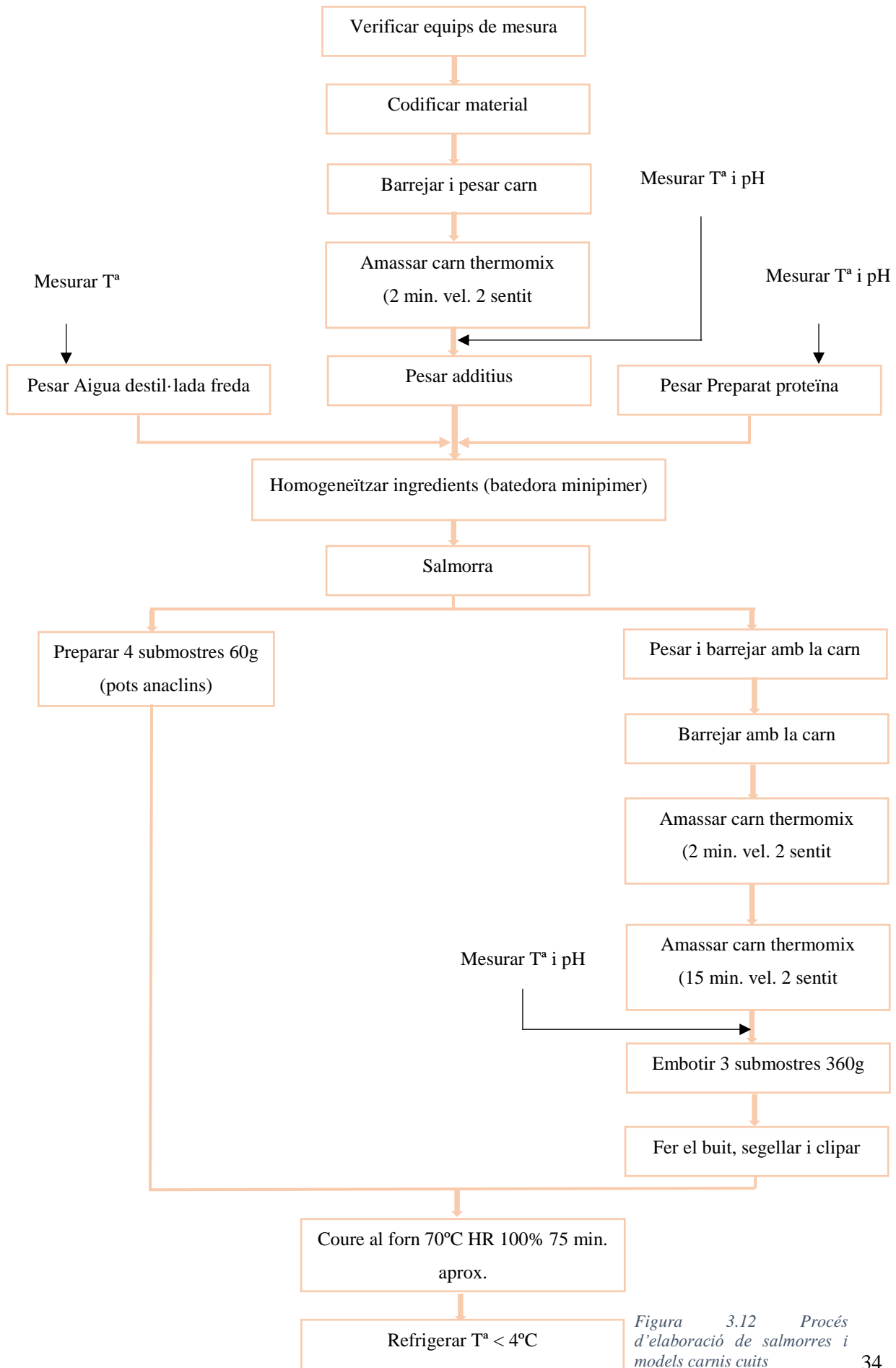


Figura 3.12 Procés d'elaboració de salmorres i models carnis cuits



### 3.4. Caracterització de les salmorres

En les proves preliminars es van avaluar 5 formulacions diferents de salmorra cuita. Aquestes estaven formades pels ingredients bàsics i els següents additius:

\_CC400 de Royal Protein (col·lagen) a una concentració de 20g/kg en el model carni. Aquest ingredient es va descartar en les proves preliminars perquè proporcionava una textura massa pastosa sense gelificar a la salmorra.

\_Vepro-Gel 95 PCP-I (col·lagen) a una concentració de 10g/kg en el model carni.

\_Scancure DI-95 (col·lagen) a una concentració de 15g/kg en el model carni.

\_Sonac PP70P (plasma) a una concentració de 15g/kg en el model carni.

\_Vepro 75PSC (plasma) a una concentració de 15g /kg en el model carni.

Aquest dos últims ingredients són plasmes que, utilitzats en altes concentracions poden conferir regustos estranys en el producte. Per aquest motiu, en les formulacions definitives per elaborar les salmorres es van utilitzar a concentracions menors combinats amb col·lagen.

Els gels de les salmorres cuites es van escalfar al forn a una temperatura de 45°C amb 100% d'humitat relativa durant una hora més o menys,. Amb la finalitat de:

- Avaluar el comportament de les salmorres després de la cocció, és a dir comprovar la seva termo-reversibilitat.

Un cop establertes les formulacions finals, es van elaborar les diferents salmorres i es van caracteritzar mesurant:

- Temperatura, com a paràmetre de control del procés d'elaboració.
- pH, diferenciació entre les formulacions segons additius utilitzats.

Finalment es va avaluar:

- La textura instrumental de les salmorres cuites mitjançant un test de ruptura que s'explica el procediment en el punt (3.6.1.Anàlisi instrumental de les salmorres cuites).

### 3.5. Avaluació de les salmorres en un model de producte carni cuit

Passat aproximadament cinc dies després de la cocció dels models carnis cuits i per tant un cop a temperatura de refrigeració, es van avaluar determinant:

- La consistència (mesura qualitativa) de l'excudat de les peces, és a dir si la minva era líquida o gelatina i en el cas de gelatina, la seva consistència, si s'eliminava fàcilment amb aigua freda o bé calia aigua tèbia ( $\approx +40^{\circ}\text{C}$ ).
- Les minves en la cocció, utilitzant la fórmula següent:

$$\text{Minva (\%)} = \frac{\text{Pes inicial} - \text{Pes final}}{\text{Pes inicial}} \times 100$$

Es van determinar dues minves diferents; la minva de cocció i la minva total.

La minva de cocció, es va calcular per a cadascuna de les 3 peces de cada tipus de model carni, a continuació es van envasar al buit i es van emmagatzemar en refrigeració.

La minva total (inclou la minva de cocció més la minva durant l'envasat al buit) es va calcular per a les 2 peces utilitzades per avaluar:

- L'anàlisi instrumental del perfil de textura (TPA), explicat amb més detall en el punt (3.6.2.- *Anàlisi del perfil de textura (TPA)*).

En l'anàlisi del perfil de textura (TPA) es van avaluar 2 peces de cada rèplica (elaboració) de producte carni cuit. Es van introduir a la càmera refrigeradora tots els estris necessaris aconseguint així treballar a temperatura de refrigeració i constant per no influir en els resultats de l'anàlisi de textura. Es van tallar els models carnis cuits a llesques amb la màquina de tallar vertical regulada a un gruix d'un centímetre i mig (1,5cm). Es van descartar les puntes i es van obtenir cinc llesques de les quals amb l'ajuda d'un trepant (s'observa en la *Figura 3.13*) s'obtenien les mostres definitives, amb un diàmetre de 3,80cm i una superfície de 11,34cm<sup>2</sup>, per a realitzar l'anàlisi amb el texturòmetre.

En la *Figura 3.14*, es pot observar el model carni cuit sencer, les cinc llesques obtingudes i finalment les 5 mostres finals utilitzades per a l'anàlisi del perfil de textura (TPA).



Figura 3.13 Obtenció de les mostres de model carni cuit amb l'ajuda del trepant, utilitzades en la determinació del perfil de textura.



Figura 3.14 Model carni cuit sencer, llesques obtingudes (1.5cm) i mostres definitives per al TPA (ordre d'esquerra a dreta).

### 3.6. Mesura de la textura instrumental

La textura instrumental es va mesurar amb el texturòmetre TA HD PLUS (Stable Micro Systems), amb una cèl·lula de càrrega de 5kg per realitzar el test de ruptura dels gels de les salmorres cuites i amb una cèl·lula de 250kg per l'anàlisi del perfil de textura dels models carnis cuits.

#### 3.6.1. Anàlisi de la textura instrumental de les salmorres cuites

Primerament es va verificar l'equip seguint el protocol establert per IRTA. Es va iniciar el test determinat pel programa del texturòmetre (Test de ruptura GL6\_PO25C, Mesura de la força per compressió). Llavors es van col·locar els pots Anaclins amb les salmorres cuites a la base del texturòmetre enganxats amb una cinta adhesiva i es van centrar tenint en compte que la sonda de punció quedés al centre de la mostra. La sonda que es va utilitzar era una bola d'acer P/O25S de 0,25", que penetrava la salmorra cuita fins a una distància de 20 mil·límetres a una velocitat de 1mm/s. El programa començava a enregistrar les dades des del moment que la sonda detectava 5g de força. Aquests pots es van col·locar a una nevera de temperatura controlada pròxima al texturòmetre a una temperatura de +4°C. D'aquesta manera es va assegurar que la variació de la temperatura influís mínimament en els resultats de l'anàlisi. Els paràmetres que es van obtenir

són: la força màxima (N), el treball (J) i la fragilitat (distància recorreguda per la sonda fins al pic de força màxima, mm).

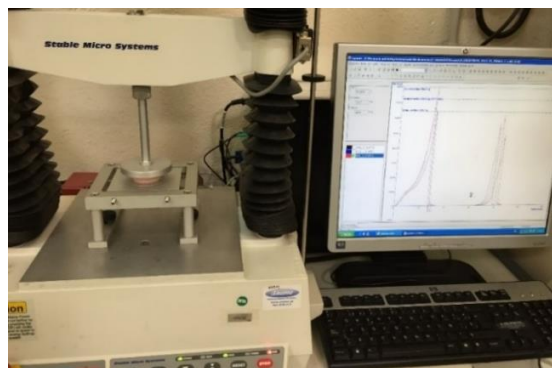


*Figura 3.15 Caracterització dels gels de les salmorres cuites, Test de ruptura, mesura de la força per compressió amb l'equip texturòmetre TA HD PLUS (Stable Micro Systems).*

### 3.6.2. Anàlisi del perfil de textura (TPA)

Primerament es va verificar l'equip seguint el protocol establert per IRTA. Les mostres es van col·locar a una nevera de temperatura controlada pròxima al texturòmetre, a una temperatura de +4°C, per tal de minimitzar l'efecte de la temperatura sobre la textura. Les mostres es van col·locar centrades amb la base del texturòmetre i la sonda de 75mm de diàmetre.

Les mostres es van comprimir a un 75% de la seva alçada original amb un temps entre les dues compressions de 1s. Es van obtenir les corbes de força respecte temps (*Figura 3.16*) a una velocitat de 1mm/s. Es van obtenir els següents paràmetres, (duresa (N), elasticitat (distància\_2/distància\_1), masticabilitat (N, duresa × cohesivitat × elasticitat) i cohesivitat (àrea\_2/àrea\_1).



*Figura 3.16 Realització anàlisi del perfil de textura,(TPA) amb l'equip texturòmetre TA HD PLUS (Stable Micro Systems).*

### 3.7. Anàlisi estadística

L'anàlisi estadística de les dades es va realitzar amb el procediment GLM (General Linear Models) del paquet estadístic SAS (SAS Institute, 2012).

El model utilitzat va incloure la formulació (tipus de producte proteic) i el dia d'elaboració com a efectes principals.

Es va aplicar el test Tukey per a la comparació de les mitjanes per mínims quadrats.

Els nivells de l'efecte formulació (tipus de producte proteic) van ser:

- A: Scancure DI-95 (col·lagen) & Sonac PP70P (plasma)
- B: Vepro-Gel 95 PCP-I (col·lagen) & Vepro 75 PSC (plasma)
- C: Control (sense producte proteic afegit)
- D: Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn fresca
- E: Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn congelada
- F: Vepro-Gel 95 PCP-I (col·lagen)
- G: Scancure DI-95 (col·lagen)
- H: Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn congelada & Scancure DI-95 (col·lagen).

## 4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

### 4.1. Determinació del pH de les salmorres acabades d'elaborar

Primerament es van prendre les mesures de pH de les diferents mostres elaborades amb la fi de descartar possibles salmorres no adequades pel producte final. Els valors de pH assimilables per l'ésser humà estan entre 2,3 com seria el suc de llimona natural i 7,6 – 8,5 pel pH de la clara de l'ou (ous més frescos). Amb el pas del temps, l'ou envelleix i es va alcalinitzant podent arribar a un pH de 9,7 (Biosfera.cat, 2018). S'ha de tenir present però que els valors de pH en pernil cuit es troben al voltant de pH 6,0 (Marcos, 2007). A la *Taula 4.1* es mostren els valors mitjans i les desviacions estàndard (SD) de les mesures del pH de les diferents rèpliques d'elaboració de les salmorres.

Taula 4.1 Mitjanes de pH de les salmorres acabades d'elaborar.

Salmorra	Nº rèpliques	Producte Proteic	n	Mitjana pH	SD
<b>A</b>	2	Scancure DI-95 (col·lagen) Sonac PP70P (plasma)	2	8,66	0
<b>B</b>	2	Vepro-Gel 95 PCP-I (col·lagen) Vepro 75PSC (plasma)	2	8,85	0,01
<b>C</b>	3	Control (sense producte proteic)	2	7,26	0,21
<b>D</b>	2	Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn fresca	2	5,56	0,06
<b>E</b>	4	Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn congelada	3	5,62	0,03
<b>F</b>	2	Vepro-Gel 95 PCP-I (col·lagen)	2	7,50	0,01
<b>G</b>	2	Scancure DI-95 (col·lagen)	2	6,98	0,02
<b>H</b>	2	Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn congelada Scancure DI-95 (col·lagen)	1	5,70	*

*\*No calculada perquè només es disposava d'un valor.*

A la Taula 4.1 s'observa com les salmorres A (ScanCure DI-95 & Sonac PP70P) i B (Vepro-Gel PCP-I & Vepro 75PSC) van ser les que van presentar un pH més elevat. Els valors de pH més elevats (>8) s'atribueix al contingut de plasma afegit com a producte proteic. S'ha de tenir en compte l'elevat pH del plasma sanguini (pH 7,8), el qual addicionant un 10%, provoca un augment del pH en la massa embotida cuita d'aproximadament 0,2 unitats (Wirth, F et al. 1992). Els plasmes utilitzats tenen un valor de pH=9 segons les fitxes tècniques comercials, (Sonac PP70P, Functional plasma protein, 2011 Sonac Loenen BV, Països Baixos) i (Vepro 75 PSC, Spraydried porcine plasm powder, 2015 Veos, Bèlgica).

El control (C), que no contenia cap producte proteic afegit va donar valors de pH neutre al voltant de 7. Valor esperat, aportat per l'aigua destil·lada i els ingredients bàsics.

En canvi les salmorres elaborades a partir de proteïna càrnia funcional (D i E) van tenir valors de pH de 5,6 que són els valors habituals en la carn fresca de tipus normal. Aquest resultat va ser l'esperat degut al seu contingut de proteïna càrnia extreta de músculs de pernil amb pH>5,6. Les formulacions F (Vepro-Gel 95 PCP-I) i G (Scancure DI-95), també presenten un pH pròxim a 7. Cal destacar però que la formulació G (90 g/kg), que presenta més concentració de col·lagen enfront la formulació F (60g/kg), (*Taula 3.2 Productes proteics utilitzats en l'elaboració de les salmorres*), va tenir un pH inferior en comparació amb aquesta última.

#### **4.2. Avaluació de la termo-reversibilitat dels gels formats per les salmorres cuites (mesura qualitativa)**

Es va observar que les formulacions que contenien col·lagen esdevenien líquides després d'escalfar-les a 45°C durant 1 hora aproximadament, per tant eren termo-reversibles. A diferència de les formulacions amb plasma que seguien mantenint una certa estructura de gel i per tant el plasma els hi conferia una certa termo-irreversibilitat. Aquest atribut és interessant i s'ha de tenir en compte per si el producte final es vol utilitzar en productes que s'hagin de coure. Una utilitat del pernil cuit també és com a "topping" en pizzes per exemple, per tant s'ha de tenir present que la temperatura de cocció del producte podria repercutir negativament a l'estructura del producte carni cuit si aquest conté col·lagen en gran proporció.

#### **4.3. Efecte dels diferents ingredients i additius sobre la textura instrumental de les salmorres cuites**

A la *Figura 4.1* es mostra un exemple dels diferents gràfics obtinguts en l'anàlisi instrumental de textura dels diferents tipus de salmorres cuites, excepte el control que no contenia cap proteïna afegida i per tant no va formar cap gel. En el cas dels controls la formulació de les salmorres només contenia sal, sal nitrificant, dextrosa i eritorbat.

A la *Figura 4.1* s'observen perfils de força-temps diferents segons la formulació de la salmorra i per tant la proteïna afegida. Segons la forma del gràfic es poden agrupar les diferents salmorres per similitud en tres grups diferents. Les salmorres amb col·lagen i plasma (A i B), les que només contenien col·lagen (G i F) i les tres salmorres elaborades a partir de solució de proteïna funcional (D, E i H).



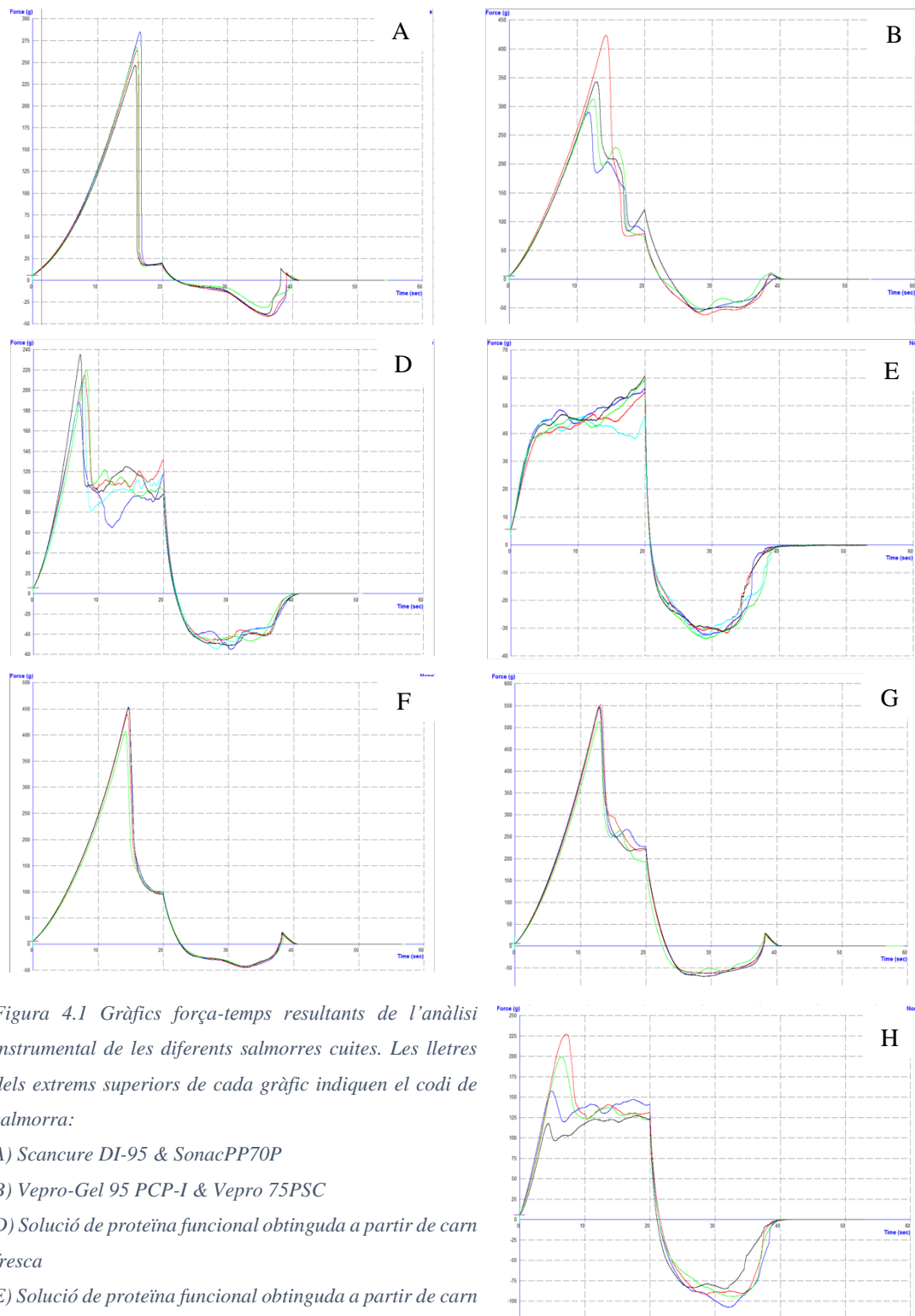


Figura 4.1 Gràfics força-temps resultants de l'anàlisi instrumental de les diferents salmorres cuites. Les lletres dels extrems superiors de cada gràfic indiquen el codi de salmorra:

A) Scancure DI-95 & SonacPP70P

B) Vepro-Gel 95 PCP-I & Vepro 75PSC

D) Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn fresca

E) Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn congelada

F) Vepro-Gel 95 PCP-I

G) Scancure DI-95

H) Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn congelada & Scancure DI-95.

L'objectiu d'avaluar la textura dels gels de les salmorres cuites és per tal d'obtenir informació que ens pugui ajudar a entendre millor l'efecte de les salmorres en els models carnis. A la *Taula 4.2* es presenten les mitjanes dels paràmetres del test de ruptura dels gels de les diferents salmorres cuites.

Els gels que van presentar més duresa, i que per tant es va exercir una Força màxima (N) superior en el punt de ruptura, van ser els gels de les salmorres G (Scancure DI-95) i F (Vepro-Gel 95 PCP-I), amb valors superiors als 4N. La formulació G, va presentar el valor de Força màxima més elevat (5.4N), i una possible explicació podria ser que contenia més percentatge de producte proteic (és a dir proteïna del tipus col·lagen) en la seva formulació (90g/kg) en comparació amb la F (60g/kg). Els gels de les formulacions A (Scancure DI-95 & Sonac PP70P) i B (Vepro-Gel 95 PCP-I & Vepro 75 PSC) van presentar diferències significatives de Força màxima entre ells. El valor de Força màxima del gel de la salmorra B va ser superior al de la formulació A. Aquest fet podria ser degut a la superior concentració de producte proteic present en la salmorra B (84g/kg) en comparació amb la A (60g/kg). Els valors de Força màxima més baixos van ser els que contenien solució de proteïna càrnia en la seva formulació (E, H i D). El gel que va presentar el valor significativament més petit de Força màxima va ser l' E (Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn congelada). Aquest resultat podria ser degut a l'efecte de la congelació de la carn, repercutint negativament en la funcionalitat de la proteïna i per tant en la consistència del gel. El gel de la formulació H (Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn congelada & Scancure DI-95) va presentar un valor superior a l'anterior possiblement per el seu contingut de col·lagen, que va aportar més fermesa al gel. Per últim el gel de la salmorra D (Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn fresca), va presentar un valor de Força màxima superior als altres dos, encara que no significativament diferent del H. Pel que fa als valors del Treball (J), aquest paràmetre mostra un comportament similar entre les salmorres al de la Força màxima, perquè hi ha una relació directa. Quan més Força màxima, major és l'àrea del gràfic de força temps i per tant més Treball realitzat. El paràmetre fragilitat correspon als mil·límetres que recorre la sonda de bola des que contacta amb la mostra fins que aquesta es trenca i cedeix. Correspondria a la distància de deformació de la mostra abans de la ruptura. Per tant les mostres més fràgils serien les que presenten uns valors més petits, menys distància recorreguda de la sonda, és a dir que es trenquen abans. Per això les mostres més "dures o resistents" aguanten més la deformació abans de trencar-se, i per tant assoleixen majors valors de força màxima i alhora el recorregut de la sonda és més gran fins que hi ha la ruptura. Quan més Força màxima més "resistents" són les mostres a la ruptura. Per tant els gels més fràgils a la ruptura amb la sonda de bola són els de les salmorres (H, D i E), elaborats a partir de solucions de proteïna funcional. A diferència dels gels de les formulacions F i A que van ser els més resistents seguit dels de les salmorres G i B.

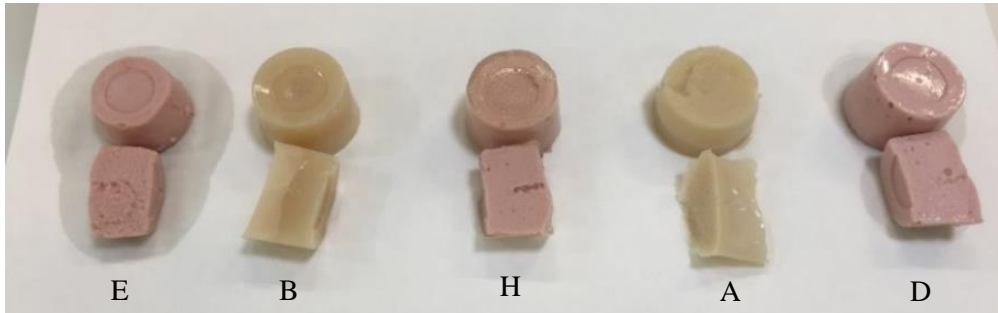
Taula 4.2 Mitjanes dels paràmetres del test de ruptura dels gels de les diferents salmorres cuites.

<i>Producte proteic</i>	Scancure DI-95 (col·lagen) & Sonac PP70P (plasma)	Vepro-Gel 95 PCP-I (col·lagen) & Vepro 75PSC (plasma)	Control (sense producte proteic)	Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn fresca	Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn congelada	Vepro-Gel 95 PCP-I (col·lagen)	Scancure DI-95 (col·lagen)	Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn congelada & Scancure DI-95 (col·lagen)	RMSE
<i>Codi salmorra</i>	A	B	C	D	E	F	G	H	
<i>n</i>	2	2	3	2	4	2	2	2	
<i>Força màxima (N)</i>	3,01 <sup>c</sup>	3,57 <sup>b</sup>	-	2,44 <sup>cd</sup>	0,54 <sup>e</sup>	4,07 <sup>b</sup>	5,43 <sup>a</sup>	2,11 <sup>d</sup>	0,19
<i>Treball (J)</i>	0,0223 <sup>d</sup>	0,0345 <sup>b</sup>	-	0,0241 <sup>d</sup>	0,0084 <sup>e</sup>	0,0315 <sup>bc</sup>	0,0496 <sup>a</sup>	0,0286 <sup>c</sup>	0,0014
<i>Fragilitat (mm)</i>	16,60 <sup>a</sup>	13,60 <sup>cb</sup>	-	9,50 <sup>d</sup>	11,80 <sup>cd</sup>	16,60 <sup>ab</sup>	15,50 <sup>ab</sup>	9,20 <sup>d</sup>	1,08

RMSE: (*Root Mean Squared Error*) arrel quadrada de l'error quadràtic mig

<sup>abcde</sup> Dins la fila, les mitjanes per mínims quadrats amb una lletra en comú no són diferents significativament ( $P > 0.05$ ).

A la *Figura 4.2* es mostra la imatge dels gels de les salmorres cuites, un cop fet l'anàlisi instrumental de textura (test de ruptura). La lletra corresponent indica el codi de la salmorra segons el producte proteic afegit en la formulació.



*Figura 4.2 Salmorres després de la cocció amb diferents textures segons la formulació. Les lletres dels extrems superiors de cada gràfic indiquen el codi de salmorra:*

*A) Scancure DI-95 & SonacPP70P*

*B) Vepro-Gel 95 PCP-I & Vepro 75PSC*

*D) Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn fresca*

*E) Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn congelada*

*H) Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn congelada & Scancure DI-95*

En el cas de la salmorra A (Scancure DI-95 & Sonac PP70P) i B (Vepro-Gel 95 PCP-I & Vepro 75 PSC) es van identificar clarament dues capes diferenciades formades per les concentracions de col·lagen i plasma, aportant aquest última una capa més gelatinosa i més fràgil. Cal destacar però la diferenciació de color i textura entre les dues formulacions. Això és degut a que els productes proteics afegits són de diferents marques comercials i també que la formulació B contenia major percentatge de producte proteic. Per tant la formulació B presentava més duresa i un color més fosc que la formulació A.

Les salmorres D (Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn fresca), E (Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn congelada) i H (Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn congelada & Scancure DI-95) presentaven una textura de "mousse", de tacte esponjoses i suaus però es diferenciaven entre elles, tal com s'explica a continuació. En la imatge de la *Figura 4.2* s'observa la presència d'exsudat després per la salmorra E. Aquesta contenia la solució de proteïna funcional elaborada a partir de carn congelada i presentava una textura molt tova. La salmorra D en canvi no era tan porosa i per tant presentava una estructura més densa i no tan fràgil; contenia solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn fresca i també presentava exsudat tot i que no exageradament com la salmorra E.

La salmorra H, a diferència de la resta, va presentar una capa externa gelatinosa formada pel col·lagen de la seva formulació. La textura era similar a la salmorra E però la capa externa de col·lagen va afavorir la retenció d'aigua del gel disminuint les pèrdues d'exsudat.

Per últim s'observen clarament dues tonalitats diferents de color, marronós per les salmorres A i B, i rosat les salmorres D, E i H. El motiu és degut que en les formulacions A i B no hi havia presència de proteïna càrnia, per tant absència de mioglobina responsable de la formació del color.

#### **4.4. Avaluació de la consistència de l'exsudat dels models de producte carni cuit (mesura qualitativa)**

Abans de determinar les minves en la cocció es va eliminar l'exsudat dels models de producte carni cuit. A l'eliminar l'exsudat de la superfície de les mostres, es va trobar interessant diferenciar-ne la consistència.

A la *Taula 4.3* s'indica, per cada tipus de salmorra, la consistència de l'exsudat obtingut després de la cocció dels models carnis cuits. Cal destacar que en les formulacions que no contenen ni plasma ni col·lagen, l'exsudat present en els models carnis cuits va ser líquid; a diferència de les formulacions que contenen plasma i col·lagen que estaven envoltades per un exsudat gelatinós. La gelatina obtinguda en les salmorres que contenen plasma, es va eliminar amb l'ajuda d'aigua freda. En canvi en els models carnis que contenen col·lagen en la formulació, la gelatina era més consistent i es va extreure amb aigua tèbia degut a la seva termo-reversibilitat.

*Taula 4.3 Descripció de la consistència dels diferents tipus d'exsudats dels models carnis cuits, segons el producte proteic afegit en la formulació de la salmorra.*

<b>Salmorra</b>	<b>Nº rèpliques</b>	<b>Producte Proteic</b>	<b>Tipus d'exsudat</b>
<b>A</b>	2	Scancure DI-95 (col·lagen) Sonac PP70P (plasma)	Gelatina, s'elimina amb aigua freda
<b>B</b>	2	Vepro-Gel 95 PCP-I (col·lagen) Vepro 75PSC (plasma)	Gelatina, s'elimina amb aigua freda
<b>C</b>	3	Control (sense producte proteic)	Líquid
<b>D</b>	2	Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn fresca	Líquid
<b>E</b>	4	Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn congelada	Líquid
<b>F</b>	2	Vepro-Gel 95 PCP-I (col·lagen)	Gelatina, s'elimina amb aigua tèbia
<b>G</b>	2	Scancure DI-95 (col·lagen)	Gelatina, s'elimina amb aigua tèbia
<b>H</b>	2	Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn congelada Scancure DI-95 (col·lagen)	Gelatina, s'elimina amb aigua freda

#### **4.5. Determinació de les minves en els diferents models de producte carni cuit segons els ingredients i additius utilitzats en la salmorra.**

A la *Taula 4.4* es presenten les mitjanes de l'efecte dels diferents productes proteics (addicionats als 8 tipus de salmorres elaborades), sobre les minves dels models carnis cuits (minva cocció i minva total).

Pel que fa a les formulacions amb col·lagen (G i F) es van observar diferències significatives entre elles. La formulació G (Scancure DI-95) va mostrar un 1% menys de minva que la F (Vepro-Gel 95). Això es podria explicar pel major percentatge de producte proteic (i per tant menor proporció d'aigua) de la formulació en comparació amb la F.

Entre les salmorres amb plasma i col·lagen, A (Scancure DI-95 & Sonac PP70P) i B (Vepro-Gel 95 PCP-I & Vepro 75PSC), també es van observar diferències significatives. La salmorra B va presentar 1,5% més de minva que la A. Una explicació podria ser pel major percentatge de producte proteic en la formulació B (84g/kg) en comparació amb la A (60g/kg). Aquest excés de col·lagen de la salmorra B, no va ser retingut per la matriu (massa càrnia) durant la cocció dels models carnis i va formar una capa de gelatina a la superfície, la qual es va eliminar abans de pesar les mostres.

Es va observar una minva menor en les formulacions A i B en comparació amb les salmorres G i F, aquesta millora de la capacitat de retenció d'aigua de les salmorres A i B podria ser degut a l'efecte sinèrgic del plasma i el col·lagen.

Pel que fa el control va presentar un percentatge de minves superior al de les formulacions amb la solució de proteïna càrnia (E, D i H), com era d'esperar. Però aquest no va ser superior a les formulacions amb col·lagen (G i F), una vegada eliminada la gelatina superficial. Les minves del control no va presentar diferències significatives amb la salmorra B.

Comparant les formulacions D (Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn fresca) i E (Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn congelada), val a dir que les minves que es van obtenir van ser similars. Però en el cas dels models carnis elaborats amb salmorra D, les minves van ser inferiors en comparació amb els models carnis elaborats a partir de la salmorra E. De fet els models carnis que van presentar el percentatge de minves inferior van ser els que es van elaborar a partir de salmorra amb solució de proteïna funcional fresca. En el cas de la formulació H (Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn congelada & Scancure DI-95), va presentar un perfil similar al de la salmorra A. Una possible explicació podria ser que un dels productes proteics coincideix en les dues salmorres (Scancure DI-95) i que aquest (col·lagen) no va ser retingut per la massa càrnia i es va perdre durant la cocció a diferència de les formulacions D i E.

D'acord amb els resultats de la *Taula 4.4*, els models carnis amb salmorres elaborades amb solució de proteïna càrnia funcional van presentar minves significativament inferiors a la resta de formulacions.

La minva total, que inclou la minva de cocció més la minva durant l'envasat al buit va mostrar un comportament similar a la minva de cocció en les diferents formulacions.

Taula 4.4 Mitjanes de les minves de les peces dels diferents models de producte carni cuit segons els ingredients i additius utilitzats en la salmorra.

<i>Producte proteic</i>	Scancure DI-95 (col·lagen) & Sonac PP70P (plasma)	Vepro-Gel 95 PCP-I (col·lagen) & Vepro 75PSC (plasma)	Control (sense producte proteic)	Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn fresca	Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn congelada	Vepro-Gel 95 PCP-I (col·lagen)	Scancure DI-95 (col·lagen)	Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn congelada & Scancure DI-95 (col·lagen)	RMSE
<i>Codi salmorra</i>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>	
<i>n</i>	6	6	9	6	12	6	6	6	
<i>Minva cocció (%)</i>	12,4 <sup>d</sup>	14,0 <sup>c</sup>	13,7 <sup>c</sup>	9,8 <sup>e</sup>	10,3 <sup>e</sup>	17,1 <sup>a</sup>	16,1 <sup>b</sup>	12,3 <sup>d</sup>	0,61
<i>n</i>	4	4	6	4	8	4	4	4	
<i>Minva total (%)</i>	14,4 <sup>d</sup>	15,4 <sup>c</sup>	16,2 <sup>c</sup>	12,2 <sup>e</sup>	12,6 <sup>e</sup>	18,6 <sup>a</sup>	17,2 <sup>b</sup>	14,1 <sup>d</sup>	0,57

RMSE: (*Root Mean Squared Error*) arrel quadrada de l'error quadràtic mig

<sup>abcde</sup> Dins la fila, les mitjanes per mínims quadrats amb una lletra en comú no són diferents significativament ( $P>0.05$ ).



#### **4.6. Efecte dels diferents ingredients i additius utilitzats en les salmorres sobre la textura instrumental dels models de producte carni cuit.**

A la *Taula 4.5* es presenten les mitjanes dels paràmetres del test del perfil de textura (TPA) dels models carnis cuits elaborats amb els 8 tipus diferents de salmorres.

Els models carnis que van presentar més duresa van ser els elaborats a partir de salmorres amb solució de proteïna funcional (E: Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn congelada i D: Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn fresca), seguit dels models carnis elaborats amb la salmorra H (Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn congelada & Scancure DI-95). Aquest fet podria ser interessant alhora d'elaborar pernil cuit amb salmorres que continguessin solució de proteïna funcional, ja que aquesta proporcionaria una certa duresa al producte final i per tant, possiblement, una major integritat en el producte llescat.

Si s'observen els valors de duresa dels models carnis amb les salmorres descrites anteriorment, la formulació H és la que presenta el valor més baix degut al seu contingut de col·lagen en la seva formulació.

El control (C) va presentar una similitud amb els models de producte carni cuit elaborats a partir de les salmorres A (Scancure DI-95 & Sonac PP70P) i B (Vepro-Gel 95 PCP-I & Vepro 75PSC), els quals van mostrar diferències significatives entre ells. La formulació B va presentar més duresa que la A, això es podria explicar pel major percentatge de producte proteic de la salmorra en comparació amb la A.

Pel que fa als models carnis elaborats amb les salmorres G (Scancure DI-95) i F (Vepro-Gel 95) van ser els que van presentar menor duresa, presentant diferències significatives entre ells. Els models carnis elaborats a partir de la salmorra G van ser els que van presentar menor duresa. Es podria atribuir a la major concentració de col·lagen en la formulació.

Els models carnis elaborats amb les salmorres C, D i E van mostrar una major elasticitat (distància recuperada per la mostra després de la primera compressió), amb valors similars entre ells, però significativament diferents de la resta de models. Això ens mostra que el comportament de la solució de proteïna funcional sola (salmorra cuita) és diferent de quan està barrejada amb la carn. Una hipòtesi podria ser que la proteïna càrnia s'adhereix i s'integra millor amb la massa càrnia a diferència del col·lagen. Els models carnis amb plasma i col·lagen (A, B), amb col·lagen (G i F) i amb solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn congelada i col·lagen (H) van mostrar valors similars tot i que amb algunes diferències significatives. Si s'estudia més el cas, s'observa que segons el tipus de font proteica afegida en la formulació, els models carnis presenten valors similars d'elasticitat. És a dir, les formulacions G i F van presentar valors similars entre elles degut al col·lagen afegit en la salmorra. El mateix succeeix en les formulacions A i B,

els resultats d'elasticitat van ser similars entre elles perquè contenien col·lagen i plasma en la seva formulació. Per últim, el valor d'elasticitat de la formulació H va mostrar un perfil similar a la formulació A, degut al contingut de col·lagen de la mateixa marca comercial (Scancure DI-95).

El paràmetre cohesivitat (força dels enllaços interns de la mostra), els valors més elevats es van observar en els models carnis elaborats a partir de les salmorres C, E i D en aquest mateix ordre. En canvi els models carnis elaborats amb la formulació H van presentar diferències significatives amb les salmorres comentades anteriorment (C, E i D), suposadament per l'absència de col·lagen en les salmorres d'aquests últims. Els valors més baixos de cohesivitat els van presentar els models carnis elaborats amb les salmorres G i F, presentant diferències significatives amb la resta de formulacions. Els models carnis elaborats a partir de la salmorra G van presentar menor cohesivitat ( $P < 0.05$ ) que els elaborats amb la salmorra F. Això podria ser degut a les diferències de concentració de producte proteic en la formulació, doncs la salmorra G contenia 15g/kg i la F, 10 g/kg, en el model carni final. Per tant la força dels enllaços interns de les mostres disminueixen al contenir més concentració de col·lagen. El models carnis amb formulacions A i B no presenten diferències significatives entre elles.

Pel que fa al paràmetre masticabilitat (la quantitat d'energia necessària per desintegrar la mostra), els models carnis elaborats amb les formulacions D i E van mostrar els valors més elevats ( $P < 0.05$ ). Els models carnis elaborats amb salmorra C van mostrar diferències significatives amb la resta de formulacions però el valor obtingut (136,32 N) s'aproxima als valors de les formulacions D (146,30N) i E (149,82N). Això podria ser atribuït a la proteïna càrnia present en els tres tipus de models carnis diferents (C, D i E) i l'absència de col·lagen i plasma.

Els models carnis amb les formulacions A, B i H van presentar valors intermedis i significativament diferents de la resta. Per últim les formulacions amb col·lagen (G i F) van mostrar els valors més baixos de masticabilitat (menor quantitat d'energia per desintegrar la mostra). Una altra vegada la concentració de col·lagen en les mostres fa disminuir el paràmetre estudiat. Les agrupacions descrites dels resultats obtinguts de masticabilitat coincideixen amb la resta de resultats dels diferents paràmetres descrits. Això és degut a que la masticabilitat depèn de la duresa, l'elasticitat i la cohesivitat, essent aquesta el resultat del producte d'aquets tres paràmetres (Arnau i col., 2003).

Taula 4.5 Mitjanes dels paràmetres del test del perfil de textura dels models carnis cuits.

<i>Producte proteic</i>	Scancure DI-95 (col·lagen) & Sonac PP70P (plasma)	Vepro-Gel 95 PCP-I (col·lagen) & Vepro 75PSC (plasma)	Control (sense producte proteic)	Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn fresca	Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn congelada	Vepro-Gel 95 PCP-I (col·lagen)	Scancure DI-95 (col·lagen)	Solució de proteïna funcional obtinguda a partir de carn congelada & Scancure DI-95 (col·lagen)	RMSE
<i>Codi Salmorra</i>	A	B	C	D	E	F	G	H	
<i>n</i>	4	4	6	4	8	4	4	4	
<i>Duresa (N)</i>	628,30 <sup>e</sup>	662,32 <sup>cd</sup>	647,58 <sup>cde</sup>	700,88 <sup>ab</sup>	720,16 <sup>a</sup>	621,50 <sup>de</sup>	595,41 <sup>f</sup>	673,66 <sup>bc</sup>	23,36
<i>Elasticitat</i>	0,607 <sup>bc</sup>	0,612 <sup>b</sup>	0,657 <sup>a</sup>	0,674 <sup>a</sup>	0,665 <sup>a</sup>	0,569 <sup>d</sup>	0,565 <sup>d</sup>	0,589 <sup>c</sup>	0,012
<i>Masticabilitat (N)</i>	112,39 <sup>c</sup>	118,52 <sup>c</sup>	136,32 <sup>b</sup>	146,30 <sup>a</sup>	149,82 <sup>a</sup>	97,42 <sup>d</sup>	83,36 <sup>e</sup>	113,98 <sup>c</sup>	5,82
<i>Cohesivitat</i>	0,294 <sup>c</sup>	0,291 <sup>c</sup>	0,320 <sup>a</sup>	0,309 <sup>b</sup>	0,312 <sup>ab</sup>	0,278 <sup>d</sup>	0,251 <sup>e</sup>	0,288 <sup>cd</sup>	0,006

RMSE: (Root Mean Squared Error) arrel quadrada de l'error quadràtic mig

<sup>abcde</sup> Dins la fila, les mitjanes per mínims quadrats amb una lletra en comú no són diferents significativament ( $P>0.05$ ).

Després d'analitzar els resultats semblaria que la salmorra que mostra un millor potencial per assolir els objectius tecnològics plantejats és la salmorra amb solució de proteïna càrnia obtinguda a partir de carn fresca (D). La salmorra cuita presentava una consistència més ferma i menys exsudat en comparació amb la salmorra amb solució de proteïna càrnia obtinguda a partir de carn congelada (E). També els models carnis elaborats a partir de la salmorra D, van ser els que van presentar menys minva. Tot i així s'ha de tenir present el procés d'elaboració del pernil cuit en les empreses, ja que en aquestes els hi seria interessant poder emmagatzemar en congelació la matèria primera per elaborar la solució de proteïna funcional. A més en l'Anàlisi del Perfil de Textura, els models carnis elaborats a partir de les salmorres amb solució de proteïna funcional van presentar valors més elevats, els quals semblen interessants. De tota manera les diferències en els paràmetres estudiats en el TPA no són massa grans i caldria validar-ho per continuar l'estudi i contrastar els resultats amb l'anàlisi sensorial i en el producte comercial.

Per tant les salmorres elaborades a partir de solucions de proteïna càrnia funcional es podrien seleccionar per continuar treballant amb la seva optimització i realitzar proves a planta pilot amb pernills cuits i realitzar l'anàlisi sensorial dels diferents productes. Abans però, es podrien realitzar més proves amb diferents salmorres amb solució de proteïna càrnia funcional; com per exemple salmorres amb solució de proteïna càrnia funcional i plasma a baixes concentracions, o altres concentracions de les salmorres amb solució de proteïna càrnia funcional. Cal també dur a terme les proves a planta pilot per definir un procés d'elaboració òptim de la solució de proteïna i viable per la indústria.

## 5. CONCLUSIONS

Les principals conclusions a les que s'ha arribat mitjançant la realització d'aquest estudi són les següents:

- En comparació amb la salmorra control (sense producte proteic i pH 7,26), les salmorres que contenien plasma presentaven un pH més elevat (8,66-8,85), les que contenien col·lagen tenien un pH similar (6,98-7,5) i les que contenien solució de proteïna càrnia funcional un pH inferior (5,56-5,70).
- Els gels de les salmorres cuites amb proteïna càrnia funcional presentaven més exsudat que els gels de les salmorres amb solució de proteïna càrnia funcional amb col·lagen. En canvi els gels de les salmorres amb col·lagen i els de les combinacions de plasma i col·lagen, no presentaven exsudats. Els gels de les salmorres amb plasma mantienien l'estructura gelificada després de l'escalfament, en canvi els gels de salmorres que contenien col·lagen eren termo-reversibles.
- La presència de col·lagen en la formulació de les salmorres permetia obtenir els gels més fermes després del tractament tèrmic. El plasma, en combinació amb el col·lagen, reduïa la fermesa dels gels obtinguts per la cocció i els menys consistents s'obtenien amb les salmorres que contenien solució de proteïna càrnia funcional.
- Les salmorres que contenien només col·lagen no van presentar funcionalitat tecnològica. La incorporació de col·lagen a les salmorres no millorava la qualitat del model carni final perquè el col·lagen no era retingut per la matriu càrnia sinó que formava una capa de gelatina en la superfície del producte.
- Els models carnis elaborats amb salmorres que contenien solució de proteïna càrnia funcional van presentar menys minves per cocció i una textura més ferma que els elaborats amb salmorres que contenien col·lagen o una combinació de col·lagen i plasma.
- El procés de congelació disminuïa la funcionalitat tecnològica de la proteïna càrnia utilitzada en la formulació de les salmorres, ja que els models carnis elaborats amb la solució de proteïna càrnia funcional obtinguda a partir de carn congelada van presentar més minves que els models elaborats amb la solució de proteïna obtinguda a partir de carn fresca.
- Les formulacions amb solució de proteïna càrnia funcional són interessants per a dur a terme posteriors estudis per definir un procés d'elaboració òptim i viable per la producció del pernil cuit en la indústria.

## 6. ÍNDIX DE FIGURES I TAULES

Figura 1.1 Evolució de la producció de carn de porc a Espanya durant el períodes 2006-2016...	5
Figura 1.2 Distribució per comunitats autònomes de la producció de carn de porc (tones) durant l'any 2015 .....	6
Figura 1.3 Consum de productes derivats del porc a les llars catalanes durant els anys 2012, 2013, 2014, 2015 i 2016.....	7
Figura 1.4 Procés d'elaboració del pernil cuit.....	9
Figura 1.5 Diferències de color i de capacitat de retenció d'aigua (CRA) entre les carns PSE, Normal i DFD de porc.....	12
Figura 1.6 Diferenciació del tres tipus de carn ( PSE, Normal i DFD) degut al descens del pH muscular després del sacrifici .....	13
Figura 1.7 Reaccions de la formació del color en el procés d'elaboració del pernil cuit.....	16
Figura 1.8 Gràfica típica de l'Anàlisi del Perfil de Textura.....	19
Figura 3.1 Procés d'elaboració d'estoc de carn magra amb baixa funcionalitat tecnològica.....	26
Figura 3.2 Procés d'elaboració de la solució de proteïna càrnia. ....	26
Figura 3.3 Carn i salmorres amb diferents textures segons la formulació. ....	30
Figura 3.4 Solució de proteïna càrnia en refrigeració en caixa de poliestirè amb gel.....	31
Figura 3.5 Salmorra elaborada, amb les sondes del termòmetre i del pH-metre que mesuren T <sup>a</sup> i pH.....	31
Figura 3.6 Carn de baixa funcionalitat proteica, es prenen mesures de T <sup>a</sup> i pH.....	31
Figura 3.7 Carn de baixa funcionalitat proteica i salmorra elaborada.....	31
Figura 3.8 Submostres de 60g de salmorra en potets Anaclin. ....	32
Figura 3.9 Carn de baixa funcionalitat proteica i salmorra després del procés d'amassat. Es van prendre mesures de T <sup>a</sup> i pH. ....	32
Figura 3.10 Massa embotida dins la tripa artificial, sense fer el buit, envasada al buit i segellada (de dalt a baix respectivament).....	32
Figura 3.11 Col·locació de les salmorres i els models carnis al forn per a dur a terme el procés de cocció amb control de temperatura. ....	33
Figura 3.12 Procés d'elaboració de salmorres i models carnis cuits.....	34
Figura 3.13 Obtenció de les mostres de model carni cuit amb l'ajuda del trepant, utilitzades en la determinació del perfil de textura.....	37
Figura 3.14 Model carni cuit sencer, llesques obtingudes (1.5cm) i mostres definitives per al TPA (ordre d'esquerra a dreta). ....	37

Figura 3.15 Caracterització dels gels de les salmorres cuites, Test de ruptura, mesura de la força per compressió amb l'equip texturòmetre TA HD PLUS (Stable Micro Systems). .....	38
Figura 3.16 Realització anàlisi del perfil de textura,(TPA) amb l'equip texturòmetre TA HD PLUS (Stable Micro Systems). .....	38
Figura 4.1 Gràfics força-temps resultants de l'anàlisi instrumental de les diferents salmorres cuites .....	43
Figura 4.2 Salmorres després de la cocció amb diferents textures segons la formulació.....	46
Taula 1.1 Característiques fisico-químiques dels derivats carnis.....	14
Taula 3.1 Components bàsics i concentració en el producte final comuna per a les diferents salmorres elaborades .....	27
Taula 3.2 Productes proteics utilitzats en l'elaboració de les salmorres. ....	29
Taula 4.1 Mitjanes de pH de les salmorres acabades d'elaborar.....	41
Taula 4.2 Mitjanes dels paràmetres del test de ruptura dels gels de les diferents salmorres cuites .....	45
Taula 4.3 Descripció de la consistència dels diferents tipus d'exsudats dels models carnis cuits, segons el producte proteic afegit en la formulació de la salmorra. ....	48
Taula 4.4 Mitjanes de les minves de les peces dels diferents models de producte carni cuit segons els ingredients i additius utilitzats en la salmorra.....	50
Taula 4.5 Mitjanes dels paràmetres del test del perfil de textura dels models carnis cuits. ....	53

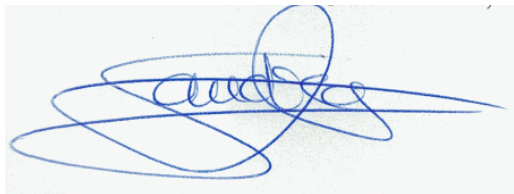
## 7. BIBLIOGRAFIA

- Arnau, J. Gou, P. i Ruíz-Ramírez, J. (2003). *Textura en productos cárnicos crudos-curados: medidas instrumentales y sensoriales*. Eurocarne, 116, 1-3.
- Biosfera (29 de gener de 2018). Els ous, parlem-ne. [http://www.biosfera.cat/biosfera\\_cat\\_biosfera/?p=635](http://www.biosfera.cat/biosfera_cat_biosfera/?p=635)
- Freixanet, Ll. (13 de març de 2018). Aditivos e ingredientes en la fabricación de productos cárnicos cocidos de músculo entero. <http://es.metalquimia.com/upload/document/article-es-12.pdf>
- Generalitat de Catalunya, Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció rural. (2010). *Els embotits de Catalunya* (1a ed.). Barcelona: Edicions 62.
- Grup de Gestió Porcina (GGP-UdL). (2016). *Informe del sector porcí 2016*. Lleida: Universitat de Lleida.
- Hanna Instruments. (13 de març de 2018). Influencia del pH en las características de la carne. <http://www.hannainst.es/blog/page/3/>
- International Organization for Standardization. (2008). *Análisis Sensorial: Vocabulario*. ISO 5492. Suïssa: ISO.
- Marcos, B. (2007). Mejora de la Seguridad Alimentaria en productos cárnicos listos para el consumo mediante la aplicación combinada de tecnologías de conservación emergentes (Tesi doctoral no publicada). Universitat de Girona, Catalunya.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPAMA). (2018). Sector porcino en España. <https://www.mapama.gob.es/en/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/sectores-ganaderos/porcino/>
- Real Decret 474/2014, de 13 de juny, per el que s'aprova la norma de qualitat de derivats càrnics. BOE-A-2014-6435 (2014).



- Reglament 1129/2011 (UE), de la Comisión de 11 de novembre de 2011, per el que es modifica l'annex II del Reglament (CE) n° 1333/2008 del Parlament Europeu i del Consell para establir una llista de additius alimentaris de la Unió. DOUE-L-2011-82261 (2011).
- Reglament (CE), 853/2004 del Parlament Europeu i del Consell, de 29 d'abril de 2004, per el que s'estableixen normes específiques d'higiene dels aliments d'origen animal. 2000/0179/COD (2004).
- Ruíz Ramírez, J. (2005). Textura de músculos de cerdo y de jamón curado con distintos niveles de NaCl, pH y contenido de agua. Tesis doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona, Catalunya.
- Simasaki, A. (12 de juny de 2018). Carne PSE o DFD. <https://www.emvejir.com/single-post/2018/06/11/Carne-PSE-e-DFD>
- Sonac PP70P, Functional plasma protein, (2011). Sonac Loenen BV, Països Baixos.
- Vepro 75PSC, Spraydried porcine plasma powder, (2015). Veos, Bèlgica.
- Warris, P.D. (2000). Meat Science. An introductory text. CABI Publishing, CAB International, Wallingford.
- Wirth, F, et al. (1992). *Tecnología de los Embutidos escaldados* (1a ed.). Zaragoza: ACRIBIA.
- Xargayó, M. (17 de juliol de 2018). Proceso de fabricación de productos cárnicos cocidos de músculo entero II: inyección y tenderización. <http://de.metalquimia.com/upload/document/article-es-16.pdf>

I per finalitzar signo aquesta memòria,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Sandra Planas i Solivera', is written over several overlapping horizontal lines.

Sandra Planas i Solivera

Setembre 2018.