



EPS

Escola Politècnica

UdG

Superior

Projecte/Treball Fi de Carrera

Estudi: Eng. Tècn. Agrícola Ind.Agràries i Aliment. Pla 99

Títol: Incidència del pH de la matèria primera, del nivell de sal afegit i de la temperatura sobre el grau de proteòlisi i la textura del pernil curat

Document: Memòria

Alumne: Jordi García Lorés

Director/Tutor: Rodrigo Morales Pavez/ Pere Gou i Botó
Departament: Eng. Química, Agrària i Tecn. Agroalimentària
Àrea: Tecnologia dels aliments

Convocatòria (mes/any): Maig/2008

AGRAÏMENTS

Són moltes les persones a les que vull agrair la seva inestimable ajuda, ja que sense elles no hagués estat possible la realització d'aquest projecte, i demano disculpes a aquelles que no hi surtin en aquestes línies, ja que tot i això, el meu agraïment no és menor.

Vull agrair a Rodrigo Morales Pavez, director d'aquest projecte, la seva paciència, tot el que m'ha ensenyat i haver estat en tot moment ajudant-me i aconsellant-me. Sense el seu suport, no hagués estat possible la realització d'aquest treball.

Al Dr. Pere Gou i Botó, tutor d'aquest projecte, i al Dr. Jacint Arnau, cap de la Unitat 0403 del CTC-IRTA pels seus consells i per confiar en mi per a la realització d'aquest projecte.

A la Dra. M. Dolors Guàrdia que, tot i no tenir-ne cap obligació, m'ha ajudat moltíssim en aquest treball.

Al Dr. Josep M. Monfort, Director del Centre de Tecnologia de la Carn, per permetre'm realitzar aquest treball a les instal·lacions de l'IRTA de Monells.

A tots els membres de la Unitat 0403 de l'IRTA- tecnologia dels aliments. Gràcies per aguantar-me i fer-me tan fàcil l'estada a l'IRTA, que espero, sigui molt llarga.

A la resta de companys de l'IRTA, sou fantàstics, gràcies per deixar-me molestar-vos en el vostre lloc de treball.

A tots els companys de pis amb els que he viscut tots aquests anys, per aguantar-me i ajudar-me, el que hem compartit no ho oblidaré. Però sobretot vull fer una menció especial a l'Anna Bartolomé, en DQ i en Jordi Pujades, heu sigut la meva família aquí Girona, m'heu donat molt suport. i el que hem construït no caurà mai.

A tots els amics gironins i als barcelonins, per donar-me suport, allà on he anat.

En Dani i la Lúcia que m'han unit a ells per sempre més fent-me padrí de l'Ona, gràcies!

Als meus pares, al meu germà i a les meves germanes, gràcies per fer-me com sóc i creure en mi, us dec tot el que tinc.

MOLTES GRÀCIES A TOTS!

ÍNDEX

Índex.....	i
Resum.....	iv
Paraules claus.....	vi
1. Introducció.....	1
1.1. Definició de pernil curat.....	1
1.2. Situació actual del pernil curat.....	1
1.3. Mercat exterior.....	4
1.4. Classificació del pernil curat.....	5
1.5. Estructura i composició del pernil curat.....	6
1.6. Valor nutritiu del pernil curat.....	8
1.7. Química i bioquímica del múscul.....	9
1.8. Elaboració del pernil curat.....	10
1.8.1. Selecció de la matèria primera.....	11
1.8.2. Preparació de la matèria primera.....	12
1.8.3. Salat.....	13
1.8.4. Repòs (post salat, assentament o estabilització).....	15
1.8.5. Assecat o maduració.....	15
1.9. Textura.....	16
1.10. Mètodes utilitzats per a la determinació de la textura.....	17
1.10.1. Mètodes instrumentals.....	17
1.10.1.1. Mètodes fonamentals.....	18
1.10.1.1.1. Test de Relaxació.....	18
1.10.1.2. Mètodes empírics.....	19
1.10.1.3. Mètodes imitatius.....	20
1.10.2. Anàlisi sensorial.....	20
1.10.3. Relació entre les mesures de textura instrumentals i sensorials.....	22
1.11. Factors que afecten la textura del pernil curat.....	22
1.11.1. Matèria primera utilitzada.....	23
1.11.1.1. Tipus de múscul i conformació.....	23
1.11.1.2. Origen genètic i edat.....	23
1.11.1.3. Condició sexual.....	24
1.11.1.4. Composició i contingut de greix.....	24
1.11.1.5. pH.....	25

1.11.1.6. Potencial proteolític	26
1.11.2. Procés tecnològic	27
1.11.2.1. Estacionalitat	27
1.11.2.2. Temperatura i humitat relativa	27
1.11.2.3. Contingut d'aigua, activitat d'aigua i sal afegida	28
1.11.2.4. Temps de processat	29
1.12. Defectes de textura en pernil curat.....	30
1.12.1. Encrostat	30
1.12.2. Textura tova i/o pastosa	31
2. Objectius	32
3. Materials i mètodes	33
3.1. Selecció dels pernils i disseny experimental.....	33
3.2. Procés d'assecat dels pernils	34
3.3. Preparació dels pernils per la realització de les diferents proves.....	35
3.4. Anàlisi instrumental de textura	37
3.4.1. Preparació de les mostres per a l'anàlisi instrumental de textura	37
3.4.2. Test de Relaxació	38
3.5. Anàlisis fisicoquímiques	40
3.5.1. Activitat d'aigua (a_w)	41
3.5.2. Humitat (%)	41
3.5.3. Clorurs (NaCl).....	42
3.5.4. Greix intramuscular	43
3.5.5. Nitrogen total/Proteïnes.....	44
3.5.6. Nitrogen no proteic (NNP)	47
3.6. Anàlisi estadística de les dades.....	48
4. Resultats i discussió.....	49
4.1. Influència dels efectes principals sobre els paràmetres fisicoquímics.....	49
4.2. Efecte del pH_{SM24} de la matèria primera sobre els paràmetres fisicoquímics	50
4.3. Efecte de la durada del període de salat sobre els paràmetres fisicoquímics	51
4.4. Efecte del tractament de temperatura sobre els paràmetres fisicoquímics	53
4.5. Influència dels efectes principals sobre els paràmetres de textura	55
4.6. Efecte del pH_{SM24} sobre els paràmetres de textura	56

4.7. Efecte de la duració del període de salat sobre els paràmetres de textura .	57
4.8. Efecte del tractament de temperatura sobre els paràmetres de textura.....	59
4.9. Efecte de la interacció $\text{pH}_{\text{SM24}} \times \text{Temperatura}$	60
4.10. Efecte de la interacció $\text{sal} \times \text{Temperatura}$	61
5. Conclusions.....	63
6. Implicacions.....	64
7. Bibliografia	65
8. Annexos.....	78
8.1. Annex 1. Resultats mitjans dels paràmetres fisicoquímics dels músculs SM i BF	78
8.2. Annex 2. Valors mitjans dels paràmetres F_0 , Y_2 i Y_{90} obtinguts en el TR...	84

RESUM

En l'elaboració del pernil curat s'observa una tendència a reduir tant el contingut de sal (demanda del consumidor) com el temps d'elaboració. Aquestes modificacions han accentuat la incidència de textura excessivament tova i enganxosa, provocant un important problema a l'hora del llençat mecànic i una disminució de l'acceptabilitat per part dels consumidors.

Aquest projecte s'emmarca dins del projecte d'investigació científica i desenvolupament tecnològic titulat: "Caracterització físico-química i sensorial del pernil curat amb textura adequada per al llençat mecànic i acceptable pels consumidors". En la primera part d'aquest projecte es va concloure que el mètode més adequat per la mesura de la textura en els músculs *biceps femoris* (BF) i *semimembranosus* (SM) és el test de relaxació. Posteriorment es va fer una avaluació de la textura del múscul BF estudiant de quina manera es veia afectada per diferents característiques: pH, greix intramuscular, nivell de sal i temperatura. A més, la temperatura final de 30 °C va reduir la presència de textura tova o enganxosa en el múscul. Posteriorment es va estudiar l'efecte del temps i de la temperatura de processat sobre trossos i daus de pernil curat, malgrat que, no s'ha tingut en compte la influència d'aquests aspectes sobre el pernil curat com a producte final.

L'objecte d'aquest estudi és determinar l'efecte del pH de la matèria primera, del nivell de sal afegit i de la temperatura sobre el grau de proteòlisi i sobre la textura final del pernil curat. Els resultats d'aquest treball han de permetre millorar els criteris que s'utilitzen per a la selecció de la matèria primera, avaluar les condicions de procés òptimes (nivell de sal afegit i de la temperatura de curació) per l'elaboració del pernills destinats al llençat mecànic.

Es van seleccionar 62 pernills amb pesos compresos entre 11 kg i 13 kg mitjançant la mesura del pH a 24 hores *post mortem* en el múscul SM (pH_{SM24}), 22 pernills de pH_{SM24} baix ($pH_{SM24} < 5,7$), 19 de pH_{SM24} mig ($5,7 \leq pH_{SM24} \leq 5,9$) i 21 de pH_{SM24} alt ($pH_{SM24} > 5,9$), posteriorment es va aplicar als pernills tres períodes de salat (6 dies, 10 dies i 14 dies) depenent del pes per tal de bloquejar el seu efecte amb els dies de salat. Aquests pernills se'ls va aplicar un període de curació de 365 dies. En els

últims deu dies d'aquest procés, es van sotmetre a dos tractaments de temperatura diferents, la meitat a un tractament de 18°C i l'altra meitat a un tractament de 30°C.

Després es van desossar els pernils i se'ls va extreure els músculs BF i SM i es van realitzar diferents anàlisis fisicoquímiques (activitat d'aigua, humitat, greix intramuscular, proteïnes, nitrogen no proteic i índex de proteòlisi) i de textura instrumental (test de relaxació).

Per l'índex de proteòlisi (IP), no es van observar diferències significatives entre els grups de $\text{pH}_{\text{SM}24}$ avaluats, tanmateix, els pernils de $\text{pH}_{\text{SM}24}$ baix van presentar major IP que els de $\text{pH}_{\text{SM}24}$ alt. El paràmetre IP, sí va ser afectat, pel període de salat i per la temperatura, així, en aquells pernils amb un curt període de salat es va obtenir un IP més alt. Una temperatura de 30°C també produeix un IP superior.

Un tractament de temperatura alt (30 °C) podria disminuir els problemes de textura tova i/o pastosa en aquells pernils amb un $\text{pH}_{\text{SM}24}$ mig o alt. En els pernils de $\text{pH}_{\text{SM}24}$ baix el tractament de temperatura no té efectes significatius.

En pernils amb diferents períodes de salat un tractament de temperatura alt de 10 dies al final de procés de curació uniformitza la textura. Per tant, un tractament de temperatura de 30°C durant els últims 10 dies de procés, seria aconsellable per pernils amb continguts de sal baix ja que disminueix els problemes de textura excessivament tova i/o pastosa.

PARAULES CLAU

- *Pernil curat*
- *Biceps femoris* o BF
- *Semimembranosus* o SM
- *Índex de proteòlisi* o IP
- *Textura*
- *Test de relaxació* o TR
- *Temperatura*

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Definició de pernil curat

El pernil curat és un producte carni que s'elabora amb les extremitats posteriors del porc adult que han estat sotmeses primer a un tractament de salat (en forma sòlida o salmorra) i, després, a un de dessecació i maduració.

Les propietats del pernil curat depenen de la qualitat de la matèria primera, dels ingredients i additius i del procés, i s'aconsegueixen a través de l'addició a la carn fresca de diversos ingredients i additius (sal, agents nitrificants i altres additius) i de les condicions de procés a que aquest es sotmet (condicions ambientals de temperatura, humitat relativa i velocitat de l'aire).

El Real Decret 1904/1993 del 24 d'octubre (BOE núm.36, de l'11 de febrer de 1994) defineix "curat", referint-se al pernil, com "el tractament de les carns de la cuixa del porc cruas salades en condicions ambientals adequades per provocar, en el transcurs d'una lenta i gradual reducció d'humitat, l'evolució dels processos naturals de fermentació o enzimàtics necessaris per aportar al producte qualitats organolèptiques característiques i que possibiliten la conservació del producte final a temperatura ambient".

1.2. Situació actual del pernil curat

En els darrers anys la producció de productes carnis elaborats ha experimentat un augment aproximat del 13% (Cruz, 2004). Aquest augment s'ha vist reflectit principalment en els productes tractats per calor, seguits del pernil curat i dels embotits curats.

En la actualitat, l'Estat espanyol és el principal productor i consumidor de pernil curat amb una xifra de 265.168 tones entre pernills i paletes (Cruz, 2008). En la Taula 1.1 es presenta l'evolució de la producció de productes curats a Espanya des de l'any 2000 fins a 2006.

Taula 1.1 Evolució de la producció d'elaborats carnis a Espanya (en tones)

Producte	Any						
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Pernil i paletes curades	200.510	204.339	234.000	245.700	249.400	251.345	265.168
Embotits curats	169.999	179.094	184.466	191.844	193.000	193.386	192.999
Pernil i paletes cuites	136.841	150.607	158.137	169.997	172.500	174.398	178.583
Altres tractats amb calor	279.229	299.222	329.323	345.789	351.000	355.212	360.540
Producte adobat i fresc	145.487	167.637	170.000	170.680	174.000	178.165	181.772
Plats preparats	57.558	59.918	63.513	66.688	68.700	71.105	73.593
TOTAL	989.624	1.060.817	1.141.439	1.190.698	1.220.000	1.252.655	1.252.655

Font: Eurocarne Gener-Febrer (Cruz, 2008)

Actualment, els consumidors demanen cada vegada més, productes amb baix valor energètic (López-López i col. 2008) i també baix contingut en sal (Guàrdia i col. 2006), factors que es relacionen amb problemes cardiovasculars (Law, 1997). També, a causa de l'estil de vida actual, on les famílies cada vegada dediquen menys temps a la preparació dels àpats, ha augmentat considerablement la demanda de productes envasats i lencats, que faciliten i redueixen el temps necessari per preparar un àpat. Per aquest motiu les empreses tendeixen a elaborar productes amb alt valor afegit i a diversificar així la cadena productiva. Així doncs, en aquest marc, és lògic considerar la possibilitat d'elaborar pernills amb un contingut de sodi, tan reduït com sigui possible, tot i que, en les últimes dècades aquest s'ha disminuït més d'un 50% (Ruusunen i Puolanne, 2007). En pernills curats el problema resideix en què pel fet de disminuir el contingut de sal (NaCl), solen aparèixer problemes de textura, fet que condiciona l'acceptabilitat dels consumidors i el rendiment econòmic del producte (Arnau, 1991).

En els últims anys el mercat de pernil curat de porc blanc ha tendit cap a l'estancament, motiu pel qual la indústria ha buscat noves fórmules de venda, els formats d'autoservei (llencats, trossos i tires) han augmentat un 15% (Antelo, 2006). En les Figures 1.1. i 1.2. es pot observar la importància de les formes de presentació no tradicionals (llencats, trossos i tires) en els anys 2004 i 2005, respectivament.

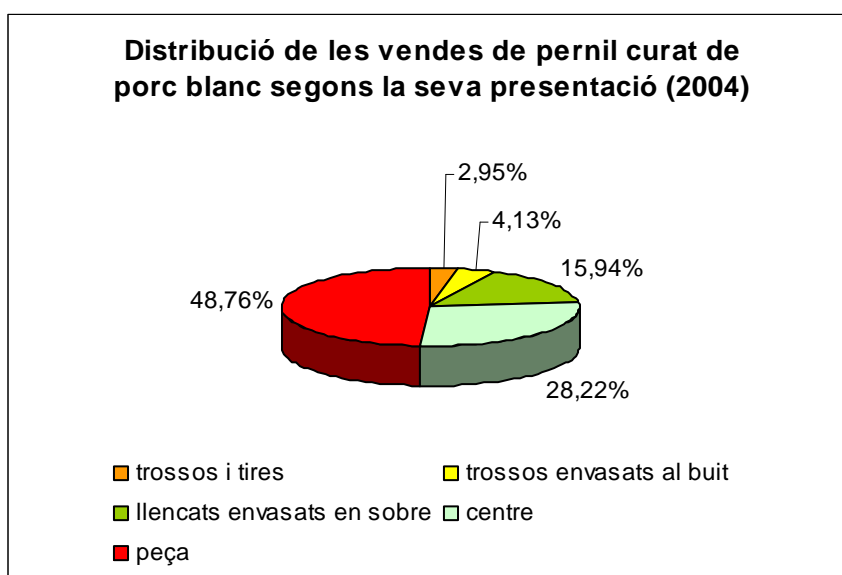


Figura 1.1. Distribució de les vendes de pernil curat de porc blanc segons la seva presentació el 2004 en tan per cent.

Font: <http://acnielsen.com>

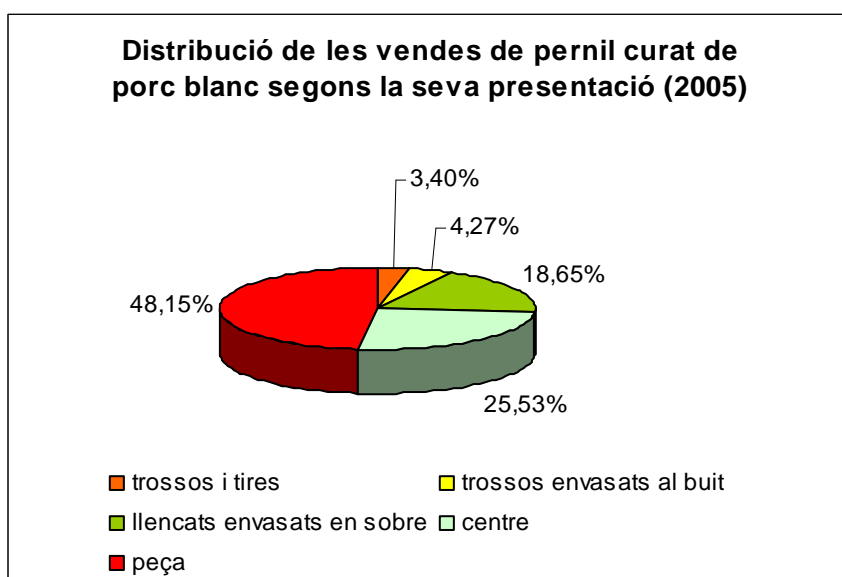


Figura 1.2. Distribució de les vendes de pernil curat de porc blanc segons la seva presentació el 2005 en tan per cent.

Font: <http://acnielsen.com>

1.3. Mercat exterior

El mercat exterior del pernil curat segueix creixent i en el 2006 es van superar les 22.431 tones amb un valor de 177,88 milions d'euros (Figura 1.3 i 1.4), amb un augment en les exportacions entorn al 18% entre el 2005 i 2006 (Cruz, 2007). Per destinacions, França, Alemanya i Portugal continuen essent els principals importadors d'aquest producte. És important però, destacar el creixement que en els darrers anys han experimentat els mercats com ara el del Japó i els Estats Units, encara que, en conjunt, només suposen el 5,8% del valor total de les vendes (5,36 milions de euros per Japó i 5,31 per Estats Units) (Cruz, 2007).

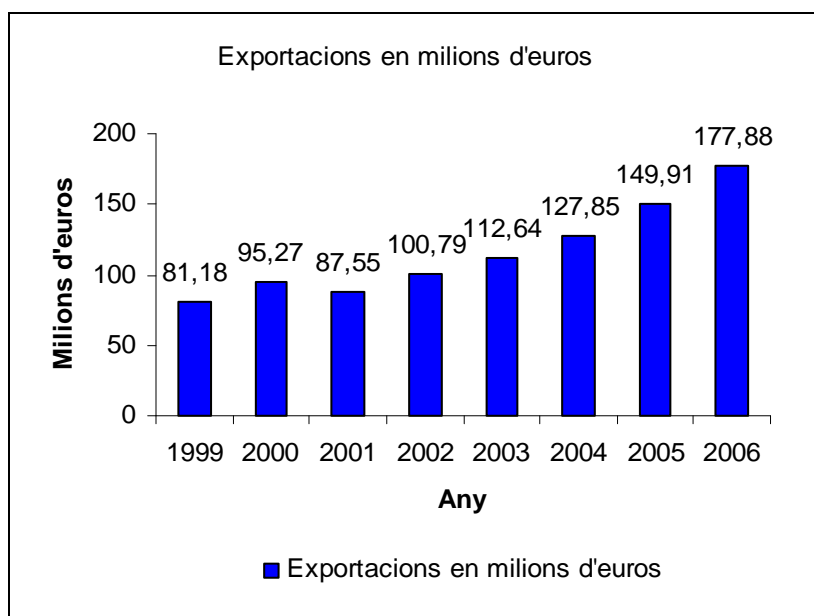


Figura 1.3. Evolució del comerç exterior en milions d'euros.

Font: <http://icex.es>

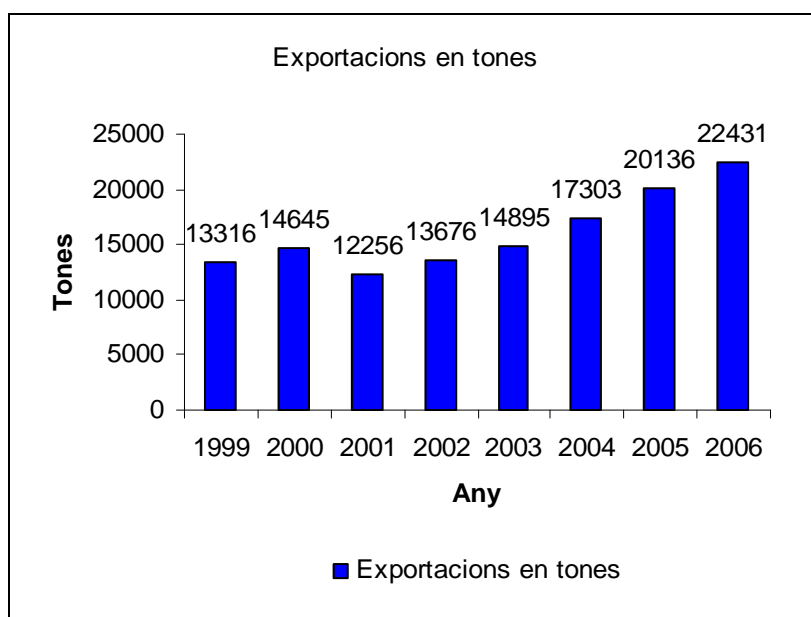


Figura 1.4. Evolució del comerç exterior en tones.

Font: <http://icex.es>

1.4. Classificació del pernil curat

Entre els principals aspectes que es poden utilitzar per a la classificació del pernil curat es poden destacar la línia genètica i l'alimentació que han rebut els porcs.

Quant a l'origen genètic, es distingeixen dos tipus de pernil:

1) Pernils procedents de porc ibèric (on s'admeten alguns creuaments fins un 50% de base genètica no ibèrica per ser considerats de denominació d'origen, segons el Real Decreto 1569/2007). En aquest cas, en funció de l'alimentació se'n poden distingir tres subtipus:

- D'aglà o acabat en "montanera": en el sistema de producció tradicional, l'animal entra en "montanera", com a mínim als deu mesos d'edat, amb un pes que oscil·la entre els 80,5 i els 115 kg. Els porcs s'alimenten d'aglans i pasturatge, fins arribar a un pes entre 150 i 180 kg, amb una reposició mínima en aquest ecosistema de 46 kg.

- De "recebo" o acabat en "recebo": l'animal després d'entrar en "montanera" i després d'una reposició no inferior als 28,5 kg, en aquest règim d'explotació, passa a ser alimentat fins al moment del seu sacrifici mitjançant pinsos compostos a base de cereals i lleguminoses.

- De “cebo”: aquest sistema consisteix en l’ús de pinsos compostos per l’alimentació durant tot el període d’engreix fins assolir el pes de sacrifici. L’edat mínima del sacrifici serà de deu mesos.

2) Pernils procedents de porc blanc. Aquest podrà ser denominat Serrano o curat, segons el procés d’elaboració.

El pernil Serrano és aquell que prové de porcs de la raça Duroc, Landrace, Large White, etc, així com dels seus encreuaments. Per a la utilització d’aquesta denominació (segell de qualitat) el plec de condicions d’aquest producte exigeix l’acompliment d’uns requisits de contingut de NaCl i de temps de salat (“Fundación del Jamón Serrano, 1998). Aquest producte ha de tenir més de set mesos de procés de maduració.

El pernil curat és aquell provinent de porc blanc que no forma part del segell de qualitat ETG (“Especialidad Tradicional Garantizada”).

La manera de tallar el pernil per aconseguir una determinada forma també esdevé un tret diferencial d’aquest producte, igual que l’origen, ja que ambdós factors influeixen en la seva qualitat. També afecta la qualitat del pernil els factors ambientals propis de l’àrea geogràfica on es dur a terme la maduració. En algunes zones, com aquelles situades a l’interior de la península, a causa de l’alta sequedat de l’ambient, s’utilitzen períodes de salat més curts i continguts de NaCl més baixos, produint-se així els anomenats pernils dolços, tot i que, actualment, a causa de la modernització dels processos productius s’utilitzen cambres de salatge amb temperatura i humitat relativa controlades automàticament, fet que millora de forma considerable els sistemes tradicionals de producció.

1.5. Estructura i composició del pernil curat

Les extremitats posteriors del porc o pernils són peces anatòmiques molt heterogènies quant a composició i estan formades principalment per músculs, greix de cobertura, os, greix intramuscular i pell. La proporció de cadascun d’aquests en la composició final depèn de la línia genètica, del sexe, l’edat i l’estat d’engreixament de l’animal. En la Taula 1.2 es detallen alguns valors mitjos de composició del pernil de porc blanc (Poma, 1980).

Taula 1.2. Composició del pernil

Composició	Percentatge
Múscul	63%
Greix de cobertura	21%
Ós	8%
Greix intramuscular	4%
Pell	3%
Artèries, venes i ganglis	1%

Font: Poma, 1980

Els ossos que formen part del pernil són: coxal, fèmur, ròtula, tibia, peroné i tarsos, i depenent de si el pernil té peu o no, metatarsos i falanges.

Els principals músculs que integren el pernil són: *biceps femoris*, *tensor fasciae latae*, *gluteus superficialis*, *medius* i *profundus*, *semitendinosus*, *semimembranosus*, *sartorius*, *pectineus*, *gracilis*, *quadratus femoris*, *obturatorius externus* i *internus*, *gemellus*, *quadriceps femoris*, *extensor digitorum longus* i *lateris*, *fibrularis lentius*, *tibialis cranialis*, *triceps surae*, *popliteus*, *flexor digitorum superficialis* i *profundus* (Sisson i Grossman, 1982).

En la majoria dels treballs publicats de pernil curat es solen fer servir, per als diferents estudis, els músculs *semimembranosus* (SM) i *biceps femoris* (BF), ja que representen un percentatge elevat de la massa muscular total i perquè ambdós són dos músculs representatius tant de les característiques que s'associen al procés tecnològic com d'aquelles pròpies de l'animal, al ser el SM un múscul extern i el BF un múscul intern (Arnau, 1991).

El múscul BF es troba parcialment sobre la part caudal i, en part, sobre el *gluteus superficialis* i *medius*. S'estén en direcció corba des de les espines sacres i caudals a la superfície lateral de l'articulació femororrotuliana de la cama (Figura 1.5).

El SM és un múscul molt gran que presenta tres feixos i està sobre la superfície mitjana del múscul precedent (*semitendinosus*) i del *gastrocnemius*. Una altra de les seves característiques és que té dos caps d'origen.

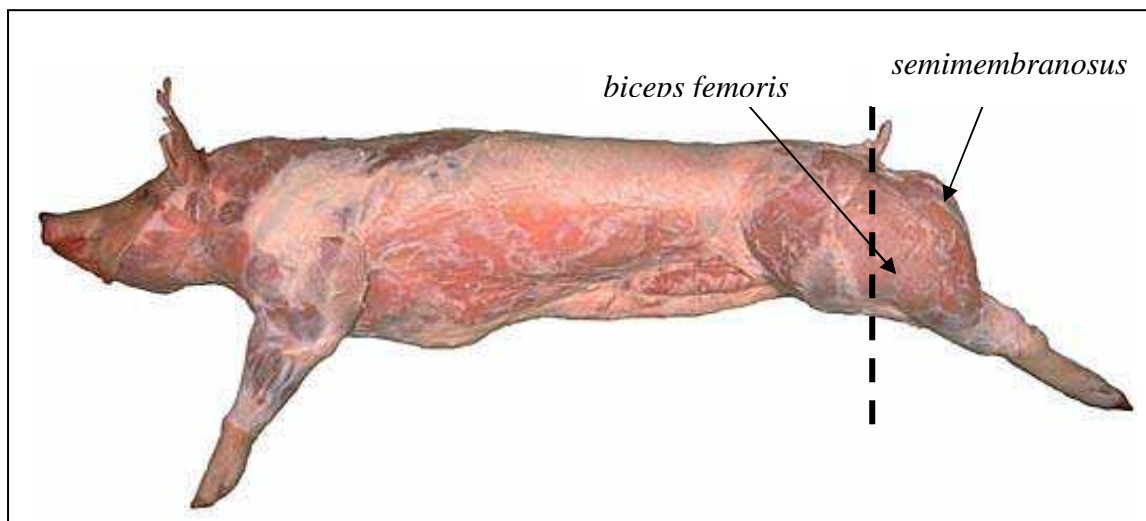


Figura 1.5 Localització del múscul *biceps femoris* i *semimembranosus* en el porc

Font: <http://porcine.unl.edu>.

1.6. Valor nutritiu del pernil curat

Actualment, els consumidors demanen cada vegada més productes amb baix valor energètic. Aquest fet juntament amb la creença que el greix de porc és perjudicial per a la salut, ha fet que el sector carni tendeixi a seleccionar línies genètiques amb un alt contingut de magre (López-López i col. 2007).

En una alimentació equilibrada, la carn i els productes carnis tenen un paper destacat com a font de proteïnes i micronutrients.

La genètica de l'animal, l'alimentació, la preparació i el processat de les peces, influeixen la composició química de la carn i com, a conseqüència, el valor nutritiu del pernil. En la Taula 1.3 es presenten els valors nutricionals mitjos del pernil curat.

Taula 1.3 Valors nutricionals mitjos del pernil curat

Energia (Kcal/kg)	3.960	Vitamina B2 (mg/kg)	2,1
Proteïnes (g/kg)	180	Niacina (eq.) (mg/kg)	35,3
Greix (g/kg)	333	Calci (mg/kg)	100
Àc. Grassos esenc. (g/kg)	27,7	Ferro (mg/kg)	22,5
Colesterol (g/kg)	1,1	Iode (µg/kg)	130
Lisina (g/kg)	18,7	Magnesi (mg/kg)	200
Vitamina B1 (mg/kg)	5,5	Zinc (mg/kg)	33

Font: <http://icex.es>

1.7. Química i bioquímica del múscul

L'organisme animal està format per cinc teixits bàsics: el teixit muscular, l'epitelial, el nerviós, el connectiu i l'ossi, dels quals el més abundant és el muscular.

La unitat del teixit muscular és el sarcòmer. Aquest està format per les proteïnes miofibril·lars (actina i miosina) que són solubles en solucions salines concentrades. La unió dels sarcòmers forma els anomenats miofilaments que alhora s'uneixen paral·lelament per donar lloc a les fibres. La presència d'elastina i col·lagen en el teixit connectiu permet la unió entre les fibres, a més de conferir-li resistència mecànica i elasticitat (Lepetit i Culioli, 1994).

Les fibres o cèl·lules musculars tenen un diàmetre que oscil·la entre 10 i 100 µm, i són multinucleades. Tant les fibres com els feixos o fascicles i el múscul en la seva totalitat es troben envoltats per una membrana de teixit connectiu que rep el nom d'*endomisium*, *perimisium* i *epimirium*, respectivament.

Durant la contracció muscular el metabolisme és aeròbic, de manera que l'aport d'ATP necessari per que es produeixi la unió de l'actina i la miosina s'obté mitjançant el procés de respiració.

Després de la mort de l'animal, es desenvolupa un metabolisme anaeròbic en el qual la hidròlisi del glucogen s'utilitza per generar energia (ATP). Com a conseqüència d'aquest procés també es genera àcid làctic, que no pot ser eliminat, cosa que provoca una acidificació del medi. Aquesta acidificació té una duració limitada, entre 4 i 5 hores, ja que el glucogen passa a ser un factor limitant i els sistemes enzimàtics són inhibits pel propi descens del pH. A més a més, es produeix una desnaturalització de les proteïnes contràctils (actina i miosina) que es troben en el punt isoelèctric, provocant l'exsudació d'aigua en el múscul i, conseqüentment, una pèrdua de pes. El canvi en les proteïnes genera una variació en la dispersió de la llum, de manera que la carn passa de ser fosca i translúcida a una tonalitat més pàl·lida i opaca. Bendall i Swatland (1988) i Offer i col. (1989) presenten una detallada revisió de les relacions entre les característiques físiques de la carn i el pH, i els canvis *post mortem* en els músculs sobre la capacitat de retenció d'aigua i el seu aspecte, respectivament.

Quan la glicòlisi s'inhibeix a causa de la disminució del pH i del substrat, el múscul no té l'ATP necessari per mantenir el múscul relaxat i les unions d'actina i miosina (complex actomiosina) esdevenen irreversibles. Aquest fenomen es coneix com a *rigor mortis*. Posteriorment es produeix un canvi en el component miofibril·lar,

que presenta un cert grau de ruptura en el complex actomiosina a causa de l'afebliment del teixit connectiu intramuscular en primer lloc i, posteriorment, de l'acció proteolítica d'enzims endògens (catepsines i calpeïnes) (Nishimura i col. 1998). Aquesta etapa s'anomena estovament o condicionament muscular.

El múscul, per tant, està condicionat per la seva pròpia naturalesa (organització interna de les fibres i del teixit connectiu, longitud variable del sarcòmer) i l'estudi de les característiques estructurals no són senzilles, ja que s'ha de tenir en compte la seva anisotropia i heterogeneïtat. Tot i això, les característiques estructurals de la carn han estat objecte de molts estudis encaminats a l'avaluació, tant instrumental com sensorial, de la seva textura.

1.8. Elaboració del pernil curat

En els últims temps s'ha passat d'un procés d'elaboració del pernil curat de característiques artesanals, a la industrialització de tots els seus passos, tot i que la base de les tècniques que s'utilitzen provenen dels processos tradicionals.

Les variacions introduïdes en el procés tradicional es basen principalment en la mecanització dels diferents processos i a la utilització d'assecadors amb control d'humitat relativa i temperatura, evitant d'aquesta manera la variabilitat en les condicions a causa dels canvis climatològics al llarg de l'any i aconseguint que la realització d'aquest procés no depengui de la zona geogràfica.

El procés d'elaboració del pernil curat comprèn bàsicament les etapes de salat, repòs o post salat i assecat/maduració. La manera amb la qual es realitza depèn de diferents factors relacionats amb la matèria primera i que defineixen i condicionen la durada de cada etapa, així com les seves condicions particulars d'humitat i temperatura.

Actualment hi ha una gran varietat de pernills de diferents orígens i genètiques d'animals, i tot i que, els mètodes d'elaboració poden estar sotmesos a certes variacions, es basen en dos conceptes fonamentals:

a. Estabilització de la matèria primera

En aquesta etapa es vol aconseguir que un producte perible es torni estable, evitant el desenvolupament d'agents microbians que porten a la putrefacció d'aquest.

En aquesta fase, anomenada etapa freda, hi tenen lloc les etapes de salat i post salat o repòs.

b. Desenvolupament de les característiques sensorials

Mitjançant els processos de proteòlisi i lipòlisi experimentats pel pernil durant la seva maduració es desenvolupen les característiques sensorials, que fan que el pernil sigui un producte altament apreciat. Es produeixen reaccions químiques i enzimàtiques que condueixen a la formació de compostos sàpids i aromàtics que conferiran al producte les qualitats sensorials pròpies del pernil. Aquestes reaccions es produiran en la segona fase d'elaboració que correspon a les etapes d'assecat i maduració.

La tecnologia per a la producció de pernil curat és diferent segons el país productor. Martín (1996), Cava (1997) i Toldrà i Flores (1998) van realitzar una revisió dels diferents processos d'elaboració dels pernills espanyols, italians, francesos i americans. La tecnologia utilitzada per a la fabricació dels pernills espanyols és la següent:

1.8.1. Selecció de la matèria primera

En la selecció de la matèria primera cal tenir en compte diferents factors que afecten significativament el producte final.

Entre aquests aspectes, el sexe dels animals és un dels paràmetres a tenir present, ja que la presència de l'olor sexual i fecal de pernills procedents de mascles sencers fa disminuir l'acceptabilitat per part dels consumidors (Diestre i col. 1990), mentre que els pernills procedents de mascles castrats presenten major quantitat de greix infiltrat (Gou i col. 1995), la qual cosa ocasiona menors pèrdues de pes que els procedents de femelles (Bañón i col. 2002)

L'edat, la línia genètica i l'alimentació són també aspectes importants, ja que afecten diversos factors com ara la quantitat, composició i susceptibilitat a la oxidació del greix, o bé poden provocar l'aparició de sabors, aromes i textures inadequades (Arnau, 1991; Gou i col. 1995; Guerrero i col. 1996; Virgili i col. 1998; Armero i col. 1999; Arnau, 2000; Carrapiso i col. 2003).

La utilització de carns DFD (Dry Firm and Dark) o PSE (Pale Soft and Exudative) afecta negativament el procés d'elaboració de pernil curat. La matèria primera amb característiques DFD ($\text{pH}_{\text{SM24}} \geq 6,2$), és més susceptible al deteriorament

microbià i a presentar textures anòmales així com més precipitats de fosfats (Arnau i col.1998). Per altra banda la carn del tipus PSE ($pH_{45} < 6,0$), presenta problemes d'exsudació d'aigua a causa de la disminució de la capacitat de retenció d'aigua (CRA) i també ocasiona problemes de textura excessivament tova (Arnau i col. 1995).

El temps de processat del pernil depèn de la quantitat de greix i el pes de la peça fresca. El greix actua com a solvent de compostos aromàtics i s'han d'evitar els pernills amb poc greix subcutani, ja que s'obtidria un producte final excessivament salat, amb una elevada minva i, com a resultat, un pernil de baixa qualitat (Candek-Potokar, 2002).

Un altre factor a tenir en compte és el manteniment de la temperatura des del sacrifici fins al processat del pernil entre 3 i 5 °C per evitar problemes de putrefacció durant la maduració. Fractures, esquerdes o hematomes són indicadors d'un mal atordiment i afecten negativament l'aspecte del tall. Aquests factors poden originar deteriorament en zones internes per causes d'origen microbiològic (també conegut com a cala).

En general, les peces de pernil es classifiquen segons el seu pes i l'espessor de greix subcutani i, en alguns casos, se seleccionen per pH, eliminant aquelles amb un pH_{SM24} superior a 6,2 a causa dels problemes associats a la carn del tipus DFD, produint pèrdues de peces durant la maduració (Arnau i col. 1998).

1.8.2. Preparació de la matèria primera

Una vegada l'animal ha sofert el *rigor mortis*, i se n'ha extret el pernil de la canal, es procedeix al perfilat. Aquest procés consisteix en l'eliminació de la part sobrant de la musculatura, greix i pell, podent-l'hi realitzar el tall en "V", sobretot en els pernills amb més greix subcutani.

Posteriorment es fa el dessagnat mitjançant pressió manual o amb maquinaria adequada amb l'objectiu d'extreure'n les restes de sang que poden haver quedat a l'interior dels vasos sanguinis i afavorir així el desenvolupament de microorganismes deteriorants. Tot seguit es procedeix a realitzar les diferents pautes establertes en l'elaboració del producte que es realitzen en cambres fredes (5-7 °C) i que és convenient que siguin properes a la sala de salat (Hernández i Huerta, 1993).

1.8.3. Salat

La finalitat d'aquesta etapa és l'addició de clorur de sodi o sal comuna, sals de curat (nitrits i nitrats) i coadjuvants de les sals de curat (àcid ascòrbic, àcid làctic i sucres) al pernil. La salaó contribueix a la inhibició de microorganismes deteriorants i/o patògens, ja que la sal té capacitat per disminuir l' a_w i salinitzar el medi, però també confereix al pernil el seu gust salat característic. A més a més, la sal actua com a potenciador de la CRA, pel fet de permetre solubilitzar algunes proteïnes com l'actina i la miosina. Els nitrits s'usen també com a antioxidants, com a impulsors de l'aroma característic del pernil curat i del seu color (els nitrits reaccionen amb la mioglobina per obtenir la nitrosomioglobina, pigment roig típic d'aquest tipus de productes).

Per al salat dels pernills es poden aplicar dues metodologies:

a. Apilat de pernills recoberts de sal

En aquesta etapa, després del dessagnat, els pernills es penjen durant 24-48 hores en una cambra freda a 2 °C per aconseguir una refrigeració del pernil uniforme (Arnau, 1991). A continuació, s'aplica per fregament una primera capa de sal seca juntament amb les sals de curat i els coadjuvants tecnològics. Després d'aquesta primera aplicació, els pernills es seleccionen per pes i s'apilen en les cambres de salat en piles, tot intercalant sal entre les diferents piles i omplint els forats que puguin quedar amb més sal i procurant que no es toquin entre ells. En els sistemes tradicionals, aquestes piles solen tenir una alçada compresa entre 5 i 8 pernills. Posteriorment, els pernills s'han de girar per aconseguir que la sal es reparteixi de forma homogènia. Actualment, aquest procés es pot fer amb contenidors apilables. El temps que romandran aquests pernills en les piles de salat depèn del pes dels pernills. Això no obstant, de forma general, s'estableix d'un dia a un dia i mig per kg de pernil fresc i un dia/kg menys dos o tres dies en pernills congelats (Arnau, 2003).

b. Aplicació d'una quantitat fixa de sal per kg de pernil a través de l'ús de reactors de massatge

Amb l'ús dels reactors de massatge ("bombos" de salat), es pot introduir una quantitat fixa de sal i additius, allargant el procés de salat fins que cada peça obtingui el nivell de sal desitjat. Aquest procés té una durada que oscil·la entre 2 i 4 setmanes (Arnau, 1993).

Amb el salat amb reactors de massatge es quantifica la sal, s'estalvia mà d'obra, s'estandarditza el procés i s'uniformitza la quantitat de sal afegida per kg de pernil (35/90 g/kg de pernil). Aquest fet representa un avantatge respecte el sistema tradicional, ja que la industrialització del procés redueix costos i uniformitza la qualitat del producte final. La duració del massatge oscil·la entre els 5-10 minuts (Arnau, 1991).

Segons Poma (1981), la velocitat de penetració de la sal en el pernil depèn de la formació de salmorra saturada en la superfície de la carn, fruit del seu estudi, aquest autor conclou que la sal humida penetra millor en el pernil que la seca.

En el procés de penetració de la sal en el pernil es donen fenòmens d'osmosi i de difusió. A causa de la diferència de concentracions de la sal entre la part interna i externa i, per osmosi, l'aigua de l'interior de la peça surt a l'exterior, la qual cosa afavoreix que, per difusió, la sal penetri a l'interior.

L'absorció de sal també ve condicionada per la presència de greix ja que aquesta entra gairebé exclusivament per la part magra, des d'on es distribueix per tota la peça, arribant, fins i tot, al voltant i dins dels ossos (Arnau, 1993).

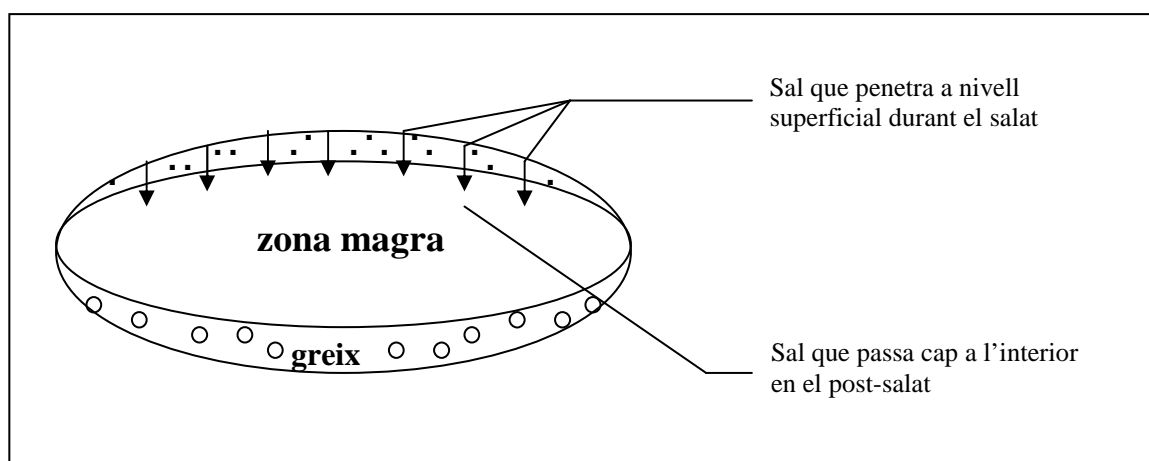


Figura 1.6. Penetració de la sal durant el salat i post-salat

La dessecació externa del pernil en dificulta la penetració de la sal i contribueix a la proliferació de microorganismes deteriorants del producte. Per aquest motiu, la temperatura de la sala de salat s'ha de mantenir entre 1 i 3 °C, i a una HR superior al 75% (Arnau, 2003). La granulometria de la sal també és un factor a tenir en

consideració; així, un gra fi es dissol amb més facilitat, saturant el suc muscular de la superfície de contacte i creant una barrera que impedeix la penetració d'aquest cap a l'interior (Sanz Egaña, 1967).

Al final del procés de salat, els pernils tindran una minva que oscil·la entre el 3% i el 7%, i l'aigua perduda es troba entre el 6% i el 10%, depenent de la quantitat de NaCl absorbida (Arnau, 1993).

1.8.4. Repòs (post salat, assentament o estabilització)

Una vegada finalitzat el període de salat dels pernils, aquests s'han de fregar per eliminar l'excés de sal. En alguns casos se'ls apliquen additius per tal d'evitar la pàtina superficial humida.

En aquesta etapa s'uniformitza la distribució del NaCl i la disminució de l' a_w , a causa d'una lleugera deshidratació, la inhibició del creixement microbià i la canalització dels processos d'hidròlisi que atorgaran al pernil l'aroma i el sabor que li són característics.

Els assecadors industrials permeten mantenir la HR entre un valor mínim del 75% i un de màxim del 90%. El fet de mantenir la HR en aquest rang permet eliminar la humitat superficial però sense que hi hagi encrostament superficial del pernil. La temperatura en aquesta fase no ha de superar els 5 °C per aconseguir en tots els punts del pernil una activitat d'aigua inferior a 0,96 i obtenir així un producte microbiològicament estable (Leistner, 1986). El control d'aquestes variables evitarà el creixement microbiològic, que alhora produeix una consistència pastosa de la zona externa i l'aparició d'olors fèrrics o amoniacals.

Aquesta etapa sol durar entre 1 i 3 mesos depenent del pes i la grandària del pernil, la seva composició i el nivell de penetració de la sal que es pretengui assolir. Al final d'aquesta etapa la minva és del 10-15 %.

1.8.5. Assecat o maduració

Aquesta és l'etapa on es desenvolupen els atributs sensorials del pernil. Aquestes característiques s'associen al procés de deshidratació que experimenta la peça, i també als processos de proteòlisi i lipòlisi que tenen lloc i que afavoreixen les reaccions formadores dels compostos responsables de la textura, aroma i sabor, juntament amb la

autooxidació dels lípids (Toldrà, 2003). La HR i la temperatura de la sala han de ser inferiors al 75% i els 15 °C, respectivament (Arnau, 1991).

Aquesta temperatura s'augmenta normalment fins als 28-30 °C, si bé es pot arribar als 34 °C (màxim permès per l'ETG del Jamón Serrano). Aquesta etapa s'anomena estufatge i és on té lloc un increment més intensiu de la flora microbiana, especialment dels *lactobacillus*, que fermentaran els sucres addicionats en el salat i disminuiran el pH, fet que afavorirà el creixement dels micrococs i, per tant, el pas del nitrat a nitrit. Acabada aquesta etapa els pernils es poden comercialitzar directament o bé poden rebre un procés d'afinament en bodega.

El temps i l'increment de temperatura s'han d'ajustar en funció de la durada total. Així doncs, en processos de 6 mesos, l'increment de la temperatura haurà de ser més ràpid que en el cas de pernils de processos de 12 mesos (Arnau, 1991).

Durant l'etapa d'assecat, s'acostuma a cobrir els pernils d'una capa no homogènia de fongs de diferents espècies (Monte i col. 1986; Hernández i Huerta, 1993; Núñez i col. 1996). La distribució del miceli de fong no és homogènia, i es distribueix en major mesura en la superfície no coberta pel greix de cobertura.

També serà en aquesta etapa on la peça acabarà d'homogeneïtzar el seu contingut d'humitat, es desenvoluparan el gust i l'aroma i es restablirà la textura superficial (Arnau, 1991).

1.9. Textura

La textura és un atribut sensorial complex que es relaciona amb les impressions sensorials que produeix un aliment en contacte amb els dits, la llengua o les dents. Segons la norma internacional ISO 5492 (1992), la textura es defineix com “tots els atributs mecànics, geomètrics i superficials d'un producte, perceptibles per mitjà de receptors mecànics, tàctils i, si s'escau, visuals i auditius”.

Si es té en compte la textura com a manifestació sensorial i funcional de les propietats estructurals, mecàniques i de superfície dels aliments detectades amb els sentits (Szczesniak, 2002), es pot afirmar:

- 1) La textura és un atribut sensorial, i només pot ser detectada per un ésser humà o un animal. Els instruments de mesura de la textura

només poden detectar o quantificar un nombre limitat de paràmetres, que a posteriori s'han d'interpretar en termes de percepció sensorial.

2) És un atribut que té múltiples paràmetres.

3) Es deriva de l'estructura de l'aliment (molecular, microscòpica o macroscòpica).

4) És detectada per diferents sentits, essent el més important el tacte.

La textura del pernil curat ha de ser homogènia, poc fibrosa i sense pastositat ni estovament i és fonamental en l'acceptació d'un producte, fins al punt que en alguns productes les propietats relacionades amb la textura són les característiques més apreciades pels consumidors.

1.10. Mètodes utilitzats per a la determinació de la textura

1.10.1. Mètodes instrumentals

Els diferents mètodes emprats per a determinar la textura es basen en l'estudi mecànic de l'aliment quan se li aplica una força determinada que li produeix una deformació.

La mesura instrumental pot resultar molt apta per a l'estudi de la textura a causa de la seva rapidesa, reproductibilitat i facilitat d'estandardització (Brady i Hunecke, 1985).

Pocs instruments de mesura determinen més d'una propietat física en el temps. Cadascuna d'aquestes propietats, proporciona una faceta de l'experiència humana, però cap no equival a la sensació entera de l'anàlisi sensorial. Aquest fet, és una limitació de la mesura instrumental de la textura.

La temperatura, la velocitat de masticació, la presència o absència de lubricant i el temps que l'aliment està a la boca abans de ser empassat són factors que influeixen en l'anàlisi de la textura. Aquests solen variar força dels usats en assajos mecànics. La comparació dels resultats instrumentals i sensorials pot ser molt diferent a causa de la diferència de les condicions en què tenen lloc els tests instrumentals i els sensorials.

Scott-Blair (1958) va classificar les tècniques instrumentals utilitzades per mesurar la textura dels aliments en tres grups:

- Mètodes fonamentals
- Mètodes empírics
- Mètodes imitatius

1.10.1.1. Mètodes fonamentals

Aquests mètodes es fan servir per a la determinació i mesura de les propietats reològiques d'un aliment, com ara la viscositat, el mòdul d'elasticitat o la relació de Poisson.

Com a punt de partida dels mètodes fonamentals es prenen tots els aliments com a viscoelàstics (sòlids elàstics amb líquid que aporten viscositat a l'estructura total) i que la viscoelasticitat és la manifestació de la seva resposta en aplicar-hi forces externes (Fizman i col. 1983).

Els assajos més habituals i que més es fan servir són els de relaxació i els de compressió-descompressió. D'aquests dos mètodes, se'n descriurà a continuació el test de relaxació, ja que és el que s'ha fet servir per dur a terme aquest estudi. Recentment, Morales i col. (2007) van demostrar que aquest mètode era millor que el test de compressió-descompressió (TPA) per diferenciar textures toves de textures normals en mostres de BF de pernil curat.

1.10.1.1.1. Test de Relaxació

En aquest test es comprimeix la mostra mitjançant una sonda cilíndrica que manté la mostra deformada un temps establert. La tensió suportada per la mostra va disminuint en funció del temps fins assolir una tensió residual.

A través d'aquest mètode es pot dur a terme de manera senzilla la comparació de corbes de diferents materials i permet l'avaluació quantitativa de les característiques segons la deformació de la mostra. Es pot aplicar en materials lineals o no lineals des d'un punt de vista reològic.

Una vegada realitzat el test de relaxació, l'analitzador de textura proporciona la corba de relaxació, que mostra la relació tensió-temps (Peleg i Calzada, 1976) (Fig. 1.3) i permet la comparació de diferents mostres.

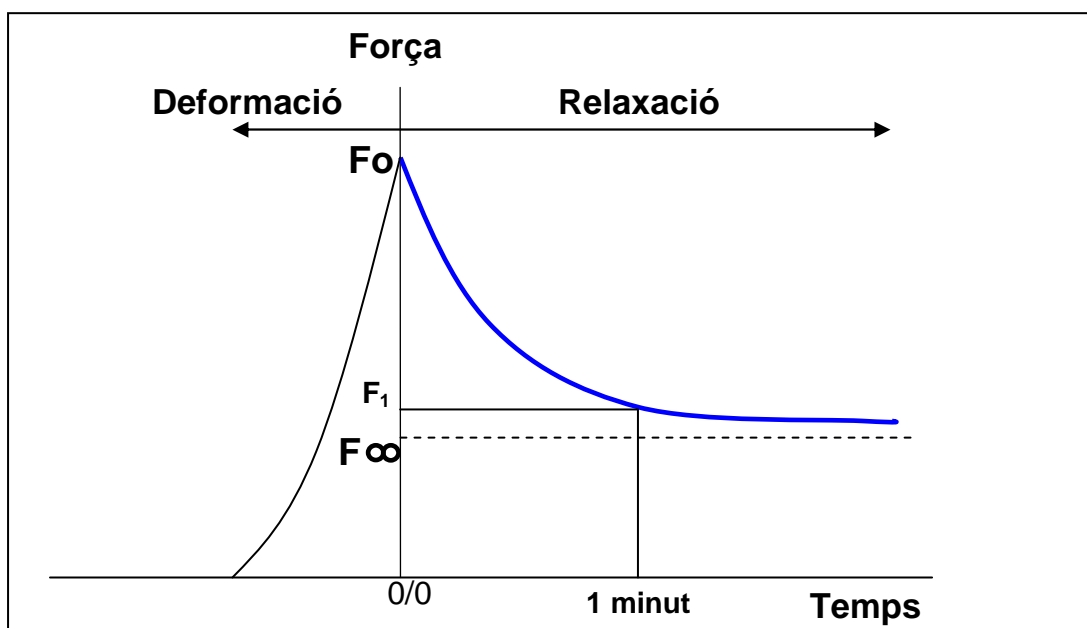


Fig. 1.7. Corba típica del Test de Relaxació on es mostra de forma gràfica la força inicial (F_0) o tensió inicial i com aquesta disminueix en funció del temps fins assolir una tensió residual

Aquest tipus de test i el posterior tractament de dades s'han fet servir amb altres estudis sobre diferents aliments com ara el pa, el gel agar (5%), el formatge, la patata, la salsa bolonyesa, la poma i la pera (Peleg, 1979). En ells s'ha pogut observar l'aplicabilitat d'aquest mètode des del punt de vista reològic. Una de les conclusions que se n'ha extret és que una deformació progressiva en els aliments fa que es produeixin canvis irreversibles que modifiquen el seu comportament reològic (Peleg, 1976).

Aquest mètode s'ha utilitzat satisfactòriament en pernil curat aplicant una velocitat de creueta d'1mm/s i amb una temperatura de la mostra de 4 °C (Morales i col. 2007). Canals (2006) va aplicar aquest mètode en músculs BF amb un mes de curació i Morales i col. (2008) en daus i trossos de pernil comercial.

1.10.1.2. Mètodes empírics

Els tests empírics mesuren propietats normalment poc definides des d'un punt de vista reològic, però, amb una bona correlació amb els atributs de textura (Szczesniak, 1963).

En aquest grup, els assajos més habituals corresponen als de penetrometria i punció, de compressió i de tall.

1.10.1.3. Mètodes imitatius

S'entén per mètodes imitatius tots aquells que intenten reproduir sobre els aliments els canvis que aquests sofreixen quan es troben dins la boca. Aquests mètodes solen tenir bona correlació amb les anàlisis sensorials del mateix aliment (Szczesniak, 1963).

Aquest mètode és un dels més emprats per avaluar les característiques de textura de tot tipus d'aliments, mitjançant l'ús d'analitzador de textura. Entre els mètodes imitatius, un dels assajos més utilitzats és el perfil instrumental de textura (TPA) (Pons i Fiszman, 1996). Aquest mètode es basa en imitar l'acció de mastegar l'aliment mitjançant l'aplicació de dos cicles de compressió-descompressió successius i l'enregistrament de la força que exerceix la mostra, i, s'obté com a resultat una corba força-temps. Diferents autors han utilitzat aquest mètode en pernil curat i han demostrat que és útil (Bonilla i col. 2002; Guerrero i col. 2000; Tabilo, 1999; Guerrero, 1999; Ruiz Ramírez, 2005; Cilla i col. 2006).

1.10.2. Anàlisi sensorial

L'anàlisi sensorial és una disciplina científica utilitzada per determinar i analitzar les reaccions humanes davant les diferents característiques d'un aliment, i de quina manera són percebudes aquestes davant els diferents sentits de la vista, l'olfacte, el gust, el tacte i l'oïda (Moskowitz, 1988).

L'anàlisi sensorial es sol dur a terme en diferents etapes. En una primera etapa, es fa una anàlisi visual de l'aliment, on es jutgen aspectes com el color, la mida, la forma i l'estructura (Kramer, 1973). També es pot realitzar un examen tàctil, auditiu i d'olor. En la següent etapa, l'aliment entra a la boca on es deforma i flueix. És en aquest moment on es determinen característiques com l'elasticitat, l'adhesivitat al paladar i el comportament viscos. Amb les primeres masticacions, es trenca l'estructura de l'aliment i es poden determinar algunes característiques relacionades amb la composició física d'aquest, com ara la duresa, o d'altres que en defineixen la deformació i ruptura, fragilitat, plasticitat, textura cruixent i esponjositat.

Durant el procés de masticació es poden avaluar els atributs de textura derivats de la naturalesa d'aquest (suavitat, aspresa i pastositat), la consistència (cremositat i aquositat) i l'adhesivitat al paladar (adhesivitat).

Al ingerir l'aliment, es percep una impressió masticatòria residual, que es dona a partir de restes de l'aliment desintegrat. Aquestes restes donen propietats de fusió en el paladar, untuositat, gomositat i sensacions fibroses (Sherman, 1969).

L'avaluació sensorial dels atributs descriptius o descriptors és un mètode de quantificació específica de les característiques sensorials i es realitza en tres etapes: detecció dels atributs, reconeixement d'aquests i descripció dels mateixos.

Szczesniak (1963) va dur a terme una classificació dels descriptors de textura dels aliments en tres categories:

- **Característiques mecàniques:** són aquelles relacionades amb la reacció de l'aliment amb l'esforç. Els paràmetres que defineixen aquestes característiques són duresa, cohesivitat, viscositat, elasticitat i adhesivitat, i els paràmetres secundaris són la fragilitat o fracturabilitat i la masticabilitat i gomositat.

- **Característiques geomètriques:** són aquelles que es relacionen amb la mida, la forma i l'orientació de les partícules en l'aliment. Alguns dels atributs que el defineixen són arenós, fibrós, cel·lular, gasificat, cristal·lí...

- **Altres característiques:** són aquelles que s'associen amb la percepció del contingut d'humitat i greix de l'aliment. Alguns dels atributs que el defineixen són sec, humit...

Entre les diferents característiques que defineixen un aliment, la textura és de les més importants (Szczeniak, 1963; Szczeniak, 2002). Existeixen diferents atributs que la integren, segons Guerrero i col. (2005) caldria destacar-ne:

- **Adhesivitat:** adhesió del producte al paladar a l'hora de comprimir-lo amb la llengua.

- **Duresa:** resistència a la masticació durant la primera mossegada del producte entre els molars.

- **Esmicolabilitat:** facilitat amb la qual el producte es descomposa en trossos petits durant la masticació.

- **Pastositat:** sensació de pasta a la boca similar a la que produeix una mescla de farina i aigua durant la masticació.

- **Fibrositat:** percepció de fibres durant la masticació.

1.10.3. Relació entre les mesures de textura instrumentals i sensorials

Per tal de millorar tècniques i proves que permetin avaluar la textura, és important establir interaccions entre les anàlisis sensorials de textura i les instrumentals.

Tot i que són dues tècniques diferents, hi ha discussions establertes sobre els avantatges i els inconvenients de cada mètode. Segons Szczesniak (1987), seria convenient establir una relació entre tots dos mètodes d'anàlisi per poder disposar d'instruments per al control de qualitat, per poder explicar i entendre les diferents percepcions experimentades durant l'anàlisi sensorial i per poder predir també quina serà la resposta dels consumidors.

Els estudis realitzats que pretenien establir relacions entre les mesures instrumentals i les sensorials (Brady i Hunecke, 1985; Poste i col. 1993; Van Oeckel i col. 1999 i Guerrero i Guàrdia, 1999), han obtingut gran variabilitat de resultats, probablement perquè és difícil reproduir amb exactitud les condicions que es donen a la boca durant la masticació d'un aliment.

Aquesta variabilitat es pot atribuir a aspectes diferencials en les mesures realitzades en cada treball com la velocitat de deformació (Sale i col. 1984; Voisey, 1975), la falta de saliva (Isutsu i Wani, 1985; Brennan i Bourne, 1994), la direcció de les fibres musculars (Lepetit i Culioli, 1994; Guerrero i Guàrdia, 1999) i les variacions dins d'un mateix múscul (Lepetit i Culioli, 1994). Per aquest motiu és necessari estandarditzar la metodologia i les condicions en què es realitzen les diferents proves instrumentals.

En general, els mètodes fonamentals solen estar poc correlacionats amb les mesures sensorials, a diferència dels mètodes imitatius, com el TPA, en els quals, els atributs mesurats en el texturòmetre i els mesurats en el panel sensorial han obtingut bones correlacions (Szczesniak, 1975).

1.11. Factors que afecten la textura del pernil curat

La textura del pernil curat està condicionada per diferents factors tant intrínsecs del propi múscul i l'animal com d'aquells propis del procés tecnològic (Ouali, 1990). Després, la sal afegida en el procés de salat proporciona a la carn fresca una certa

consistència i condiona els processos proteolítics i d'assecatge. Durant el procés d'assecament continuen els processos de proteòlisi i també la pèrdua d'aigua que accentua els fenòmens d'insolubilització proteica. Per tant, la textura final del pernil ve determinada per les característiques de la matèria primera i per l'efecte del procés sobre la matèria primera.

1.11.1. Matèria primera utilitzada

1.11.1.1. Tipus de múscul i conformació

La grandària dels pernil afecta la textura ja que condiona el seu assecament (Schivazappa i col. 1998). Per això és important procurar que les peces siguin el més uniformes possible dins d'un mateix lot.

El tipus de múscul influeix de forma significativa en la duresa del pernil curat. El múscul SM presenta una major duresa que el BF (Ruiz-Ramírez, 2005; Villatoro, 2005), a causa del tipus de fibres que el conformen. El tipus de fibres afecten, la velocitat de contracció, metabolisme predominant i contingut en glucogen. El pH és un altre paràmetre que varia en funció del múscul, ja que la capacitat d'acidificació de la carn es troba determinada pel contingut de glucogen muscular, afectant les característiques de les proteïnes i, com a conseqüència, la textura al final del procés de condicionament de la carn. La susceptibilitat a la proteòlisi i les variacions de la pressió osmòtica *post mortem* varien també en funció del múscul (Ouali, 1992).

1.11.1.2. Origen genètic i edat

Guerrero i col. (1996) han establert una relació entre la pastositat i l'esmicolabilitat del pernil curat amb la línia genètica de l'animal, aquests autors van observar major efecte d'aquests factors en races pures Pietrain (Pi) i Landrace Belga (BL) a causa de l'elevada conformació d'aquestes línies que dificulta l'absorció de sal durant les primeres etapes del procés al interior del pernil. Gou i col. (1995) i Oliver i col. (1994) van obtenir major pastositat en pernils provinents de porcs d'encreuaments amb Duroc (DU), a causa del major contingut de greix intramuscular i intermuscular d'aquests animals quan es comparen amb altres línies genètiques. El greix dificulta la difusió de sal i l'aigua cap al interior del pernil (Candek-Potokar i col. 2002)

Quant a la duresa, Gou i col. (1995) i Oliver i col. (1994) van observar menor duresa i major esmicolabilitat sensorial en pernils provinents d'encreuaments amb BL × (Landrace (LR) × Large White (LW)) en comparació amb d'altres pernils provinents de DU i LW (LW × (DU × LW) i LW × (LR × LW)).

L'edat del porc constitueix un factor a tenir en compte que pot afectar, entre altres aspectes, l'activitat dels enzims proteolítics (Sárraga i col., 1993), el color, la quantitat de greix i la resistència dels músculs a les tensions produïdes per l'assecatge/deshidratació.

1.11.1.3. Condició sexual

Bañón i col. (2003) van observar una menor duresa sensorial en pernils curats provinents de porcs castrats respecte aquells provinents de mascles enters, i van assenyalar que aquest comportament podia ser causat per la menor quantitat de greix que presenten els mascles enters. Per altra banda, Tabilo i col. (1999) van obtenir una duresa superior en pernils curats provinents de femelles i ho van atribuir al fet que els pernils curats de femelles presentaven un major contingut d'humitat que els dels mascles enters.

1.11.1.4. Composició i contingut de greix

L'origen genètic, la condició sexual, l'edat i el tipus de múscul són factors que determinen la quantitat de greix del pernil.

El coneixement de l'efecte del contingut i la composició del greix intramuscular sobre la textura en pernil curat és escassa i contradictòria. Així Ruiz-Carrascal i col. (2000) i Parolari i col. (1988) van obtenir una correlació negativa entre la duresa sensorial i el contingut de greix intramuscular i el d'alguns àcids grassos monoinsaturats. Contràriament Buscailhon i col. (1994) no van observar cap relació entre la composició i contingut de greix amb cap dels paràmetres de textura avaluats en el seu estudi.

1.11.1.5. pH

L'estabilitat i propietats de les proteïnes es veuen afectades directament pel pH, de manera que aquest és un factor determinant de la qualitat de la matèria primera. Factors com ara la CRA, la solubilitat o la viscositat, que afectaran la textura, depenen de manera directa del valor final del pH (mesurat 24 h *post mortem* en el múscul SM). Estudis recents relacionen la fermesa de la carn (característica que s'obté abans del procés de curat) amb el $\text{pH}_{\text{SM}24}$. Així doncs, com més elevat és aquest valor de $\text{pH}_{\text{SM}24}$, més ferma és la carn (Ramos i col. 2007)

Hi ha molts elements que determinen el $\text{pH}_{\text{SM}24}$ final de la carn, però entre ells cal tenir present el maneig *ante mortem* al qual s'ha sotmès l'animal (disponibilitat de glucogen, transport, estrès, mètode d'atordiment, etc).

Hi ha diversos treballs que han estudiat l'efecte del pH muscular en la posterior textura del pernil. Entre aquests, Arnau i col. (1998) i Guerrero i col. (1999) van observar menor duresa i major pastositat i adhesivitat en pernils curats elaborats amb $\text{pH}_{\text{SM}24} > 6,2$ (és a dir, provinents de carns DFD) en comparació amb aquells de $\text{pH}_{\text{SM}24} < 5,8$. Aquests autors van explicar aquest resultat per la CRA de les proteïnes i del contingut superior d'humitat en el múscul BF que van presentar pernils amb $\text{pH}_{\text{SM}24} > 6,2$. També, Magraner i col. (2003) van observar una duresa menor i una pastositat superior en pernils curats elaborats a partir de matèria primera de $\text{pH}_{\text{SM}24} \leq 5,6$ respecte d'aquells de $\text{pH}_{\text{SM}24}$ comprés entre 5,6 i 6. A $\text{pH}_{\text{SM}24} \leq 5,6$ s'afavoreix l'activitat enzimàtica proteolítica que pot relacionar-se amb els resultats presentats pels autors mencionats.

Quant a l'efecte del pH de la matèria primera sobre la cohesivitat i l'elasticitat, Guerrero i col. (1999) van observar després de 45 dies de procés ($\text{pH}_{45'}$), que pernils de $\text{pH}_{\text{SM}24} > 6,2$, comparats amb els de $\text{pH}_{\text{SM}24} < 5,8$, presentaven menor cohesivitat avaluada instrumentalment (TPA).

Per tant, hi ha evidències científiques de l'efecte negatiu d'elevats $\text{pH}_{\text{SM}24}$ ($> 6,2$) de la matèria primera sobre el pernil curat. És important, a més, afegir que la utilització d'aquest tipus de carn (DFD) o de matèries primeres també representa un increment del temps d'assecat a més de presentar una superfície més rugosa, a causa de l'augment del CRA.

Les carns de tipus PSE ($\text{pH}_{\text{SM24}} < 6,0$) utilitzades per elaborar el pernil poden provocar minves superiors (Arnau i col. 1995) i problemes de textura tova a conseqüència d'una major activitat proteolítica.

1.11.1.6. Potencial proteolític

Durant el procés d'elaboració del pernil curat es produeixen una sèrie de processos proteolítics que atorguen al pernil aquelles característiques que li són pròpies tant de textura, com d'aroma i sabor (Costell i Flores, 1984, Rosell i Toldrà, 1998 i Toldrà i Flores, 1998).

El potencial proteolític és de gran interès i es calcula a partir de la relació de nitrogen no proteic/nitrogen total (NNP/NT) (Ambanelli i col. 1968; Cantoni i col. 1972). Aquesta relació rep el nom d'índex de proteòlisi (IP) i s'associa amb algunes propietats sensorials del pernil curat com ara la pastositat i la textura tova i/o pastosa (Parolari i col. 1994; Virgili i col. 1995; Guerrero i col. 1996; Guerrero i col. 1999). L'IP depèn del pH (Gil i col. 1989; Arnau i col. 1994; Schivazzapa i col. 2002; García-Rey i col. 2004), de l'activitat proteolítica endògena (Virgili i col. 1995), de la concentració de NaCl (Flores i col. 1983; Sárraga i col. 1989; Toldrà i col. 1993), de l' a_w i de la temperatura (Arnau i col. 1997; Martín i col. 1998).

L'activitat proteolítica en el pernil curat es produeix, bàsicament, per l'acció de les catepsines B+L i s'afavoreix a valors baixos de pH (<5,9) i de sal (inferiors a 10 dies) (Arnau i col. 1998). És per aquest motiu que es pot afirmar que a pH baixos es facilita l'alliberació de les catepsines de l'interior dels lisosomes (Ertbjerg i col. 1999) incrementant-se així la concentració de nitrogen no proteic (NNP) i augmentant el potencial proteolític d'aquestes peces.

Tot i que l'acció proteolítica s'incrementa a pH baix i que, per tant, pot ocasionar problemes de textures toves i pastoses, la solució no es troba en la possibilitat de limitar la proteòlisi fent ús de carns amb pH_{SM24} alt (>6,2), ja que els pernills amb pH_{SM24} elevat també presenten propietats inapropiades de textura (Arnau i col. 1998; Guerrero i col. 1999).

L'IP és un dels paràmetres que millor explica les modificacions en la relació entre el contingut d'aigua i els paràmetres més importants del TPA (duresa, cohesivitat i elasticitat), que s'ha de tenir en compte per estimar la textura en pernills curats (Ruiz-Ramírez, 2005). El mateix autor també va observar que a l'augmentar l'IP, la duresa

disminuïa. Virgili i col. (1995) també van obtenir una correlació negativa entre la proteòlisi i la duresa en pernil curat per valors de contingut d'aigua que oscil·laven de 1,24 fins a 1,95 (kg d'aigua/kg matèria seca).

1.11.2. Procés tecnològic

1.11.2.1. Estacionalitat

L'època de l'any en què es sacrifiquen els porcs també afecta la textura final del pernil curat (García-Rey i col. 2006). Els pernills d'animals sacrificats entre febrer i juny sovint presenten major incidència de textures toves, mentre que aquells provinents d'animals sacrificats entre desembre i febrer és freqüent trobar-hi una major incidència de pernills pastosos. Així, en els mesos més calorosos s'hi troben pernills amb millors característiques però amb una major incidència d'encrostat (Virgili i Schivazappa, 2002; García-Rey i col. 2006). Aquest fet no és a causa del processat dels pernills, ja que es realitza en cambres d'assecat amb velocitat de l'aire i HR controlades. Per tant, depèn de la qualitat de la matèria primera.

1.11.2.2. Temperatura i humitat relativa

La temperatura és important durant la fase de salat i repòs ja que és una barrera per al creixement microbià (Leistner, 1986).

Durant l'etapa d'assecat, la temperatura i la HR hi juguen un paper molt important, ja que afecten la velocitat d'assecament i l'acció proteolítica. En condicions de temperatures elevades i HR baixes, la deshidratació es produeix ràpidament a causa, de la major mobilitat de les molècules d'aigua i també major capacitat d'acceptació del vapor d'aigua que té l'ambient. La diferència de gradients d'humitat que es produeix entre l'interior i l'exterior del producte afavoreix també la pèrdua d'aigua i per tant facilita l'assecat del pernil.

Cal limitar i tenir sota control l'increment de temperatura durant el procés per criteris microbiològics i per l'augment d'incidència de pernills excessivament tous (Gou i col. 2004), ja que s'afavoreix l'augment d'activitat proteolítica, sobretot en les zones on la humitat és més elevada. En el cas particular de pernills magres amb poc espessor i contingut de sal elevat, una temperatura elevada (30 °C) pot tenir interès per

facilitar l'activitat dels enzims proteolítics, que es troba parcialment inhibida per l'alt contingut en sal (Sárraga i col. 1989).

Quant a l'HR, s'ha de tenir en compte que aquesta determinarà el contingut d'aigua en la superfície del pernil i la flora microbiana superficial. S'ha observat que una HR elevada en l'etapa de post salat varia la composició de la superfície i disminueix l'exsudat del greix en aquesta etapa, de manera que la part magra pot resultar més susceptible a encrostar-se (Arnau i col. 2003). Sembla lògic doncs, tenir sota control aquest paràmetre durant tot el procés d'elaboració. Durant l'etapa de salat, l'HR haurà de ser superior al 75% per evitar que la sal s'assequi, mentre que a principis del post salat s'haurà de mantenir lleugerament per sobre del 75% per evitar la cristal·lització d'aquesta, facilitar-ne la difusió i evitar el creixement de la flora externa (Arnau, 1991). Finalment, en la fase d'assecat-maduració, l'HR haurà de disminuir a la vegada que s'haurà d'augmentar la temperatura de forma gradual.

1.11.2.3. Contingut d'aigua, activitat d'aigua i sal afegida

Durant el procés de maduració del pernil es disminueix el contingut d'aigua, fet que implica una disminució de l'activitat d'aigua (a_w) i, com a conseqüència, pel fet de no disposar d'aigua lliure, hi ha un risc menor d'alteració microbiana (Leistner, 1986).

La taxa d'assecat depèn de la transferència de massa des de l'interior del producte a la superfície d'aquest i des d'aquesta cap a l'ambient. La transferència externa depèn de la HR, la temperatura, la velocitat de l'aire, la pressió, l'àrea i de les propietats de la superfície exposada (Daudin i Swain, 1990), mentre que la interna depèn de les propietats intrínseques del producte, com la direcció de les fibres musculars (Godsalve i col. 1977; Thorvaldsson i Skjöldbrand, 1996; Gou i col. 2002), el contingut de greix (Palumbo i col. 1977; Mulet i col. 1992) i el contingut d'aigua (Ruiz-Cabrera i col. 2004).

La correlació entre la duresa i el contingut d'aigua en pernills curats ha estat estudiada per diversos investigadors entre els quals es destaquen els treballs realitzats per Virgili i col. (1995) i Monin i col. (1995), on van obtenir una correlació negativa entre el contingut d'aigua i la duresa, és a dir, a menor contingut d'aigua més duresa. En aquest sentit, Serra i col. (2005) i Ruiz Ramírez (2005) van observar que per sota de rangs d'humitat situats entre 0,55-0,70 kg d'aigua/kg de matèria seca, s'incrementa dràsticament la duresa del pernil.

Entre el contingut d'aigua i l' a_w existeix una relació que es representa mitjançant les isoterms de sorció. Aquestes isoterms posen de manifest la relació entre la quantitat d'aigua que conté el producte i l'HR de l'aire en equilibri amb el producte (Fenemma, 1982). Per tant, l' a_w en la superfície dels pernills depèn de l'HR de l'aire d'assecat i de la relació entre la transferència interna i externa (Gou i col. 2003). Toldrà i col. (1992) va observar l'existència d'una relació entre l' a_w i l'acció proteolítica, de manera que al disminuir l' a_w també disminuïa l'activitat enzimàtica en el pernil.

L'addició de NaCl és necessària des del punt de vista microbiològic i sensorial, tot i que, des del punt de vista nutricional, no ha de ser excessiva (un dia a dia i mig per kg de pernil fresc).

La sal penetra per la part magra de la peça i actua unint-se amb l'aigua, de manera que fa disminuir la quantitat d'aigua disponible. La quantitat de sal diària s'estableix al voltant d'un 4,5% (Leistner, 1986) on s'assoleix una correcta funció com a conservant. Un excés de NaCl provoca una competència dels clorurs amb les proteïnes càrnies per a la unió amb les molècules d'aigua, provocant una deshidratació de la carn, una reducció de l'espai entre les fibres, desnaturalització proteica i un increment de la fermesa del múscul (Brewer, 2004).

Són nombrosos els estudis en els quals s'ha relacionat el contingut de sal amb paràmetres de textura. S'ha observat un augment de la pastositat en múscul BF quan el contingut de sal disminueix (Arnau, 1991; Arnau i col. 1998, García-Garrido i col. 1999, Guerrero i col. 2000, García-Rey i col. 2004), i també una disminució de la duresa fet que s'associa a l'augment de la proteòlisi i l'efecte del NaCl sobre les propietats de les proteïnes càrnies (Hortós, 1995).

1.11.2.4. Temps de processat

Hi ha diversos estudis que volen avaluar l'efecte del temps de processat sobre la textura final del pernil curat. Monin i col. (1997) van estudiar la duresa instrumental i la masticabilitat en els músculs BF i SM a l'inici (dia 0) i al final del procés (dia 251). Tant a l'inici com a final de procés, la duresa i la masticabilitat van ser més elevades en el múscul BF que en el SM, probablement a causa del contingut d'aigua i de l'estat de les proteïnes, mentre que als 127 dies de procés es va observar el contrari. No obstant això, els valors de duresa van ser inferiors als inicials, ja que en els primers estadis del procés, la duresa augmenta amb la pèrdua inicial de la solubilitat de les

proteïnes i del contingut en aigua i, va disminuint a mesura que avança el procés, com a conseqüència de la proteòlisi.

En aquest mateix estudi es va observar com la cohesivitat en el múscul SM va augmentar fins al dia 127, moment en què va començar a disminuir, a diferència de l'elasticitat, que va augmentar des del principi fins al final en ambdós músculs, a causa, probablement, del contingut d'aigua i l'estat de les proteïnes (Monin i col., 1997)

1.12. Defectes de textura en pernil curat

Els principals defectes de textura descrits en pernil curat són: l'encrostat (Arnau, 1998; Garcia-Garrido i col. 1999; Flores, 2001) i la textura pastosa i/o tova (Arnau, 1991; Arnau i col. 1998, Garcia-Garrido i col. 2000, Garcia-Rey i col. 2004, Virgili i col. 1995).

La indústria del pernil curat pretén obtenir un producte de textura uniforme i amb la menor incidència possible de pernills tous a l'interior o encrostats a l'exterior. A continuació es fa una descripció d'aquests dos defectes.

1.12.1. Encrostat

L'encrostat es pot definir com una capa exterior més dura que la resta del producte i que presenta una baixa elasticitat que es pot percebre de manera tàctil. Així, quan es deixa d'aplicar una pressió amb els dits sobre la part encrostatada, la capa superficial no recupera la seva forma original, i si la pressió és molt elevada, es pot arribar a trencar (Arnau, 1998, Garcia-Garrido i col. 1999, Flores, 2001). Aquest problema es pot relacionar amb la utilització d'una matèria primera molt magra i un major índex d'assecat sobre la part externa, mentre que en la part interna presenta un elevat contingut en aigua. Segons Flores (2001) la difusió de l'aigua des de la zona interna no compensa la deshidratació de la superfície i, com a conseqüència, aquesta s'endureix formant la crosta. L'encrostat també pot ser provocat per un pH elevat de la carn. És recomana evitar pernills amb un $pH_{SM24} > 6,2$, ja que a més de ser susceptibles a l'encrostat, presenten una textura enganxosa desagradable, necessiten una pèrdua de pes superior en l'interior per assolir una textura adequada i confereixen una sensació arenosa si s'emmagatzemen en refrigeració (Arnau i col. 1998).

En aquells pernils en què s'efectua un repòs humit, es produeix un creixement important de la flora superficial, que dóna lloc a un considerable augment del pH superficial (Arnau i Gou, 2000), tot afavorint la formació de crosta durant l'assecatge (Arnau, 1993). Per tal d'optimitzar el repòs i evitar els problemes causats per la cristallització de la sal, sobretot en pernils amb cotna, la humitat relativa més adequada seria entre un 75-80% (Arnau, 1991).

D'acord amb Ruiz-Ramirez (2005) el seguiment durant tot el procés d'elaboració de pernil curat de l' a_w i de la humitat en la superfície del pernil, permet fer una estimació dels paràmetres de textura i prevenir l'encrostant.

1.12.2. Textura tova i/o pastosa

La textura tova i/o pastosa pot ser ocasionada per un pH_{SM24} elevat de la matèria primera (Arnau i col. 1998), per l'ús de carn amb elevat potencial proteolític (Parolari i col. 1994; Virgili i col. 1995), per un pH_{SM24} molt baix (Garcia-Rey i col. 2004), per la presència de greix intramuscular i intermuscular que dificulti el salat i l'assecat, per un contingut de sal baix o bé per una temperatura de processat elevada (Arnau i col. 1997). Els pernils amb textura pastosa, a més, presenten una intensitat superior de brillantor al tall. En els últims anys, aquesta problemàtica ha augmentat a causa de la disminució de la quantitat de sal afegida i també a una major incidència de carn amb un potencial proteolític alt. Les textures toves i/o pastoses es poden evitar (Arnau, 1991) quan es selecciona de forma correcta la matèria primera i quan s'actua sobre aquells paràmetres que disminueixen la proteòlisi, com ara accelerar el salat i l'assecat, i disminuir la temperatura mitjana de procés.

Tapiador i García-Garrido (2003) van observar una incidència de l'11,7% de pernils amb textura tova i/o pastosa i del 10,6% amb textura tova o pastosa en 80 lots de 300 pernils cadascun. En aquest context i segons l'opinió dels xarcuters, els problemes de textura podrien estar relacionats amb pernils amb un curt període de curació i/o baix contingut de sal que algunes indústries solen posar al mercat en èpoques d'alta demanda com per Nadal i Any Nou (Nielsen Consumer Research, 1994), períodes en què el consum de pernil curat augmenta un 30% (Rodríguez-Muñoz, 2007).

2. OBJECTIUS

Actualment, en el procés d'elaboració del pernil curat hi ha la tendència a reduir el contingut de sal, a demanda dels consumidors (Guàrdia i col. 2005), i a reduir el temps de maduració (Arnau i col. 1997). Aquestes modificacions han accentuat la incidència de textura excessivament tova i enganxosa i provoca un important problema per al llençat mecànic i una disminució de l'acceptabilitat per part dels consumidors.

Diferents estudis posen de manifest que hi han factors com el pH, els continguts de sal i aigua del pernil o la temperatura de la cambra d'assecatge que afecten el grau de proteòlisi i a la textura. Això no obstant, en pernil curat no s'ha avaluat l'efecte simultani de tots aquests factors.

Aquest treball s'emmarca dins del projecte d'investigació científica i desenvolupament tecnològic titulat: "Caracterització fisicoquímica i sensorial del pernil curat amb textura adequada per al llençat mecànic i acceptable per als consumidors". En la primera part d'aquest projecte es va concloure que el mètode més adequat per a la mesura de la textura en els músculs BF i SM és el test de relaxació (Villatoro, 2005). Posteriorment, es va fer una avaluació de la textura del múscul BF estudiant de quina manera es veia afectada per diferents característiques: pH, greix intramuscular, nivell de salat i temperatura. A més, la temperatura final de 30 °C reduïa la presència de textura tova o enganxosa en aquest múscul (Canals, 2006). Posteriorment s'ha estudiat l'efecte del temps i temperatura de processat sobre trossos i daus de pernil curat, malgrat que, no s'ha tingut en compte la influència d'aquests aspectes sobre el pernil curat com a producte final (Morales i col. 2008).

L'objectiu d'aquest estudi és determinar l'efecte del pH_{SM24} (baix, mig i alt) de la matèria primera, de la quantitat de sal afegida (6, 10 i 14 dies) i de la temperatura (18 i 30°C) sobre el grau de proteòlisi i sobre la textura final del pernil curat. Els resultats d'aquest treball haurien d'ajudar a millorar els criteris que s'utilitzen per a la selecció de la matèria primera i avaluar les condicions de procés més idònies (quantitat de sal afegida i de la temperatura de curació) per a l'elaboració del pernil curat destinat al llençat mecànic.

3. MATERIALS I MÈTODES

3.1. Selecció dels pernils i disseny experimental

Es van seleccionar 62 pernils de porc blanc d'un escorxador comercial, amb pesos compresos entre 11 i 13 kg sense tenir en compte el sexe dels animals. Per a la selecció d'aquests pernils es va mesurar el pH a les 24 hores *post mortem* en el múscul SM ($\text{pH}_{\text{SM}24}$). D'aquests 62 pernils, 22 van presentar $\text{pH}_{\text{SM}24} \leq 5,7$ (pH baix), 19 entre $5,7 \leq \text{pH}_{\text{SM}24} < 5,9$ (pH mig) i 21 de $\text{pH}_{\text{SM}24} > 5,9$ (pH alt).

Després de la selecció per $\text{pH}_{\text{SM}24}$, i de identificar els pernils, a 36 h *post mortem* se'ls va addicionar per quilogram de pernil: 0,5 g de KNO_3 , 0,3 g de NaNO_2 , 0,5 g d'ascorbat sòdic i 10 g de NaCl . A continuació es van salar en pila de sal (NaCl) a 3 °C. Els pernils es van distribuir en 3 grups, cadascun d'ells amb una durada del procés de salat diferent (6, 10 i 14 dies, respectivament).

Per al salat, es van separar els pernils en tres box de salat diferents, amb l'objectiu d'aplicar els tres temps de salat seleccionats. En el primer box s'hi van col·locar els pernils de pes mig de $12,3 \pm 0,97$ kg i se'ls va aplicar un temps de salat de 6 dies (sal baixa). En el segon box, s'hi van col·locar els pernils de pes mig de $10,80 \pm 1,99$ kg i temps de salat de 10 dies (sal mitja). En el tercer box s'hi van col·locar els de pes mig de $9,79 \pm 1,67$ kg, amb un període de salat de 14 dies (sal alta). Aquesta selecció es va fer per bloquejar l'efecte del pes mitjançant els dies de salat.

Taula 3.1. Disseny experimental. Núm. pernils i relació $\text{pH}_{\text{SM}24}$ i temps de salat.

Duració del període de salat	Grups de $\text{pH}_{\text{SM}24}$		
	$\text{pH}_{\text{SM}24} < 5,7$	$5,7 \leq \text{pH}_{\text{SM}24} < 5,9$	$\text{pH}_{\text{SM}24} > 5,9$
	Núm. pernils		
6 dies	9	8	8
10 dies	7	6	7
14 dies	6	5	6
Pernils totals	22	19	21

3.2. Procés d'assecat dels pernils

Acabat el període de salat, els pernils es van rentar per eliminar la sal i es va registrar el pes individual a la sortida d'aquesta etapa. Després es van penjar i es van mantenir a una temperatura de 3 ± 2 °C durant 62 dies (període de repòs). Finalitzat el repòs, els pernils van ser sotmesos a un període de maduració. El procés de maduració va ser de 365 dies en el decurs del quals es van controlar de forma periòdica les variables del procés (temperatura, HR i minva dels pernils; Taula 3.2)

Taula 3.2. Procés d'elaboració dels pernils amb les diferents temperatures i humitats relatives.

Procés d'elaboració	Temps (dies)	Temperatura (°C)	Humitat Relativa (%)
Període de repòs	62	2 ± 2	70-80
Primer període d'assecat	34	11 ± 2	70-80
Segon període d'assecat	10	12 ± 2	60-75
Tercer període de assecat	106	14 ± 2	50-65
Quart període d'assecat	126	18 ± 2	40-55

Quan els pernils van assolir una minva del 28,5%, la part magra del pernil es va cobrir amb una capa de greix per disminuir-ne la velocitat d'assecat.

Acabat el període d'assecat, la meitat dels pernils es van mantenir a un tractament de temperatura de 18 ± 2 °C i l'altra meitat a un tractament de 30 ± 2 °C. En ambdós casos l'HR va ser del 40-55%.

Per facilitar l'estudi, els pernils es van agrupar en tres lots, els quals van ser analitzats a l'assolir una minva del 33%. La diferència dels lots en el temps va ser d'una setmana. (Taula 3.3).

Taula 3.3. Agrupació dels pernils en lots quan es va assolir una minva del 33%

Nº Lot	Pernils
Lot 1	20
Lot 2	15
Lot 3	27

3.3. Preparació dels pernils per la realització de les diferents proves

Separats, pesats i identificats els tres lots de pernils (Taula 3.3) es va procedir a la seva preparació per tal d'extreure'n les mostres que es van utilitzar en aquest estudi.

Primer es va eliminar el greix extern de recobriment i es van desossar les peces, se'ls va donar el tall en "V" en una empresa del sector on també amb l'ajuda d'un motllo se'ls va tornar a donar la seva forma característica que havien perdut en el procés de desossat.

Per a la preparació de les mostres per a l'anàlisi de textura i de les anàlisis fisicoquímiques s'hauria de comentar, primerament, que la metodologia per ambdós músculs (BF i SM) va ser la mateixa. En tots els pernils es va fer un tall transversal a l'alçada del cap de l'os femoral (Figura 3.1). Després, es va prendre una llenca de 2 cm, de la qual se'n va separar el múscul SM, que correspon a la zona més externa, i el múscul BF, corresponent a la zona situada entre 0,5 i 1 cm del greix intramuscular.

A l'hora d'extreure aquesta llenca de 2 cm de gruix van quedar tres parts diferenciades del pernil (veure Figura 3.1): la zona de la pota, que es va guardar en congelació a -18 °C (a); la zona de la llenca de 2 cm (b), que va ser la part utilitzada per fer les diferents proves (textura instrumental i fisicoquímiques), i la tercera part (c), que es va separar per ser destinada a altres estudis.

Com s'ha comentat anteriorment, de la llenca de 2 cm se'n van separar els músculs BF (*Biceps femoris*) i SM (*semimembranosus*) (Figura 3.2), per tal de condicionar les mostres per al test de relaxació (TR), i la resta de les parts de la llenca es van envasar al buit en bosses de plàstic (permeabilitat 2,5 g/m² a 23°C i 85% d'HR, Sacoliva®, SL, Castellar del Vallés, Espanya) per fer, posteriorment, les diferents

proves fisicoquímiques, i es van mantenir en congelació a una temperatura de -18 ± 2 °C. Les diferents proves fisicoquímiques són les següents: activitat d'aigua (a_w), percentatge d'humitat, contingut de NaCl, greix intramuscular, nitrogen total i nitrogen no proteic.

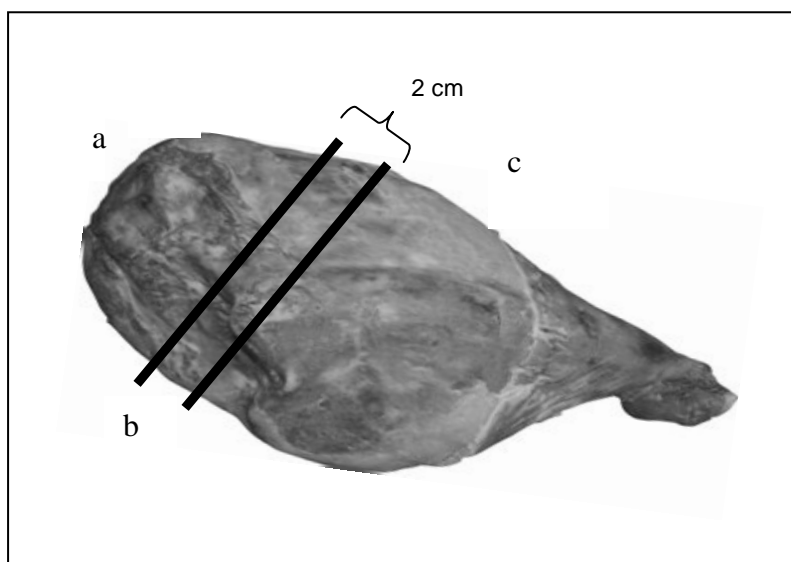


Figura 3.1. Posició del tall transversal practicat sobre el Pernil i que divideix la peça en 3 parts diferenciades (a,b,c)

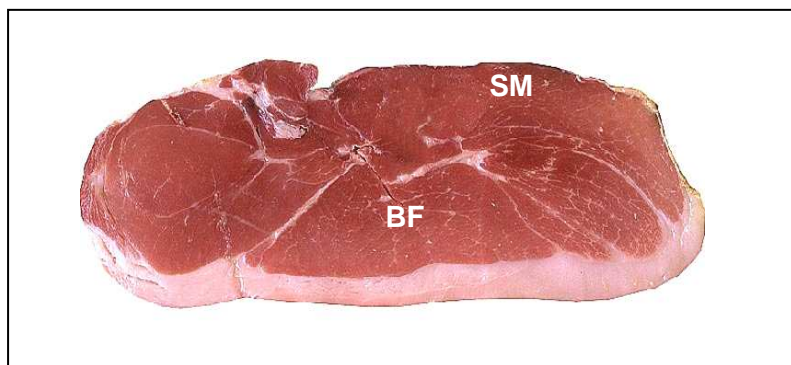


Figura 3.2. Aspecte que presenta la llenca del pernil corresponent a la secció b.

3.4. Anàlisi instrumental de textura

3.4.1. Preparació de les mostres per a l'anàlisi instrumental de textura

Per preparar les mostres per a l'anàlisi instrumental de textura es van seguir els següents passos:

1) Els músculs extrets de la llenca (b), es van tallar amb un gruix de 1,5 cm amb les fibres musculars en paral·lel a la superfície de la llencadora (Kolossal®, Marconi) i se'n va obtenir, mitjançant un bisturí doble i un regle, paral·lelepípedes de 2 cm x 2 cm x 1,5 cm (amplada x llargada x gruix). Del múscul BF es van triar 6 paral·lelepípedes i del SM 3, es van utilitzar per a l'anàlisi de textura els paral·lelepípedes més uniformes (Figura 3.3).

2) Aquestes mostres es van col·locar en safates de 4 cm x 12 cm x 6 cm, es van envasar (termosegellat) i es van mantenir en refrigeració durant 24 hores per obtenir la temperatura de 4 ± 2 °C (Villatoro, 2005) per a l'anàlisi de textura.

3) Realitzat el test de relaxació aquestes mostres es van picar i es van utilitzar per a la determinació de l' a_w i de la humitat.

4) La resta de mostra que no va reunir la mida adequada per a l'anàlisi de textura es va envasar en bosses de plàstic (permeabilitat $2,5 \text{ g/m}^2$ a 23°C i 85% d'HR, Sacoliva®, SL, Castellar del Vallés, Espanya) per a la posterior realització de les determinacions fisicoquímiques (contingut de NaCl, nitrogen total, nitrogen no proteic i greix intramuscular) i es van guardar congelades a -18 ± 2 °C, fins al moment de fer l'anàlisi.

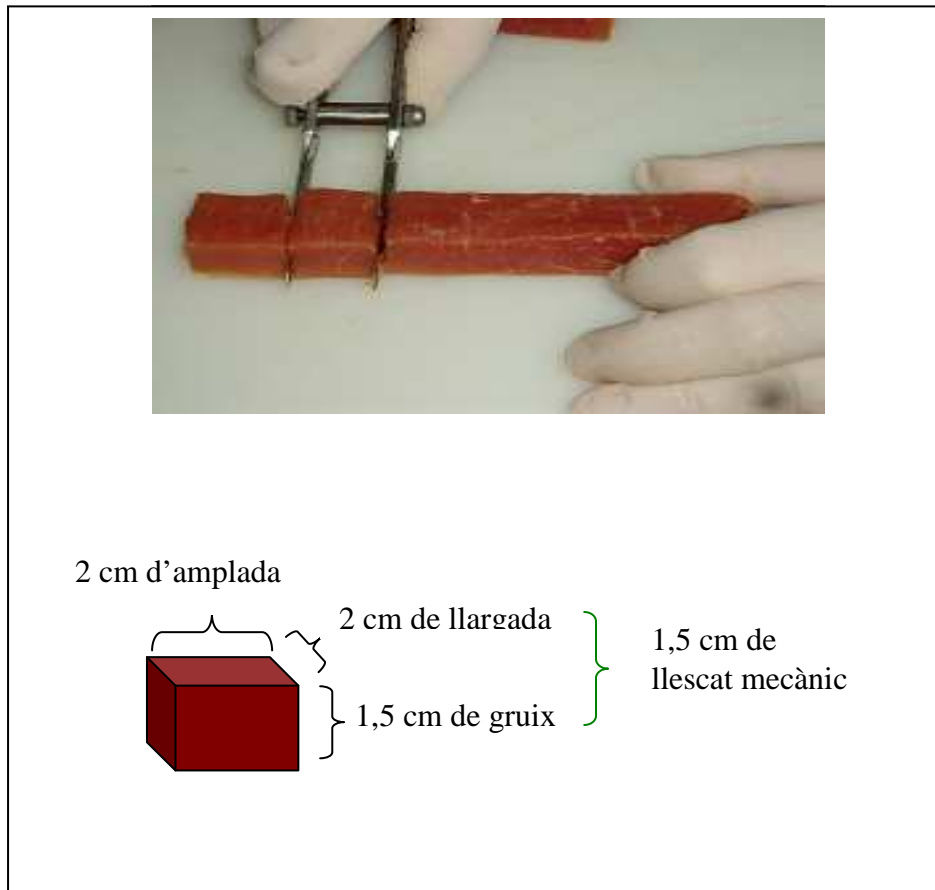


Figura 3.3. Fotografia i esquema de la preparació de les mostres.

3.4.2. Test de Relaxació

Per a l'aplicació del test de relaxació (Peleg, 1979), es va utilitzar l'analitzador de textura "Universal Texture Analyser TA.XT2" (Stable Micro Systems Ltd., Surrey, England) (Figura 3.5).

El test de relaxació comprèn dues fases: la de compressió, que produeix la deformació o canvi de forma, i la de relaxació, que consisteix en la reorientació molecular i estructural de la mostra.

Les condicions adoptades per a l'aplicació del test de relaxació van ser les següents:

- Velocitat de desplaçament de la creueta: 1mm/segon
- Temperatura de les mostres: 4°C
- Compressió de la mostra: 25%

- Temps de relaxació: 90 segons (Villatoro, 2005)

En la Figura 3.4 es presenta una corba típica del test de relaxació.

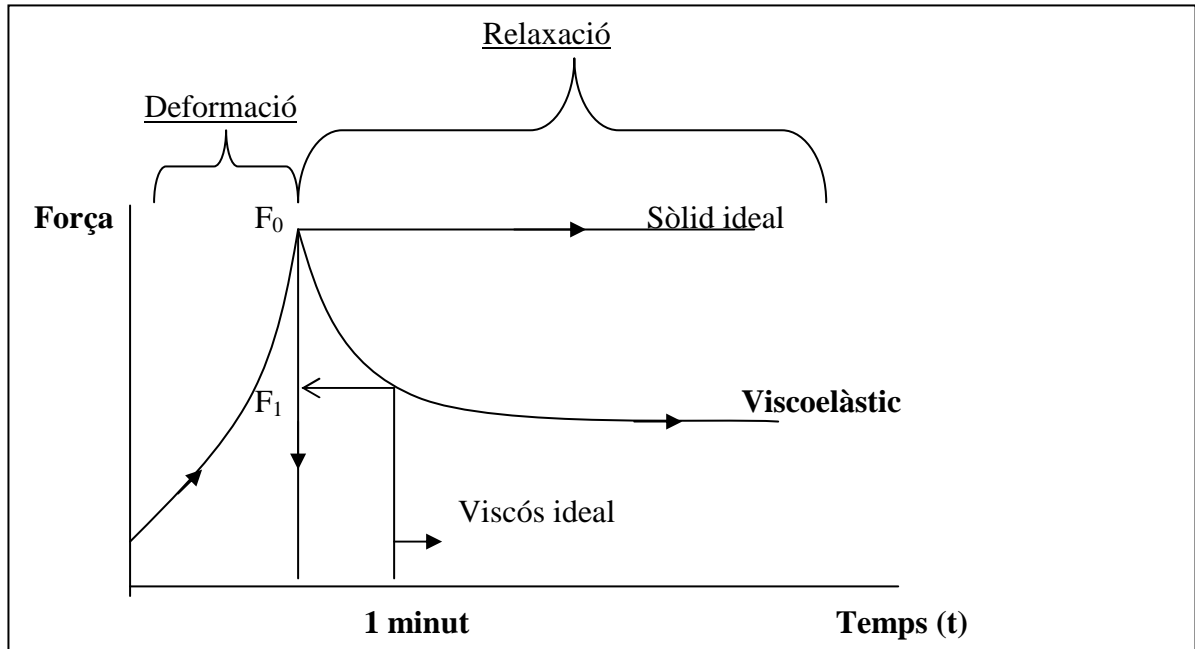


Figura 3.4. Corba típica del test de relaxació (força en funció del temps). La força inicial pel que fa al comportament de materials viscoelàstics disminueix amb el temps. Font: Peleg, 1979.

La força es va normalitzar a partir de l'equació següent:

$$Y(t) = \frac{F_0 - F(t)}{F_0}$$

On:

- * $Y(t)$: valor de decadència de la força
- * F_0 : força inicial màxima (kg)
- * $F(t)$: força en un temps determinat (kg)

Es va calcular la caiguda de la força a 2 i a 90 segons. Morales i col.(2007) van obtenir 3 paràmetres, l' F_0 (força inicial), Y_2 (caiguda de la força als 2 segons) i Y_{90} (caiguda de la força als 90 segons) amb la següent interpretació:

- Si F_0 és alta i Y_2 i Y_{90} són baixes, les mostres són dures.
- Si F_0 és baixa i Y_2 i Y_{90} són altes, les mostres són toves.

Es va calcular la mitjana de les rèpliques per cada mostra. Aquesta mitjana es va utilitzar per a l'anàlisi estadística de les dades.

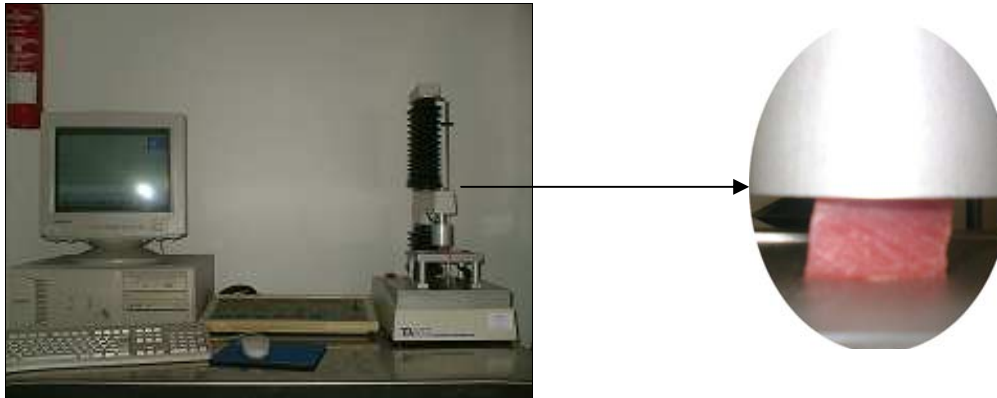


Figura 3.5. Analitzador de textura utilitzat

3.5. Anàlisi fisicoquímiques

Amb les mostres utilitzades en el test de relaxació es va determinar :

- L'activitat d'aigua
- La humitat

Amb les restes de pernil no adequades per a la realització del test de relaxació, i les parts separades anteriorment per dur a terme les proves fisicoquímiques es van realitzar les següents determinacions:

- Clorurs (NaCl)
- Greix intramuscular
- Nitrogen total
- Nitrogen no proteic
- Índex de proteòlisi

3.5.1. Activitat d'aigua (a_w)

Per calcular l'activitat d'aigua es van col·locar aproximadament 10 g de mostra picada provinents de l'anàlisi de textura instrumental dins de l'aparell Novasina R a_w Sprinter (Novasina, Suïssa) (Figura 3.6), calibrat per fer la mesura a 25 °C. Es va deixar la mostra dins de l'aparell un mínim d'una hora per tal d'estabilitzar-lo i seguidament es va fer la lectura.

A continuació, de la mateixa mostra es va determinar el contingut d'humitat per dessecació a l'estufa a 102 ± 2 °C (AOAC, 1990) .



Figura 3.6. Aparell Novasina per a la determinació de l' a_w .

3.5.2. Humitat (%)

Per determinar la humitat es van utilitzar les mostres provinents de la determinació de l'activitat d'aigua i es va seguir el següent procediment:

Es van posar les plaques de petri a l'interior de l'estufa per un temps no inferior a 20 minuts. Transcorregut aquest temps es van deixar refredar a l'interior d'un dessecador i una vegada fredes es van pesar. Es van col·locar entre 6-12 g de mostra per placa, es van tornar a pesar i es van col·locar a l'interior de l'estufa a 102 ± 2 °C un temps no inferior a 24 hores, per tal d'evaporar tota l'aigua de la mostra. Transcorregut aquest temps, es van col·locar en el dessecador per tal de refredar-les i es van tornar a pesar (Figura 3.7) (AOAC, 1990).



Figura 3.7. Balança de precisió utilitzada (0,1 mg)

Fórmula utilitzada per calcular la humitat:

$$\% \text{ humitat} = \frac{(\text{placa} + \text{mostra}_{\text{inicial}}) - (\text{placa} + \text{mostra}_{\text{final}})}{\text{mostra}_{\text{inicial}}} \times 100$$

3.5.3. Clorurs (NaCl)

Per determinar els clorurs es va utilitzar el mètode colorimètric de Zall i col. (1956), prèvia adaptació de l'autoanalitzador de flux continu Technicon TM AA-II per a l'anàlisi de productes carnis.

Amb la balança electrònica es van pesar 2.5 g de mostra. Aquesta es va col·locar a l'interior d'un erlenmeyer i es va enrasar la mescla amb aigua desionitzada fins a 150 ml. Després, es va homogeneïtzar amb un Ultra-Turrax (Thyristor Regler TR 50), aplicant una velocitat de 13500 rpm durant un minut fins aconseguir una barreja homogènia (sense grumolls) de carn a l'interior. A continuació es va procedir a col·locar l'erlenmeyer al bany maria a 80-100 °C durant una hora i després de refredar-se s'hi van afegir les solucions de Carrez I i Carrez II. Es va esperar deu minuts i, posteriorment, es va enrasar amb aigua desionitzada fins a 200 ml. Tot seguit es va filtrar la mescla homogeneïtzada sobre paper Whatman n° 52. El filtrat es va deixar a 4 °C fins a la realització de l'anàlisi amb el Technicon. Aquest aparell està format per les següents parts:

- Mostrador (mostres i patrons)
- Bomba peristàltica (amb circuit hidràulic)
- Unitat analítica
- Detector o colorímetre
- Registrador

Els patrons i les mostres es van carregar en el mostrador, i aquestes van ser succionades en la proporció justa per dur a terme l'anàlisi, mitjançant la bomba i gràcies a les bombolles d'aire fins la unitat analítica corresponent, en aquest cas, per clorurs.

Arribats en aquest punt el primer que fa l'aparell és purificar la mostra, pas previ a entrar-la dins del colorímetre on s'extreuen les bombolles d'aire per, posteriorment, mirar la intensitat del color a través d'una làmpada. A través de la intensitat s'obté la concentració ($\mu\text{g/ml Cl}$) corresponent.

3.5.4. Greix intramuscular

Per a quantificar el greix intramuscular es va utilitzar el mètode Soxhlet (ISO 1443,1973). Aquest mètode dona una extracció intermitent amb un excés de dissolvent (hexà) recentment condensat. Se sap que l'eficiència d'aquest, depèn tant del pretractament de la mostra com de la selecció del dissolvent.

Per a preparar la mostra per a la determinació de greix, es van pesar 15 grams d'aquesta i es van posar en un erlenmeyer de 500 ml, amb 100 ml de HCl 3N, juntament amb dues boles de vidre per evitar que la mostra fos excessivament explosiva en el moment de la digestió (tot tapat amb un vidre de rellotge per tal de no perdre mostra). La digestió de cada mostra va tenir una durada de 2 hores.

Digerida la mostra es va filtrar amb doble paper de filtre Whatman n° 52 i es va rentar amb aigua desionitzada fins arribar a un pH de cinc (pH neutre). El paper amb el filtrat es va sotmetre durant mitja hora a un estufatge de 100 °C per eliminar l'aigua i es va col·locar el paper en un cartutx d'extracció de porositat per permetre un ràpid flux del dissolvent. El cartutx amb la mostra de greix es va col·locar en un extractor soxhlet (Figura 3.8) durant 7 hores funcionant a una velocitat de condensació de 5-6 gotes per segon.

El condensat recollit en un matràs (prèviament pesat) es va posar en una estufa durant 1 hora per evaporar l'hexà residual i, passat aquest temps, es va pesar per quantificar el percentatge de greix per gravimetria.

Expressió utilitzada per calcular el contingut de greix intramuscular:

$$\% \text{ Greix} = \left[\frac{\text{pes final} - \text{pes matràs}}{\text{pes mostra}} \right] * 100$$



Figura 3.8. Extractor soxhlet

3.5.5. Nitrogen total/Proteïnes

Mitjançant el mètode Kjeldhal (ISO 937:1978) es va determinar el nitrogen total.

Es van pesar 2 g de mostra sense greix i es va embolicar amb paper de cel·lulosa i es van col·locar en un tub Büchi. A la mostra de carn magra embolicada en paper de cel·lulosa s'hi van afegir 30 ml d'àcid sulfúric, 5 g de catalitzador format per sulfat potàssic, sulfat de coure i seleni i 2 boletes de vidre per controlar l'ebullició.

Les mostres en sèries de 12 van ser digerides per un digestor Büchi 425 (Figura 3.9) de calor a una velocitat mínima (1-2 sobre 10). Una vegada deixaven de produir fums s'augmentava la potència calorífica a 10 i quan la mostra virava a un color verdós es deixava mitja hora més i ja es podien apagar les resistències per a què la mostra es

refredés, com a part final de la digestió una vegada refredada la mostra es va afegir 15 ml d'aigua destil·lada.

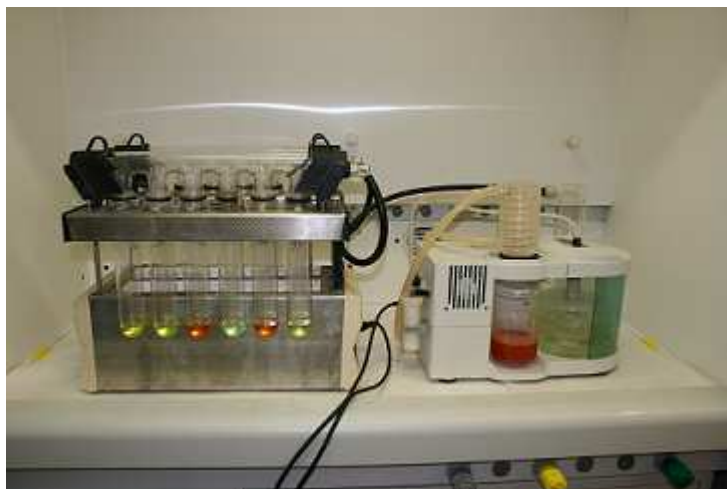


Figura 3.9. Digestor Büchi 425

Tot seguit es va procedir a la destil·lació (Destillation unit Büchi 315)(Figura 3.10). Mitjançant el destil·lador s'addiciona a la mostra de color verdós NaOH al 30% fins que aquesta vira a color marró i després es recollia el destil·lat en un erlenmeyer que contenia 40 ml d'àcid bòric al 4% i un indicador de color (ISO 937:1978). Aquest procés produeix una quantitat d'amoniac al qual l'indicador de color dona un color verdós. L'amoniac recollit es va valorar amb HCl 0.25 N, prenent la mesura del volum gastat per a què l'amoniac passi de color verdós a lila pàl·lid estable.



Figura 3.10. Destilador
Büchi 315

Formula de càlcul del % de NT:

$$\%NT = (1,4 \times N \times \text{ml HCl}) / \text{pes mostra}$$

N = Normalitat HCl = 0.25

Formula de càlcul del % de proteïna:

$$\% \text{ de proteïna} = \% \text{ NT} \times 6.25$$

3.5.6. Nitrogen no proteic (NNP)

Per a la determinació del NNP es va aplicar també el mètode Kjeldhal (ISO 937:1978).

Per a la preparació de l'extracte es va utilitzar el mètode Gaspar, (1984). Es van pesar 10 g de mostra i es van col·locar en un erlenmeyer on si va afegir 100 ml d'aigua ultra pura. Tot seguit es va homogeneïtzar amb un Ultra-Turrax (Thyristor Regler TR 50), controlant en tot moment la velocitat fins que no quedessin grumolls de carn i la solució tingués un aspecte homogeni. Després, es van afegir 100 ml d'àcid tricloroacètic al 10% (TCA), es va tancar i es va guardar a 4°C un mínim de 24 hores. Transcorregudes les 24 hores es va filtrar sobre paper Whatman n. 52, obtenint uns 100 ml de filtrat, 25 ml dels quals es van utilitzar per dur a terme la determinació del NNP amb el mètode Kjeldhal (ISO 937:1978).

Fórmula utilitzada per al càlcul del NNP:

$$\% \text{ NNP} = \frac{\text{ml HCl} \times N \times 1,4 \times V_0}{\text{ml filtrat} \times \text{pes}_{\text{exacte}}}$$

N = Normalitat HCl = 0,1

V₀ = Volum inicial = 100 d'aigua + 100 de TCA = 200

ml filtrat = 25

Una vegada determinat el nitrogen total i el nitrogen no proteic, es va calcular l'índex de proteòlisi mitjançant la següent fórmula:

$$\text{Índex de Proteòlisi (IP)} = (\text{Nitrogen No Proteic (NNP)} / \text{Nitrogen Total (NT)}) * 100$$

3.6. Anàlisi estadística de les dades

L'anàlisi estadística de les dades es va fer mitjançant el procediment GLM (General Linear Models) del paquet estadístic SAS (SAS institute, 2000). El model aplicat contenia el pH, el temps de salat i la temperatura com a efectes principals, així com les seves interaccions dobles i la humitat com a covariable.

L'anàlisi estadística de les dades de textura instrumental es va fer de forma separada per cada múscul. Les interaccions dobles que no van ser significatives ($p < 0,05$) es van eliminar del model. Es va aplicar el test HSD-Tukey de separació de mitjanes quan els efectes van ser significatius.

Els nivells dels efectes principals considerats són els següents:

- Per pH:
 - pH_{SM24} baix (pH baix): $pH < 5,7$
 - pH_{SM24} mig (pH mig): $5,7 \leq pH \leq 5,9$
 - pH_{SM24} alt (pH alt): $pH > 5,9$
- Per temps de salat:
 - Sal baixa: 6 dies
 - Sal mitja: 10 dies
 - Sal alta: 14 dies
- Per Temperatura:
 - Temperatura 1: 18°C
 - Temperatura 2: 30°C

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

4.1. Influència dels efectes principals sobre els paràmetres fisicoquímics

En les taules 4.1 i 4.2 hi ha representat els valors de la significança dels efectes principals (pH_{SM24} , sal i temperatura) per als músculs SM i BF, respectivament, en relació amb les diferents variables fisicoquímiques estudiades: activitat d'aigua (a_w), humitat, nitrogen total en base seca (NT bs), greix en base seca (Greix bs), clorur de sodi en base seca (NaCl bs) i índex de proteòlisi (IP). Les interaccions entre els efectes principals (pH_{SM24} , sal i temperatura), no van ser significatives, i per tant, es van eliminar del model.

Els resultats obtinguts mostren com el pH_{SM24} no va influir de forma significativa en els paràmetres fisicoquímics del múscul SM i BF. El contingut de sal no va influir ni en el contingut de nitrogen total ni el contingut de greix, però sí en l'activitat de l'aigua, el contingut de NaCl i l'IP en tots dos músculs, i en la humitat del múscul BF.

La temperatura ha tingut un efecte significatiu sobre l'IP, però no ha afectat la resta de variables.

Taula 4.1. Significació dels efectes principals (pH_{SM24} , sal i temperatura) per als paràmetres: activitat d'aigua, humitat, nitrogen total en base seca, greixos en base seca, clorurs en base seca i IP en el múscul SM

Paràmetres fisicoquímics	Efectes principals		
	pH_{SM24}	Sal	Temperatura
a_w	n.s	24,13***	n.s
Humitat (%)	n.s	n.s	n.s
NT bs (%)	n.s	n.s	n.s
Greix bs (%)	n.s	n.s	n.s
NaCl bs (%)	n.s	21,46***	n.s
IP (%)	n.s	3,94*	6,86*

Sig.: n.s (no significatiu, eliminat del model); *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$

Taula 4.2. Significació dels efectes principals (pH_{SM24} , sal i temperatura) per als paràmetres: activitat d'aigua, humitat, nitrogen total en base seca, greixos en base seca, clorurs en base seca i IP en el múscul BF

Paràmetres fisicoquímics	Efectes principals		
	pH_{SM24}	Sal	Temperatura
a_w	n.s	91,96***	n.s
Humitat (%)	n.s	6,71**	n.s
NT bs (%)	n.s	n.s	n.s
Greix bs (%)	n.s	n.s	n.s
NaCl bs (%)	n.s	22,35***	n.s
IP (%)	n.s	13,15***	13,75***

Sig.: n.s (no significatiu, eliminat del model); *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$

4.2. Efecte del pH_{SM24} de la matèria primera sobre els paràmetres fisicoquímics

El pH_{SM24} de la carn no va afectar de forma significativa cap dels paràmetres fisicoquímics estudiats (Taulas 4.3 i 4.4).

Canals (2006) va observar que les mostres de pernil de pH baix presentaven valors més alts d'IP respecte de les de grup de pH mig i alt. Anàlogament Ruiz-Ramírez i col. (2005), García-Rey (2004), García-Garrido i col. (2000) i Arnau i col. (1998) en pernil curat, i els de Parolari i col. (1994) en pernil de Parma van observar una relació negativa entre el pH_{SM24} de la matèria primera i l'IP. Aquests autors explicaven l'augment del NNP per l'acció de les catepsines (enzimes musculars) (Sarraga i col, 1998). L'acció d'aquests enzims es veu afavorida a pH àcid (4-5,5) i es manté en certa mesura durant tot el procés de maduració del pernil (Toldrà i Etherington, 1988). Una activitat proteolítica elevada durant el procés de maduració provoca l'alliberació d'aminoàcids, obtinguts del trencament de les cadenes de les proteïnes.

Els resultats d'aquest estudi mostren com l'efecte del pH_{SM24} de la matèria primera sobre l'IP no va ser significatiu, probablement pel fet que es van aplicar,

exceptuant els darrers 10 dies, temperatures relativament baixes durant el procés de maduració (temperatura màxima 18 ± 2 °C).

Taula 4.3 Efecte del pH inicial sobre els paràmetres fisicoquímics en el múscul SM

Paràmetres fisicoquímics	Grups de pH _{SM24}			RMSE
	pH < 5,7	5,7 ≤ pH ≤ 5,9	pH > 5,9	
a_w	0,897	0,898	0,897	0,011
Humitat (%)	51,150	51,706	51,315	5,676
NT bs (%)	13,270	13,539	13,533	2,326
NaCl bs (%)	9,020	9,702	8,997	2,657
Greix bs (%)	9,045	9,046	8,900	2,184
IP (%)	18,502	18,699	17,147	2,858

RMSE: desviació estàndard residual del model.

Taula 4.4 Efecte del pH inicial sobre els paràmetres fisicoquímics en el múscul BF

Paràmetres fisicoquímics	Grups de pH _{SM24}			RMSE
	pH < 5,7	5,7 ≤ pH ≤ 5,9	pH > 5,9	
a_w	0,909	0,913	0,913	0,010
Humitat (%)	60,246	60,596	62,080	4,167
NT bs (%)	11,865	12,019	12,298	1,333
NaCl bs (%)	13,631	13,794	14,088	1,975
Greix bs (%)	7,419	7,794	8,122	2,247
IP (%)	25,903	25,483	23,981	3,759

RMSE: desviació estàndard residual del model.

4.3. Efecte de la durada del període de salat sobre els paràmetres fisicoquímics

La durada del període de salat no va afectar de forma significativa ni el contingut final de nitrogen total en base seca ni la quantitat de greix final present en ambdós músculs SM i BF (Taulas 4.5 i 4.6).

El contingut de NaCl final va ser més alt en el múscul BF respecte del SM (Taulas 4.5 i 4.6). Això pot ser a causa de la difusivitat de la sal i al fet que el múscul

SM és més superficial, i per tant, té més contingut de NaCl en les primeres fases del procés i arriba ràpidament a un contingut baix d'humitat, mentre que el BF és un múscul intern amb baix contingut de sal durant les primeres etapes del procés i alts continguts d'humitat al llarg del procés (Arnau, 1991).

Com s'esperava, la durada del període de salat va influir de forma significativa en la quantitat de clorurs finals presents en el múscul. Així, com més temps estan els pernils curant-se en sal, més clorurs hi ha en el múscul. Contràriament, tant en l' a_w com en la humitat del múscul, aquesta disminució va ser més alta a l'incrementar el període de salat. Arnau (2000), també va trobar que la disminució de la humitat era inversament proporcional al període de salat. Com menor era el temps de salat, major era la a_w i menor el NaCl bs, ja que tenien una menor quantitat d'aigua lligada. Comaposada i col. (2000) van obtenir en isoterms de carn salada resultats similars.

L'efecte del període de salat sobre l'IP, en el múscul SM varia segons la duració del mateix (Taula 4.5). Les mostres que es van sotmetre a un temps de salat més curt van presentar major IP que les mostres amb un període de salat més llarg. En el múscul SM, es van observar diferències significatives per a l'IP entre salar 6 o 10 dies, però no entre salar 10 o 14 dies (Taula 4.5). En canvi, en el múscul BF (Taula 4.6), s'han obtingut diferències significatives per a l'IP en tots els casos. Arnau i col. (1998), Ruiz-Ramirez i col. (2005) també van observar aquest efecte de la duració del període de salat sobre l'IP en pernil curat i Canals (2006) en múscul curat. Aquests resultats es poden explicar per l'efecte inhibitori del NaCl sobre les catepsines (Sarraga i col. 1989, Rico i col. 1990). Per tant, a l'augmentar el període de salat es produeix una disminució de l'IP per inhibició de l'activitat enzimàtica.

Taula 4.5 Efecte de la durada del període de salat sobre els paràmetres fisicoquímics en el múscul SM

Paràmetres fisicoquímics	Durada del període de salat			RMSE
	6 dies	10 dies	14 dies	
a_w	0,908 ^a	0,900 ^a	0,884 ^b	0,011
Humitat (%)	53,633	51,659	49,878	5,676
NT bs (%)	13,969	13,847	12,526	2,326
NaCl bs (%)	6,867 ^c	9,616 ^b	11,236 ^a	2,657
Greix bs (%)	9,265	9,275	8,450	2,184
IP (%)	19,506 ^a	17,499 ^b	17,343 ^b	2,858

^{ab} Els valors amb superíndexs diferents en una mateixa fila són significativament diferents ($p < 0,05$).
RMSE: desviació estàndard residual del model.

Taula 4.6 Efecte de la durada del període de salat sobre els paràmetres fisicoquímics en el múscul BF

Paràmetres fisicoquímics	Durada del període de salat			RMSE
	6 dies	10 dies	14 dies	
a_w	0,932 ^a	0,912 ^b	0,890 ^c	0,010
Humitat (%)	63,461 ^a	60,724 ^b	58,737 ^c	4,167
NT bs (%)	12,190	12,056	11,936	1,333
NaCl bs (%)	11,385 ^c	14,104 ^b	16,023 ^a	1,975
Greix bs (%)	7,949	7,171	8,215	2,247
IP (%)	28,317 ^a	24,622 ^b	22,427 ^c	3,759

^{ab} Els valors amb superíndexs diferents en una mateixa fila són significativament diferents ($p < 0,05$).
RMSE: desviació estàndard residual del model.

4.4. Efecte del tractament de temperatura sobre els paràmetres fisicoquímics

En ambdós músculs (BF i SM), la temperatura a la qual han estat sotmesos els pernils els últims deu dies de procés no va afectar de forma significativa l' a_w , l'humitat, el NT bs, el NaCl bs i el greix bs (Taulas 4.7 i 4.8). Morales i col. (2008) van observar resultats similars en trossos i daus de pernil curat.

Mujica i col. (1989) i Comaposada i col. (2000), van detectar que per un mateix contingut d'aigua de la carn l' a_w augmenta a l'incrementar la temperatura i, contràriament, Okos i col. (1992) van observar l'efecte oposat. En aquest treball, no s'han observat diferències significatives pel que fa a l' a_w a l'augmentar la temperatura. Probablement aquest fet es pot explicar pel tractament de temperatura al qual s'han

sotmès les mostres, que és més curt i el rang de temperatures és menor al treballat pels autors prèviament mencionats.

L'única variable afectada significativament pel tractament de temperatura dels últims deu dies és l'IP. Així, a major temperatura major IP. Les mostres curades a 30°C van presentar un IP superior a les curades a 18°C per ambdós músculs (Taules 4.7 i 4.8).

Arnau (1991), Parolari i col. (1994), Virgili i col. (1995) i Arnau i col. (1997) han descrit l'efecte de la temperatura sobre l'IP. Una temperatura elevada augmenta l'activitat de les catepsines B i L provocant un IP més alt (Rico i col, 1990; Zhao i col 2005). La majoria d'estudis mostren com la temperatura té un efecte significatiu sobre l'IP. Arnau (1997) en pernil curat amb 6 mesos de procés i Canals (2006) en músculs curats amb 1 mes de procés també van observar aquest efecte de la temperatura sobre l'IP, però el temps de tractament va ser superior (30 dies). No obstant això, Morales i col. (2008) no van observar un efecte significatiu de la temperatura sobre l'IP, probablement, perquè van aplicar tractaments de temperatura més curts (7 dies) que en la resta d'estudis.

Taula 4.7 Efecte de la temperatura sobre els paràmetres fisicoquímics en el múscul SM

Paràmetres fisicoquímics	Tractament de temperatura (10 dies)		RMSE
	18 °C	30°C	
a_w	0,897	0,898	0,011
Humitat (%)	51,556	51,224	5,676
NT bs (%)	13,578	13,316	2,326
NaCl bs (%)	9,567	8,913	2,657
Greix bs (%)	9,143	8,851	2,184
IP (%)	17,159 ^b	19,072 ^a	2,858

^{ab} Els valors amb superíndexs diferents en una mateixa fila són significativament diferents ($p < 0,05$).
RMSE: desviació estàndard residual del model.

Taula 4.8 Efecte de la temperatura sobre els paràmetres fisicoquímics en el múscul BF

Paràmetres fisicoquímics	Tractament de temperatura (10 dies)		
	18 °C	30°C	RMSE
a_w	0,910	0,914	0,010
Humitat (%)	60,137	61,811	4,167
NT bs (%)	12,028	12,093	1,333
NaCl bs (%)	13,895	13,780	1,975
Greix bs (%)	7,609	7,947	2,247
IP (%)	23,341 ^b	26,904 ^a	3,759

^{ab} Els valors amb superíndexs diferents en una mateixa fila són significativament diferents ($p < 0,05$).
RMSE: desviació estàndard residual del model.

4.5. Influència dels efectes principals sobre els paràmetres de textura

Cap dels efectes principals van afectar de forma significativa els paràmetres de textura del múscul SM. La covariable humitat només va ser significativa per el paràmetre F_0 amb un pendent $\beta = -0,267$ (Taula 4.9). La humitat només va afectar de forma significativa els paràmetres de textura en el múscul SM, ja que aquest múscul és més extern i, per tant, més sec i amb més predisposició a l'encontrat. Així, Ruiz-Ramírez (2005) va observar que la humitat és un factor determinant en l'avaluació instrumental de la textura. Aquest autor va concloure que la mesura del contingut d'aigua en la superfície del múscul SM es pot utilitzar com a paràmetre de control del procés per prevenir l'encrostat i millorar la qualitat del producte.

El pH_{SM24} de la carn només té un efecte significatiu sobre la variable F_0 en el múscul BF, mentre que no té efecte sobre la caiguda de la força a 2s (Y_2) i 90s (Y_{90}) (Taula 4.9).

El període de salat, va afectar significativament els paràmetres de textura F_0 i Y_{90} del múscul BF.

La temperatura també va afectar de forma significativa els paràmetres de textura del múscul BF, Y_2 i Y_{90} .

Les interaccions dobles dels efectes principals sobre les variables (F_0 , Y_2 i Y_{90}) es van estudiar i es va observar que, pel múscul SM, no van ser significatives mentre que pel múscul BF van ser significatives les interaccions $pH_{SM24} \times$ temperatura i temperatura \times sal en la variable Y_{90} (Taula 4.9).

Taula 4.9. Significació dels efectes principals, de les interaccions significatives i de la humitat sobre els paràmetres de textura: F_0 , Y_2 i Y_{90}

Paràmetres de textura	Efectes principals					
	pH	Sal	Temperatura	pH*Temp	Temp*Sal	Humitat
Múscul SM						
F_0	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	11,87*
Y_2	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Y_{90}	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Múscul BF						
F_0	3,67*	3,64*	n.s	n.s	n.s	n.s
Y_2	n.s	n.s	7,42*	n.s	n.s	n.s
Y_{90}	n.s	13,88***	24,44***	6,37**	10,43***	n.s

Sig.: n.s (no significatiu, eliminat del model); *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$

4.6. Efecte del pH_{SM24} sobre els paràmetres de textura

No es van observar diferències significatives entre grups de pH_{SM24} per F_0 , Y_2 i Y_{90} en el múscul SM ni per Y_2 i Y_{90} en el múscul BF (Taula 4.10). Això no obstant, es va observar un valor d' F_0 més alt en el múscul BF i SM dels pernils del grup de pH alt.

Hi ha estudis que relacionen un pH alt (6,2) amb una duresa menor, sobretot en músculs poc curats (Canals, 2006) i en pernils amb procés de curat accelerat (Arnau i col.1998, Guerrero i col. 1999). Altres estudis, associen un pH baix (<5,9) amb una duresa menor en pernil curat, ja que un pH baix afavoreix l'acció de les catepsines (O'Halloran i col., 1997) i aquestes es mantenen actives durant el procés de maduració del pernil i a l'augmentar l'acció de les catepsines augmenta l'IP (Parreño i col. 1994, Sàrraga i col. 1993, Toldrà i Etherington, 1988). En aquest context, un excés de proteòlisi produeix textures excessivament toves (Garcia-Garrido, 2000, Arnau i col. 1997, Virgili i col. 1995)

Sembla ser que en les primeres parts del procés de curació, un pH alt podria estar relacionat amb textures més toves. Això no obstant, en aquest treball s'ha observat el fenomen contrari. En pernils amb període de curació més llarg (12 mesos), aquells de pH alt presenten major duresa. Les mostres de pH alt tenen un major grau d'extracció

(Knight i Parson, 1988, Offer i Trinick, 1983) i funcionalitat (major CRA, solubilitat i viscositat) de les proteïnes de la carn (Hamm, 1986, Klement i col. 1973, 1974, Shen, 1981) i aquestes característiques podrien, probablement, explicar els resultats observats.

Els resultats obtinguts indiquen l'efecte del pH_{SM24} sobre la duresa del pernil canvia que durant el procés de maduració. Per aquest motiu, seria interessant que futurs estudis investiguessin aquest aspecte, per trobar en quin moment de la maduració succeeix aquest canvi, i així, poder reduir o augmentar la durada d'aquest període segons l'objectiu comercial del pernil.

Taula 4.10. Efecte del pH_{SM24} sobre els paràmetres F_0 , Y_2 i Y_{90}

Paràmetres de textura	Grups de pH_{SM24}			RMSE
	$pH < 5.6$	$5.7 < pH < 5.9$	$pH > 5.9$	
Múscul SM				
F_0	5,432	4,852	8,250	4,6044
Y_2	0,272	0,267	0,268	0,029
Y_{90}	0,601	0,602	0,587	0,049
Múscul BF				
F_0	1,021 ^b	1,057 ^b	1,321 ^a	0,392
Y_2	0,339	0,329	0,317	0,029
Y_{90}	0,695	0,687	0,682	0,026

^{ab} Els valors amb superíndexs diferents en una mateixa fila són significativament diferents ($p < 0,05$).

RMSE: desviació estàndard residual del model.

4.7. Efecte de la duració del període de salat sobre els paràmetres de textura

En la Taula 4.11 es pot observar com a 14 dies de salat en el múscul BF, els paràmetres de textura Y_2 i Y_{90} disminueixen a l'augmentar el període de salat i F_0 augmenta respecte els períodes de salat més curts.

No s'han observat diferències significatives entre 6 i 10 dies de salat, però per períodes de salat de 14 dies sí que s'han observat diferències significatives en el múscul BF (Taula 4.11).

Els resultats obtinguts mostren que com més llarg és el període de salat més augmenta el valor d' F_0 i disminueix el valor d' Y_{90} i Y_2 . això no obstant, aquest efecte només va ser significatiu a 14 dies de salat (Taula 4.11). Aquests resultats concorden amb els d'estudis anteriors segons els quals un contingut elevat de NaCl provoca una major compactació de l'estructura miofibril·lar (Shomer i col. 1987) i té un efecte inhibitori sobre l'activitat dels enzims musculars (Sàrraga i col. 1989, Geesink i col. 1999, 2000) i, conseqüentment, la pastositat disminueix (Arnau, 1991, Careri i col. 1993, Parolari i col. 1994, Virgili i col. 1995) i la cohesivitat i elasticitat augmenten (Ruiz-Ramírez, 2005).

Taula 4.11. Efecte de la duració del període de salat sobre els paràmetres F_0 , Y_2 i Y_{90}

Paràmetres de textura	Duració del període de salat			RMSE
	6 dies	10 dies	14 dies	
Múscul SM				
F_0	6,922	5,504	6,107	4,6044
Y_2	0,269	0,267	0,269	0,029
Y_{90}	0,601	0,593	0,597	0,049
Múscul BF				
F_0	1,028 ^b	1,037 ^b	1,334 ^a	0,392
Y_2	0,337	0,333	0,315	0,029
Y_{90}	0,706 ^a	0,695 ^a	0,662 ^b	0,026

^{ab} Els valors amb superíndexs diferents en una mateixa fila són significativament diferents ($p < 0,05$).

^{xy} Els valors amb superíndexs diferents en una mateixa columna són significativament diferents ($p < 0,05$).

RMSE: desviació estàndard residual del model.

4.8. Efecte del tractament de temperatura sobre els paràmetres de textura

En la Taula 4.12 es pot observar l'efecte de la temperatura sobre els paràmetres de textura. El tractament de temperatura de 30°C va afectar de forma significativa els paràmetres F_0 i Y_{90} .

Canals (2006) va obtenir una duresa superior en les mostres curades a 30°C respecte d'aquelles a 5°C. En el present treball, també, s'ha obtingut que les mostres curades a 30°C són més dures que les curades a 18°C, tot i que, només es veu un efecte significatiu de la temperatura sobre el múscul BF. En el múscul SM s'observa la mateixa tendència sense arribar a ser significativa (Taula 4.12). Resultats similars van obtenir Martínez i col. (2007), no obstant això, aquests autors no van discriminar entre l'efecte del contingut d'aigua i de la temperatura.

Contràriament, Arnau (2004) i Arnau i col. (1997) van observar com una temperatura elevada provoca un major IP, ja que facilita l'activitat enzimàtica, fet que provoca un augment en la incidència de pernils excessivament tous (Gou i col. 2004).

Morales i col. (2008) va concloure que una temperatura de 30°C té un efecte sobre l'estructura proteica no relacionat amb l'IP, que podria reduir el desenvolupament de textures toves. Alguns treballs han estudiat l'efecte de la temperatura sobre les proteïnes musculars, de manera que Han-Jun i Ledward (2004) van observar que a partir de 20°C les mostres de llom fresc de boví augmentaven la seva duresa i, en menor mesura, la seva masticabilitat i elasticitat. Tornberg (2005), Morita i Yasui (1991) i Xiong i Brekke (1990) van observar canvis dels components miofibril·lars del múscul a temperatures entre 30 i 50 °C que podrien afectar la textura.

Taula 4.12. Efecte de la temperatura sobre els paràmetres F_0 , Y_2 i Y_{90}

Paràmetres de textura	Tractament de temperatura		RMSE
	18 °C	30 °C	
Múscul SM			
F_0	6,056	6,300	4,6044
Y_2	0,274	0,263	0,029
Y_{90}	0,605	0,589	0,049
Múscul BF			
F_0	1,039	1,226	0,392
Y_2	0,339 ^a	0,318 ^b	0,029
Y_{90}	0,705 ^a	0,671 ^b	0,026

^{ab}Els valors amb superíndexs diferents en una mateixa fila són significativament diferents ($p < 0,05$).

RMSE: desviació estàndard residual del model.

4.9. Efecte de la interacció $pH_{SM24} \times$ Temperatura

En el múscul BF s'ha observat que la interacció $pH_{SM24} \times$ temperatura va afectar de forma significativa el paràmetre de textura Y_{90} (Taula 4.13).

A 18 °C no es van observar diferències significatives entre els grups de pH_{SM24} . Contràriament, les diferències van ser significatives a 30°C. Els pernils de pH alt mostren valors de Y_{90} més baixos que els pernils de pH baix a temperatura alta. La reducció de Y_{90} per augment de la temperatura de curació, de 18°C a 30°C, va ser significativa en els pernils de pH alt. (Taula 4.13). Per tant, la selecció de la matèria primera per pH_{SM24} proporciona més homogeneïtat en el procés a temperatura alta aplicada durant els últims 10 dies de procés. Tanmateix, es va obtenir que la temperatura final no redueix el desenvolupament de textura tova i/o pastosa en pernils amb pH inicial baix, però un tractament tèrmic de 30°C al final del procés sí que podria disminuir els problemes de textura tova i enganxosa en mostres de pH mig i alt.

Taula 4.13. Interacció de $\text{pH}_{\text{SM24}} \times \text{temperatura}$ en el valor Y_{90} en el múscul BF

Grups de pH_{SM24}	Temperatura		RMSE
	18°C	30°C	
pH < 5,7	0,697	0,692 ^x	
5,7 ≤ pH ≤ 5,9	0,705	0,669 ^{xy}	
pH > 5,9	0,713 ^a	0,651 ^{by}	0,026

^{ab} Els valors amb superíndexs diferents en una mateixa fila són significativament diferents ($p < 0,05$).

^{xy} Els valors amb superíndexs diferents en una mateixa columna són significativament diferents ($p < 0,05$).

RMSE: desviació estàndard residual del model.

4.10. Efecte de la interacció $\text{sal} \times \text{Temperatura}$

La reducció del període de salat de 14 dies a 10 o a 6 dies augmenta significativament el valor d' Y_{90} a una temperatura de curació de 18 °C. Aquest resultat però, no va ser observat en els pernils que van ser sotmesos a un tractament de temperatura de 30°C en els últims 10 dies de procés (Taula 4.14).

Un tractament a 30°C no fa variar significativament el paràmetre Y_{90} i es manté constant independentment de la duració del període de salat. A més, aquest tractament, redueix la presència de textures toves i/o pastoses en pernils amb 6 dies de salat.

Així, per evitar pernils amb textura tova, en processos de salat curts, una possible actuació seria augmentar la temperatura durant els últims 10 dies del procés de maduració.

En el sistema de salat tradicional s'enterren els pernils en sal durant 10 dies però, a causa de la creixent demanda dels consumidors, la indústria tendeix a aplicar menys sal. El problema és que a l'aplicar menys quantitat de sal els pernils presenten textures excessivament toves. La aplicació d'un tractament de temperatura de 30°C a final de procés és factible comercialment, ja que el plec de condicions de l'ETG del Jamón Serrano permet tractaments tèrmics fins a 34°C (Fundación Jamón Serrano, 1998).

Taula 4.14. Interacció Sal×Temperatura per al valor Y_{90} en el múscul BF

Duració del període de salat	Tractament de temperatura		RMSE
	18°C	30°C	
6 dies	0,737 ^{ax}	0,675 ^b	
10 dies	0,722 ^{ax}	0,669 ^b	
14 dies	0,656 ^y	0,668	0,026

^{ab} Els valors amb superíndexs diferents en una mateixa fila són significativament diferents ($p < 0,05$).

^{xy} Els valors amb superíndexs diferents en una mateixa columna són significativament diferents ($p < 0,05$).

RMSE: desviació estàndard residual del model.

5. CONCLUSIONS

- 1) El pH_{SM24} de la carn no té un efecte significatiu sobre els paràmetres fisicoquímics. No obstant això, l'índex de proteòlisi tendeix a augmentar al disminuir el pH_{SM24} de la carn.
- 2) A l'augmentar la duració del període de salat disminueix l'activitat de l'aigua en els músculs BF i SM i la humitat en el múscul BF. Aquest efecte és a causa de la menor quantitat d'aigua lliure que es dona al augmentar la concentració de sal. Contràriament, el tractament de temperatura no té un efecte significatiu sobre l' a_w i la humitat de la carn.
- 3) Com més prolongat és el període de salat més baix és l'IP. El tractament de temperatura a 30°C produeix un IP superior en comparació amb el tractament a 18°C.
- 4) Pernils de $pH_{SM24} > 5,9$ presenten textures més dures que pernils de $pH_{SM24} < 5,9$.
- 5) La duració del període de salat té més efecte, en pernil curat, en el múscul BF que en l'SM. Així, el múscul BF és més dur quan el període de salat és de 14 dies respecte de períodes més curts.
- 6) Un tractament de temperatura de 30°C podria reduir els problemes de textura tova i/o pastosa en aquells pernils amb un pH mig o alt. En els pernils de pH baix és difícil evitar aquest problema mitjançant l'aplicació d'un tractament tèrmic.
- 7) Un tractament de temperatura de 30°C, tot i produir un IP més alt en el múscul BF, provoca una reducció dels problemes de textura en pernils elaborats amb poca sal (6 dies).
- 8) Un tractament de temperatura de 30°C uniformitza els pernils amb diferents períodes de salat. Aquest tractament seria aconsellable en pernils amb un contingut de sal baix ja que redueix el problema de la textura tova i/o pastosa en aquest producte.

6. IMPLICACIONS

A partir de les conclusions obtingudes en aquest treball se'n poden extreure les següents implicacions pràctiques:

- Donat que el pH_{SM24} afecta la textura del pernil curat, es podria utilitzar aquest paràmetre a l'hora de seleccionar els pernills destinats a procés de curació intentant evitar aquells que presentin un pH_{SM24} baix.

- Per donar resposta a la demanda creixent per part dels consumidors de productes amb contingut baix de sal, caldria tenir en compte que, en pernil curat, aquesta reducció provoca textures toves i/o pastoses. Un tractament tèrmic de 30°C durant els últims 10 dies de procés pot ajudar a reduir aquesta problemàtica.

7. BIBLIOGRAFIA

ACNielsen. <http://acnielsen.com>. © The Nielsen Company.

Ambanelli, G., Molinari, C., Trasatti, U. i Pesan, G. (1968). Ricerche sulla stagionatura del prosciutto di Parma. I Modificazioni nelle sostanze azotate. *Industria Conserve*, 3, 207-210.

Antelo, A. (2006). El jamón curado se lonchea y mira al exterior. *Alimarket*, 194, 201-210.

Anònim. <http://porcine.unl.edu>. University of Nebraska, Lincoln Institute of Agriculture and Natural Resources Animal Science Department.

AOAC. (1990). Association of official analytical chemist (15th. Ed., pp. 931-945). Virginia, Arlington.

Armero, E., Flores, M., Toldrà, F., Barbosa, J.A., Olivet, J., Pla, M. i Baselga, M. (1999). Effects of pig sire type and sex on carcasse traits, meat quality and sensory quality of dry-cured ham. *Journal of the science of food and agriculture* ,79, 1147-1154.

Arnau, J. (1991). Aportacions a la calidad tecnológica del jamón curado elaborado por procesos acelerados. Tesis Doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.

Arnau, J. (1993). Tecnología de elaboración del jamón curado. *Microbiología SEM* 9:3-9.

Arnau, J. (1998). Principales problemas tecnológicos en la elaboración del jamón curado. En: El Jamón curado: Tecnología y análisis de consumo. *Simposio Especial-44th ICoMST*. Editado por I.R.T.A y Eurocarne. Autores: Arnau, J. y Monfort, J. M. 71-86.

Arnau, J. (2000). Aspectos tecnológicos que afectan al desarrollo de la textura y del flavor. *II Symposium Internacional del Jamón Curado*. Barcelona. 27-40.

Arnau, J. (2003). Control del secado para uniformizar la textura del jamón. *Proceeding II Congreso Mundial del Jamón*, Cáceres.

Arnau, J. (2004). Dry-cured ham. A: Jensen, W.; Devine, C.; Dikeman, M. (eds.). *Encyclopedia of Meat Sciences*. San Diego (etc.). Elsevier, 557-562.

Arnau, J., Gou, P. i Guerrero, L. (1994). The effects of freezing, meat pH, and storage temperature on the formation of white film and tyrosine crystals in dry-cured hams. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 66, 279-282.

- Arnau, J., Guerrero, L., Casadamont, G. i Gou, P.** (1995). Physical and chemical changes in different zones of normal and PSE dry-cured hams during processing. *Food Chemistry*, 52 (1), 63-69.
- Arnau, J., Guerrero, L. i Gou, P.** (1997). Effects of temperature during the last month of ageing and of salting time on dry-cured ham aged for six months. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 74, 193-198.
- Arnau, J., Guerrero, L. i Sárraga, C.** (1998). The effect of green ham pH and NaCl concentration on cathepsin activities and the sensory characteristics of dry-cured hams. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 77, 387-392.
- Arnau, J., Gou, P. i Comaposada, J.** (2003). Effect of the relative humidity of drying air during the resting period on the composition and aspect dry-cured ham surface. *Meat Science* 65 (4), 1275-1280.
- Bañón, S., Costa, E., Andreu, C., Gil M. D. i Garrido, M. D.** (2002). Boar taint perception in cooked and dry-cured meat. *48th ICoMST*. Roma. 126-127.
- Bendall, H. J. i Swatland, H. J.** (1988). A review of the relationships of pH with physical aspects of pork quality. *Meat Science*, 24, 85-126.
- BOE núm.36, del 11 de febrer de 1994. "Condiciones sanitarias de producción y comercialización de productos cárnicos y de otros determinados productos de origen animal".
- Bonilla, F., García, C., Carrapiso, A., Cava, R., Andrés, A. I. i Ventana, J.** (2002). Instrumental and sensorial evaluation of dry-cured ham textural properties. *48th ICoMST*. Roma. 128-129.
- Brady, P.L., Hunecke, M.E.** (1985). Correlations of sensory and instrumental evaluations of roast beef texture. *Journal of Food Science*, 50, 300-303.
- Brennan, J.G. i Bourne, M.C.** (1994). Effect of lubrication on the compression behaviour of cheese and frankfurters. *Journal of Texture Studies*, 25, 139-150.
- Brewer, M.S.** (2004). Waterholding capacity. En: *Encyclopedia of Meat Science*. Edit. Jensen, Devine i Dikeman. 1, 242-249.
- Buscailhon, S., Berdagué, J., Bousset, J., Cornet, M., Gandemer, G., Touraille, C.** (1994). Relations between traits and sensory qualities of french dry-cured ham. *Meat science*, 37, 229-243.

- Candek-Potokar, M., Monin, G., & Zlender, B.** (2002). Pork quality, processing and sensory characteristic of dry-cured hams as influenced by duroc crossing and sex. *Journal Animal Science*, 80, 988-996.
- Canals, C.** (2006). Incidència del pH de la matèria primera, del nivell de sal afegit i de la temperatura sobre el grau de proteòlisi i la textura en el múscul *biceps femoris*. Projecte/Treball Final de Carrera. Universitat de Girona.
- Cantoni, C., Bianchi, M.A., Beretta, G. i Cattaneo, P.** (1972). Ricerche sulle variazioni dei peptidi durante la maturazione del prosciutto crudo. *Industrie Alimentari*, 82.
- Careri, M., Mangia, A., Barbieri, G., Bolzoni, L., Virgili, R. y Parolari, G.** (1993). Sensory property relationships to chemical data of Italian type drycured ham. *Journal Food Science*, 58, 968-972.
- Carrapiso, A. I., Bonilla, F. i Garcia, C.** (2003). Effect of crossbreeding and rearing system on sensory characteristic of Iberian ham. *Meat science*, 65, 623-629.
- Castro, M.** (2004). Relationship between pH before salting and dry-cured ham quality. *Meat Science*, 67, 625-632.
- Cava, R.** (1997). Influencia de la alimentación sobre los fenómenos oxidativos desarrollados durante la maduración del jamón ibérico. Tesis doctoral. Universidad de Extremadura.
- Cilla, I., Martínez, L., Beltrán, J. A., i Roncalés, P.** (2006). Dry-cured ham quality and acceptability as affected by the preservation system used for retail sale. *Meat science*, 73, 581-589.
- Comaposada, J., Gou, P. i Arnau, J.** (2000). The effect of sodium chloride content and temperatura on pork meta isotherms. *Meat Science*. 55: 291-295.
- Costell, E. i Flores, J.** (1984). Selección de un método de medida de las propiedades mecánicas del jamón curado. *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos*, 24, 347-355.
- Cruz, J.** (2004). La producción y comercialización de jamones y paletas curadas en España. *Eurocarne*, 129, 19-28.
- Cruz, J.** (2007). La evolución del sector productor de jamón curado en España. *Eurocarne* nº154. Març 2007.
- Cruz, J.** (2008). La evolución del sector productor de jamón curado en España. *Eurocarne* nº163. Gener -febrer 2008.

- Daudin, J.D. i Swain, M.V.** (1990). Heat and mass transfer in chilling and storage of meat. *Journal of Food Engineering*, 12, 95-116.
- Diestre, A., Oliver, M.A., Gispert, M., Arpa, I., i Arnau, J.** (1990). Consumer responses to fresh meat and meat products from barrows and boars with different levels of boar taint. *Animal Products*, 50, 519-530.
- Ertbjerg, P., Henckel, P., Karlsson, A., Larsen, L. M. i Moller, A.** (1999). Combined effect of epinephrine and exercise on calpain / calpastatin and cathepsin B and B+L in porcine *longissimus* muscle. *Journal of Animal Science*, 77, 2428-2436.
- Fenemma, O.** (1982). Agua y hielo. Capítulo 2. En: Introducción a la ciencia de los alimentos. Editorial Reverté, S. A. España, 33-44.
- Flores, J.** (2001). El encostrado del Jamón Serrano: causas de formación y maneras de evitarlo. *Revista de la Asociación de Industrias de la Carne de España*, 75, 5-10.
- Flores, J., Bermell, S., i Nieto, P.** (1983). Nota previa. Índices de salinidad y curado: posibles parámetros de calidad para el jamón curado. *Revista de Agroquímica y tecnología de alimentos*, 32(3), 433-438.
- Fundación del Jamón Serrano** (1998). <http://fundacionserrano.org>. Pliego de condiciones para la elaboración del Jamón Serrano.
- Fizman, S.M., Costell, S.M. i Durán, L.** (1983). Medida del comportamiento reológico de los alimentos sólidos I. Bases teóricas. *Revista Agroquímica Tecnológica Alimentaria*, 23, 164-172.
- García-Garrido, J.A., Uiles Zafra, R., Tapiador, J i Luque de Castro, M.D.** (1999). Sensory and analytical properties of spanish dry-cured ham of normal and defective texture. Analytical, Nutritional and Clinical Methods Section. *Food Chemistry* 67: 423-427. 3.
- García-Garrido, J.A., Quiles-Zafra, R. Tapiador, J. i Luque de Castro, M.** (2000). Activity of cathepsin B, D, H and L in Spanish dry-cured ham of normal and defective texture. *Meat Science*, 56, 1-6.
- García-Rey, R., García-Garrido, J., Quiles-Zafra, R., Tapiador, J. i Luque de Gil, M., Arnau, J. i Sárraga, C.** (1989). Proteinase activities in Spanish dry-cured ham manufactured with meat of different quality. *37th ICoMST*, 3, 734-740.
- García-Rey, R., García-Garrido, J., Quiles-Zafra, R., Tapiador, J. i Luque de Castro, M.** (2004). Relationship between pH before salting and dry-cured ham quality. *Meat Science*, 67, 625-632.

- García-Rey, R., Quiles-Zafra, R., i Luque de Castro, M.** (2006). Relationships of genotype and slaughter time with the appearance and texture of dry-cured hams. *Food Chemistry*, 94, 271–277.
- Gaspar, L.** (1984). General laboratory methods. En: *Methods of protein análisis*. Ed. Kerese. Chapter 2. 30-86.
- Geesink, G.H. i Koohmaraie, M.** (1999). Effect of calpastatin on degradation of myofibrillar proteins by μ -calpain under *post-mortem* conditions. *Journal of Animal Science*, 77, 2685-2692.
- Godsalve, E.W., Davis, E.A. i Gordon, J.** (1977). Effect of oven conditions and sample treatment on water loss of dry cooked bovine muscle. *Journal of Food Science*, 42, 1325-1330.
- Gou, P., Guerrero, L. i Arnau, J.** (1995). Sex and crossbreed effects on the characteristics of dry-cured ham. *Meat Science*, 40, 21-31.
- Gou, P., Comaposada, J. i Arnau, J.** (2002). Meat pH and meat fibre direction effects on moisture diffusivity in salted ham muscles dried at 5 °C. *Meat Science*, 61, 25-31.
- Gou, P., Comaposada, J. i Arnau, J.** (2003). NaCl content and temperature effects on moisture diffusivity in the Gluteus muscle of porc ham. *Meat Science*, 63, 29-34.
- Gou, P., Comaposada, J. i Arnau, J.** (2004). Moisture diffusivity in the lean tissue of dry-cured ham at different process time. *Meat Science*, 67, 203-209.
- Guàrdia, M. D., Guerrero, L., Gelabert, J. Gou, P., Arnau, J.** (2006). Consumer attitude towards sodium reduction in meat products and acceptability of fermented sausages with reduced sodium content. *Meat Science*, 73, 484-490.
- Guerrero, L., Gou, P., Alonso, P. i Arnau, J.** (1996). Study of the physicochemical and sensorial characteristics of dry-cured hams in three pig genetic types. *Journal of Food Science*, 70, 526-530.
- Guerrero, L. i Guàrdia, M.D.** (1999). Evaluación de la terneza en carne de ternera: relación entre las medidas sensoriales e instrumental según la dirección de las fibras musculares. *ITEA*. 20, 11-13.
- Guerrero, L., Gou, P. i Arnau, J.** (1999). The influence of meta pH on mechanical and sensory textural properties of dry-cured ham. *Meat Science*, 52, 267-273.
- Guerrero, L., Gelabert, J., Gou, P., Guàrdia, M.D i Arnau, J.** (2000). Efecto de la disminución del contenido en sodio del jamón curado sobre sus propiedades sensoriales y reológicas. En II Symposium Internacional del Jamón Curado. Editado por I.R.T.A y *Eurocarne*. Autor: Monfort, J.M. 94-95.

- Guerrero, L., Guàrdia, M. D., & Arnau, J.** (2005). Methodological proposal about sensorial analysis on dry-cured ham: Criteria to take into consideration and systems to validate them. In Proceedings III dry cured ham world congress on science, technology and marketing, 187–196. Teruel, Espanya.
- Hamm, R.** (1986). Functional properties of the myofibrillar system and their measurements. Cap. 4. In: Muscle as Food. Edited by Peter J. Bechtel. University of Illinois at Urbana, Illinois. 135-199.
- Han-Jun, Ma. i Ledward, D.A.** (2004). High pressure/thermal treatment effects on the textura of beef muscle. *Meat Science*, 68, 347-355.
- Hernández, E. i Huerta, T.** (1993). Evolución de los parámetros microbiológicos del jamón curado. *Microbiología SEM*, 9, 10-19.
- Hortòs, M.** (1995). Influencia de la maduración y condiciones el proceso tecnológico en los cambios de las fracciones nitrogenadas del jamón curado. Tesis Doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.
- ICEX.** <http://icex.es>. © Instituto Español de Comercio Exterior (ICEX).
- ISO 1443** (1973). Determination of total fat content. Geneva: International Organization for Standardization.
- ISO 937** (1978). Determination of nitrogen content. Geneva: International Organization for Standardization.
- ISO 5492** (1992). Sensory analysis: Vocabulary. Geneva: International Organization for Standardization.
- Izutsu, T., i Wani, K.** (1985). Food texture and taste: a review. *Journal of Texture Studies*, 16: 1-28.
- Klement, J. T., Cassens, R. G., i Fennema, O. R.** (1973). The association of protein solubility with physical properties in a fermented sausage. *Journal Food Science*, 38(7), 1128–1131.
- Klement, J. T., Cassens, R. G., i Fennema, O. R.** (1974). The effect of bacterial fermentation on protein solubility in a sausage model system. *Journal of Food Science*, 38, 833–835.
- Knight, P., i Parson, N.** (1988). Action of NaCl and polyphosphates in meat processing: responses of myofibrils concentrated salt solutions. *Meat Science*, 24, 275–300.
- Kramer, A.** (1973). Food texture: Definition, measurement and relation to other quality attributes. In A. Kramer i A. Szczesniak (Eds.). *Texture measurement of foods:*

Psychophysical fundamentals. Sensory, mechanical, and chemical procedures and their interrelationships (pp. 1-9). Boston: D. Reidel.

Law, M. R. (1997). Epidemiologic evidence on salt and blood pressure. *American journal of hypertension*, 10, 42s-45s

Leistner, L. (1986). Allgemeines über Rohschinken. *Fleischwirtschaft*, 66, 496-510.

Lepetit, J. i Culioli, J. (1994). Mechanical properties of meat. *Meat Science*, 36, 203-237.

López-López, I., Cofrades, S. i Jimenez-Colmenero, F. (2008). Productos cárnicos más saludables: estrategias tecnológicas para reemplazar grasa animal por otra de origen vegetal y marino. *Eurocarne*, 164, 83-88.

Magraner, L., Sánchez, J., Gisbert, M. Sanjuán, R. i López N. (2003). Influence of raw matter on final quality of serrano ham. *II Congreso Mundial del Jamón Curado*. Cáceres-España.

Martín, L. (1996). Influencia de las condiciones del procesado sobre los cambios madurativos en el jamón ibérico. Tesis doctoral. Universidad de Extremadura.

Martín, L., Córdoba, J.J, Antequera, T., Timón, M.L i Ventanas, J. (1998). Effects of Salt and temperatura on proteolysis during ripening of Iberian ham. *Meat Science* 49 (2): 145-153.

Martínez, B., Rubio, B., Vieira, C., Díaz, M. T., i García, M. D. (2007). Efecto Temperatura/Tiempo durante la etapa de estufaje sobre la calidad del jamón curado elaborado en la provincia de Segovia. In Proceedings IV dry cured ham world congress on science technology and marketing , 437-438, 18-20 April 2007, Salamanca, Espanya.

Monin, G. (1994). Relations between traits and sensory qualities of French dry-cured ham. *Meat Science*, 37, 229-243.

Monin, G., Virgili, R., Cornet, M., Gandemer, G. i Grasso, F. (1995). Composition chimique et caractéristiques physiques de 6 types de jambons d'Europe latine. *3rd International Symposium on Mediterranean Pigs*, Benevento.

Monte, E., Villanueva, J.R., i Dominguez, A. (1986). Fungal profiles of Spanish country-cured hams. *International Journal of food Microbiology* 3 (6): 355-359.

Morales, R., Arnau, J., Serra, X., Guerrero, L., Gou, P. (2007). Softness in dry-cured porcine *biceps femoris* muscles in relation to meat quality characteristics and processing conditions. *Meat Science*, 77, 662-669.

- Morales, R., Arnau, J., Serra, X., Guerrero, L., Gou, P.** (2008). Texture changes in dry-cured ham pieces by mild thermal treatments at the end of the drying proces. *Meat Science*, (acceptat i pendent de publicació).
- Morita, J. I., i Yasui, T.** (1991). Involvement of hydrophobic residues in heat-induced gelation of myosin tail subfragment from rabbit skeletal muscle. *Agricultural Biological Chemistry*, 55, 597–599.
- Moskowitz, H.** (1988). *Applied Sensory Análisis of Foods*. Boca Raton: CRC press, Inc.
- Mujica, F.J., Martinez, E.J., Bercovich, F.C., Bonino, N.B. i Alzadora, S.M.** (1989). Sorption properties of dry cured ham. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologi*, 22, 89-92.
- Mulet, A., Berna, A., Rosselló, C., Cañellas, J. i López, N.** (1992). Influence of fat content on the drying of meat products. In: *Proceedings 8th International Drying Symposium*, Montreal, Canadá. Vol. B; 844-853.
- Nielsen Consumer Research**, (1994). Investigación a detallistas y a consumidores de jamón curado. Madrid: Ediciones Ayala, S.L. y Cárnica 2000.
- Nishimura, T., Liu, A., Hattori, A. i Takahashi, K.** (1998) Changes in mechanical strength of intramuscular connective tissue during postmortem ageing of beef. *Journal of Animal Science*, 76, 528-532.
- Nuñez, f., Díaz, M.C., Rodríguez, M.M., Bermúdez, M.E., Córdoba, J.J i Asensio, M.A** (1996). Composition and toxigenic potencial of the mould population on dry-cured iberian ham. *International Journal of food Microbiology*, 32, 185.197.
- Offer, G., Knight, F., Jeacocke, R., Almond, R., Cousins, T., Elsey, J., Parsons, N., Sharp, A., Starr, R. i Purslow, P.** (1989). The structural basis of the waterholding, appearance and toughness of meat and meat products. *Food Microstructure* 8, 151-170.
- Offer, G., i Trinick, J.** (1983). On the mechanism of water holding in meat: the swelling of myofibrils. *Meat Science*, 5, 245–281.
- O'Halloran, G.R., Troy, D.J., Buckley, D.J. y Reville, W.J.** (1997). The role of endogenous proteases in the tenderisation of fast glycolising muscle. *Meat Science*, 47, 187-210.
- Okos, M.R., Narsimhan, G., Singh, R.K. I Weitnauer, A.C.** (1992). Food dehydration. Handbook of Food Engineering. D. R. Heldman and D.B- Lund (Eds) Marcel Dekker. New York, 440.

- Oliver, M.A., Gou, P., Gispert, M., Diestre, A., Arnau, J., Noguera, J.L. i Blasco, A.** (1994). Comparison of five types of pig crosses. II. Fresh meta quality and sensory characteristics of dry cured ham. *Livesctock Prouction Science* 40: 179-185.
- Ouali, A.** (1990). Meat tenderization: possible causes and mechanisms. A review. *Journal of Muscle Foods*, 1, 129-165.
- Ouali, A.** (1992). Proteolytic and physicochemical mechanisms involved in meat texture development. *Biochimie*, 74, 251-265.
- Palumbo, S.A., Komanowky, M., Metzger, V. i Smith, J.L.** (1977). Kinetics of pepperoni drying. *Journal of Food Science*, 42, 1029-1033.
- Parolari, G., Rivaldi, P., Leonelli, M. i Boris, N.** (1988). Colore e consistenza del prosciutto crudo in rapporto alla material prima e alla técnica di stagionatura. *Industria Conserve*. 63, 45-49.
- Parolari, G., Virgili, R. i Schivazappa, C.** (1994). Development of cathepsin B activity and compositional parameters alla material prima e alla técnica di stagionatura. *Industria conserve*. 63: 45-49.
- Parreño, M., Cussó, R., Gil, M. i Sárraga, C.** (1994). Development of cathepsin B, L and H activities and cystatin-like activity during two di-fferent manufacturing process for Spanish dry-cured ham. *Food Chemistry*, 49, 15-21.
- Peleg, M.** (1976). Texture profile analysis parameters obtained by an instron universal testing machine. *Journal of Food Science*, 41, 721-722
- Peleg, M.** (1979). Characterization of the stress relaxation curves of solid foods. *Journal of Food Science*, 44, 277-281.
- Peleg, M. i Calzada, J.F.** (1976). Stress Relaxation of deformed fruits and vegetables. *Journal of Food Science*, 41, 1325.
- Poma, J.P.** (1980). Etudes de vuelques facteurs influençant la fabrication du jambon sec. *Viandes et Produits Carnes I* (5), 35-41.
- Pons, M. i Fiszman, S.M.** (1996). Instrumental texture profile analy-sis with particular reference to ge-lled systems. *Journal of Texture Studies*, 27, 597-624.
- Poste, L.M., Butler, G., Mackie, D., Agar, V.E. i Thompson, B.K.** (1993). Correlations of sensory and instrumental meat tenderness values as affected by sampling techniques. *Food quality and preference*, 4, 207-214.
- Ramos, A. M., Serenius T.V., Stalder K.J., Rothschild M.F.** (2007) Phenotypic correlations among quality traits of fresh and dry-cured hams. *Meat Science*, 77, 182-189.

Real Decreto 1904/1993 de 24 d'octubre, per el que s'estableixen les condicions sanitàries de producció i comercialització de productes carnis i d'altres determinats productes d'origen animal.

Real Decreto 1569/2007 de 2 de novembre, per el que s'aproba la norma de qualitat per la carn, el pernil, la paleta i la canya de llom ibèric.

Rico, E., Toldrà, F., i Flores, J. (1991). Activity of capthesin D as affected by chemical dry-curing parameters. *Zeitschrift für lebensmitteluntersuchung und-Forschung*, 191, 20-30.

Rodriguez-Muñoz, J. (2007). Distribución y comercialización del jamón curado en España. En *Proceedings IV dry cured ham world congress on science, technology and marketing* (pp. 305-308), 18–20 Abril, Salamanca, Espanya.

Rosell, C. M. i Toldrà, F. (1998). Comparison of muscle proteolytic and lipolytic enzyme levels in raw hams from Iberian and white pigs. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 76, 117-122.

Rosenthal, A. (1999) Food Texture, Measurements and Perception. Editorial Aspen Publishers, INC. Maryland USA.

Ruiz-Carrascal, J., Ventanas, J., Cava, R., Andrés, A.I. i García, C. (2000). Textura and appearabce of dry cured ham as affected by fat content and fatty acid composition. *Food research International* 33, 91-95. 4.

Ruiz-Cabrera, M.A., Gou, P., Foucat, L., Renou, J.P. i Daudin, J.D. (2004). Water transfer analysis in pork meat supported by NMR imaging. *Meat Science*, 67, 169-178.

Ruiz-Ramírez, J. (2005). Textura de músculos de cerdo y jamón curado con distintos niveles de NaCl, pH y contenido de agua. Tesis Doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.

Ruusunen, M. i Puolanne, E. (2007) Heart size and mean muscle fibre cross-sectional area related to birth weight in pigs. *Agricultural and food science*, 16,3, 259-266

Sale, P., Noel, Y., Lasteyras, A. i Oleon, C. (1984). A sinusoidal compression system to study rheo-logical properties of foods in the transient state. *Journal of Texture Studies*, 15, 103-114.

Sanz Egaña, C. (1967). Enciclopedia de la Carne. 2da edición Espasa Calpe, Madrid.

Sárraga, C., Gil, M., Arnau, J. i Monfort, J.M. (1989). Effect of curing salt and phosphate on the activity of porcine muscle proteases. *Meat Science*, 25, 241-249.

- Sárraga, C., Gil, M. i Garcia-Regueiro, J.A.** (1993). Comparison of calpesin and cathepsin (B, L and D) activities during dry-cured ham processing from heavy and Light large white pigs. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 62, 71-75.
- SAS Institute.** (2000). SAS/STAT User's guide. Release 8.1. Statistical Analysis System, SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, U.S.
- Schivazappa, C., Virgili, R., Degni, M. i Cerati, C.** (1998). Effetto della tipologia suina di provenienza su alcune caratteristiche del prosciutto di Parma. *Industria Conserve* 70, 377-385.
- Schivazappa, C., Degni, M., Nanni Costa, L., Russo, V., Buttazzoni, L. i Virgili, R.** (2002). Analysis of raw meat to predict proteolysis in Parma ham. *Meat Science*, 60, 77-83.
- Scott-Blair, G.** (1958). Rheology in food research. *Advances in Food Research*. 8, 1-56.
- Serra, X., Ruiz-Ramírez, J., Arnau, J., i Gou, P.** (2005). Texture parameters of m. biceps femoris from dry-cured hams as a function of water activity and water content. *Meat Science*, 69, 249-254.
- Shen, J. L.** (1981). Solubility and viscosity. In J. P. Cherry (Ed.), Protein functionality in food, ACS Symposium series, 89. Washington, DC, USA.
- Sherman, P.** (1969). A texture profile of foodstuffs based upon well-defined rheological properties. *Journal of Food Science*, 34, 458-462.
- Shomer, I., Weinberg, Z.G. i Vasiliver, R.** (1987). Structural binding properties of silvercarp (*hypophthalmichthys molitrix*) muscle affected by NaCl and CaCl₂ treatments. *Food Microstructure*, 6, 199-207.
- Sisson, S. i Grossman, J.** (1982). Miología de los Porcinos. En: Anatomía de los animales domésticos. (Sisson y Grossman). Capítulo 39. Ed. Salvat Editor. 1384-1397.
- Schivazappa, C., Virgili, R., Degni, M. i Cerati, C.** (1998). Effetto della tipologia suina di provenienza su alcune caratteristiche del prosciutto di Parma. *Industria Conserve* 70, 377-385.
- Szczesniak, A. S.** (1963). Objective measurements of food texture. *Journal of Food Science*, 28, 410-420.
- Szczesniak, A.S.** (1975). General Foods texture profile revisited – ten years perspective. *Journal of Texture Studies*, 1 (6), 43-47.
- Szczesniak, A.S.** (1987). Correlating sensory with instrumental texture measurements, an overview of recent developments. *Journal of Texture Studies*, 18, 1-15.

- Szczesniak, A.S.** (2002) Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, 13, 215-225.
- Tabilo, G., Flores, M., Fiszman, S.M i Toldrà F.** (1999). Postmortem meta quality and sex affect textural properties and protein breakdown of dry-cured ham. *Meat Science* 51 (3), 255-260.2.
- Tapiador, J., i García-Garrido, J.** (2003). Caracterización y control de los defectos de textura en el jamón curado. En: *Proceedings II dry cured ham world congress on science technology and marketing*. 69–77, 27–29 de març. Cáceres, Espanya
- Thorvaldsson, K. i Skjöldebrand, C.** (1996). Water transport in meat during reheating. *Journal of Food Engineering*, 29, 13-21.
- Toldrà, F., Rico, E., i Flores, J.** (1992). Activities of prok muscle proteases in cured meats. *Biochimie*, 74, 291-296.
- Toldrà, F.** (2003). Muscle foods: water, structure and functionality. *Food Science Technology International*, 9, 173-177.
- Toldrà, F., Cerveró, M.C. i Part, C.** (1993). Porcine aminopeptidase activity as affected by curing agents. *Journal of Food Science* 58 (4), 724-726.
- Toldrà, F. i Flores, M.** (1998). The role of muscle proteases and lipases in flavor development during the processing of dry-cured ham. *Critical Reviews in Food Science*, 38 (4), 331-352.
- Tornberg, E.** (2005). Effects of heat on meat proteins – Implications on structure and quality of meat products. *Meat Science*, 70, 493-508.
- Van Oeckel, M.J., Warnants, N. i Boucqué, Ch.V.** 1999. Pork tenderness estimation by taste panel, Warner-Bratzler shear force and on line methods. *Meat Science*, 53: 259-267
- Villatoro, C.** (2005). Selecció d'un mètode instrumental per a la classificació de pernil curat segons la seva textura. Projecte/Treball Final de Carrera. Universitat de Girona.
- Virgili, R., Parolari, C., Soresi, C. i Volta, R.** (1995). Effetto della materia prima sulla proteolisi e sulla consistenza del prosciutto crudo tipico. *Industria Conserve*, 70, 21-31.
- Virgili, R., Porta, C., i Schivazappa, C.** (1998). Effect of raw material on the end-product characteristics. El jamón curado: Tecnología i análisis de consumo. *Simposio especial 44th ICoMST*. Barcelona. 26-38.

Virgili, R., i Schivazappa, C. (2002). Muscle traits for long matured driedmeats. *Meat Science*, 62, 331–343

Voisey, P. W. (1975). Selecting deformation rates in texture test. *Journal of Texture Studies*, 6, 253-257.

Xiong, Y. L., i Brekke, C. J. (1990). Physicochemical and gelation properties of pre- and post-rigor chicken salt-soluble proteins. *Journal of Food Science*, 55(6), 1544–1548

Zall D. M., Fisher, M. D, i Garner, Q. M.(1956). Photometric determination of chloride in water. *Analytical Chemistry* 28:1665-1678.

Zhao, G.M. Zhou, G. H. Wang, Y. L. Xu, X. L. Huan, Y. J., i Wu, J. Q. (2005). Time-related changes in cathepsin B and L activities during processing of Jinhua han as a function of pH, salt and temperature. *Meat Science*, 70, 381-388.

8. ANNEXOS

8.1. Annex 1. Resultats mitjans dels paràmetres fisicoquímics dels músculs SM i BF

Taula 8.1. Interpretació dels efectes principals en l'Annex 1 dels paràmetres fisicoquímics

Efectes principals	1	2	3
pH_{SM24}	pH<5,7	5,7≤pH≤5,9	pH>5,9
Sal	6 dies	10 dies	14 dies
Temperatura	18 °C	30 °C	

Múscul	Nº Pernil	pH	Sal	T ^a (°C)	NT(%)	Proteïna(%)	a _w	Humitat(%)	NNP(%)	IP	NaCl(%)	Greix(%)	NT bs	NaCl bs	Greix bs
SM	6	3	3	2	6,203	38,769	0,893	50,534	1,071	17,265	5,100	4,983	12,540	10,310	10,074
SM	9	2	3	1	6,638	41,487	0,899	49,091	1,074	16,182	5,220	4,273	13,039	10,254	8,394
SM	10	2	3	2	5,985	37,406	0,894	50,053	1,196	19,983	5,110	4,172	11,983	10,231	8,354
SM	44	3	2	2	6,248	39,047	0,885	51,053	1,273	20,376	4,760	3,496	12,764	9,725	7,142
SM	51	1	2	1	4,876	30,473	0,917	51,377	1,104	22,651	4,300	2,709	10,027	8,844	5,571
SM	52	1	2	2	6,129	38,308	0,902	53,947	1,367	22,297	4,210	2,781	13,309	9,142	6,039
SM	54	1	1	1	6,965	43,529	0,897	46,882	1,042	14,956	3,680	3,895	13,112	6,928	7,332
SM	55	1	1	2	6,437	40,232	0,905	51,588	1,181	18,351	3,550	6,737	13,297	7,333	13,916
SM	59	2	1	1	5,839	36,495	0,908	44,889	1,018	17,437	3,230	5,038	10,595	5,861	9,141
SM	60	2	1	2	5,364	33,527	0,904	54,464	1,336	24,905	3,780	4,458	11,780	8,301	9,790

Múscul	Nº Pernil	pH	Sal	Tª (°C)	NT(%)	Proteína(%)	a _w	Humitat(%)	NNP(%)	IP	NaCl(%)	Greix(%)	NT bs	NaCl bs	Greix bs
SM	68	1	2	1	7,416	46,349	0,897	46,154	1,138	15,343	3,690	2,911	13,772	6,853	5,407
SM	69	1	2	2	6,724	42,026	0,914	51,819	1,220	18,137	3,640	3,121	13,956	7,555	6,478
SM	70	1	1	1	6,595	41,222	0,915	52,104	1,320	20,018	2,350	4,387	13,770	4,906	9,160
SM	71	1	1	2	6,199	38,744	0,920	55,348	1,485	23,958	2,790	3,833	13,883	6,248	8,583
SM	75	3	1	2	6,930	43,313	0,904	48,773	1,360	19,619	2,310	5,459	13,528	4,509	10,657
SM	76	3	1	1	6,862	42,888	0,915	47,410	1,154	16,823	2,290	4,566	13,048	4,354	8,682
SM	81	2	2	1	5,804	36,278	0,901	55,074	1,134	19,545	4,700	3,499	12,920	10,462	7,788
SM	87	3	3	1	5,839	36,494	0,898	53,522	0,886	15,178	5,670	3,877	12,563	12,199	8,341
SM	88	3	3	2	5,635	35,219	0,898	56,004	1,014	17,997	6,220	2,439	12,808	14,138	5,543
SM	95	1	2	2	7,018	43,860	0,882	41,930	1,184	16,867	3,830	4,730	12,085	6,595	8,145
SM	97	2	2	2	5,995	37,469	0,909	61,319	1,103	18,403	4,220	4,090	15,498	10,910	10,574
SM	98	2	2	1	6,373	39,832	0,909	75,029	1,164	18,258	4,530	4,650	25,522	18,141	18,620
SM	109	3	2	2	7,106	44,410	0,880	46,718	1,181	16,625	4,340	6,920	13,336	8,145	12,988
SM	110	3	2	1	6,335	39,594	0,906	50,844	0,973	15,366	4,520	9,718	12,887	9,195	19,769
SM	113	2	2	1	6,843	42,766	0,883	47,897	1,136	16,596	4,760	3,870	13,133	9,136	7,428
SM	114	2	2	2	6,965	43,529	0,883	47,679	1,274	18,296	4,570	3,249	13,311	8,734	6,209
SM	115	2	3	2	6,452	40,325	0,884	51,324	1,397	21,655	4,160	3,745	13,255	8,546	7,693
SM	118	2	3	2	6,121	38,254	0,868	49,096	1,237	20,210	7,150	4,244	12,024	14,046	8,338
SM	119	2	3	1	6,303	39,397	0,880	50,057	1,120	17,768	6,240	3,820	12,621	12,494	7,648
SM	121	1	3	2	6,573	41,082	0,886	49,535	1,320	20,076	5,640	4,881	13,025	11,176	9,673
SM	126	2	1	1	6,741	42,134	0,915	50,928	1,354	20,083	2,510	4,700	13,738	5,115	9,577
SM	127	2	1	2	7,502	46,890	0,904	46,050	1,254	16,720	2,330	4,429	13,906	4,319	8,209
SM	128	2	1	2	6,138	38,362	0,913	53,065	1,378	22,444	2,950	4,394	13,078	6,285	9,362
SM	129	2	1	1	5,980	37,374	0,898	53,839	1,367	22,854	4,270	4,476	12,955	9,250	9,696
SM	131	1	3	1	5,752	35,953	0,884	53,333	0,827	14,379	7,120	3,901	12,327	15,257	8,360
SM	132	1	3	2	5,868	36,676	0,888	52,405	1,004	17,109	6,640	4,449	12,329	13,951	9,348

Múscul	Nº Pernil	pH	Sal	Tª (°C)	NT(%)	Proteína(%)	a _w	Humitat(%)	NNP(%)	IP	NaCl(%)	Greix(%)	NT bs	NaCl bs	Greix bs
SM	134	2	1	1	6,480	40,501	0,922	50,339	1,062	16,386	3,940	4,986	13,049	7,934	10,040
SM	135	2	1	2	7,329	45,808	0,922	53,667	1,154	15,740	4,200	3,884	15,818	9,065	8,382
SM	136	3	3	2	7,208	45,050	0,859	38,869	1,028	14,267	4,120	3,727	11,791	6,740	6,097
SM	137	3	3	1	6,512	40,703	0,867	45,851	1,055	16,198	4,370	4,173	12,027	8,070	7,707
SM	138	3	3	1	6,512	40,703	0,864	50,174	0,975	14,977	6,470	3,720	13,070	12,985	7,465
SM	140	3	1	1	7,475	46,718	0,905	58,586	1,133	15,164	3,070	3,631	18,049	7,413	8,768
SM	141	3	1	2	6,948	43,427	0,927	51,800	1,443	20,768	2,130	3,264	14,416	4,419	6,772
SM	146	3	2	1	7,352	45,948	0,900	46,200	1,057	14,372	5,420	3,052	13,665	10,074	5,673
SM	147	3	2	2	6,646	41,540	0,917	51,297	1,158	17,421	3,970	3,639	13,647	8,151	7,471
SM	151	1	3	2	6,010	37,563	0,884	50,394	1,119	18,617	4,170	5,140	12,116	8,406	10,361
SM	177	3	1	1	6,318	39,484	0,904	52,181	1,118	17,693	3,830	3,341	13,211	8,009	6,986
SM	178	3	1	2	5,659	35,370	0,901	57,125	1,369	24,197	4,340	4,130	13,199	10,123	9,632
SM	181	2	2	1	6,362	39,763	0,907	42,712	0,917	14,407	5,070	4,503	11,105	8,850	7,860
SM	710	1	1	1	5,604	35,022	0,902	55,064	1,440	25,707	2,550	3,766	12,470	5,675	8,381
SM	711	1	1	2	5,649	35,303	0,907	55,533	1,587	28,100	3,190	4,457	12,703	7,174	10,024
SM	719	3	2	1	6,186	38,660	0,910	53,151	1,034	16,708	4,550	4,642	13,203	9,712	9,908
SM	720	3	2	2	6,103	38,147	0,912	52,066	1,175	19,259	4,290	4,155	12,733	8,950	8,669
SM	733	1	1	1	7,122	44,512	0,895	45,956	1,128	15,836	3,270	4,632	13,178	6,051	8,571
SM	735	1	2	1	7,052	44,073	0,897	58,621	1,172	16,627	5,400	5,352	17,042	13,050	12,935
SM	736	1	2	2	6,723	42,017	0,899	47,986	0,797	11,853	5,010	5,611	12,925	9,632	10,788
SM	740	1	1	1	7,371	46,070	0,894	63,471	1,268	17,201	3,050	4,329	20,179	8,349	11,850
SM	741	1	1	2	6,775	42,342	0,907	48,655	1,300	19,189	3,670	4,672	13,195	7,148	9,098
SM	747	3	1	1	6,033	37,704	0,907	54,206	1,067	17,682	3,560	4,343	13,173	7,774	9,483
SM	758	1	3	2	6,756	42,226	0,884	46,864	1,107	16,381	5,350	5,082	12,715	10,069	9,564
SM	759	1	3	1	6,112	38,200	0,892	50,000	1,154	18,875	5,350	5,100	12,224	10,700	10,199
SM	771	3	1	2	7,175	44,844	0,913	63,833	1,094	15,252	3,340	3,522	19,839	9,235	9,737

Múscul	Nº Pernil	pH	Sal	Tª (°C)	NT(%)	Proteína(%)	a _w	Humitat(%)	NNP(%)	IP	NaCl(%)	Greix(%)	NT bs	NaCl bs	Greix bs
BF	6	3	3	2	4,458	27,861	0,903	60,704	1,032	23,158	6,280	3,689	11,344	15,981	9,388
BF	9	2	3	1	4,998	31,234	0,900	58,571	1,050	21,003	6,280	3,637	12,063	15,159	8,778
BF	10	2	3	2	5,094	31,838	0,893	59,233	1,116	21,899	6,350	2,425	12,496	15,576	5,949
BF	44	3	2	2	4,366	27,289	0,916	62,970	1,226	28,077	5,590	2,702	11,791	15,096	7,296
BF	51	1	2	1	4,858	30,364	0,913	61,264	1,127	23,192	5,360	3,100	12,542	13,837	8,004
BF	52	1	2	2	4,597	28,731	0,906	62,512	1,393	30,303	4,360	2,048	12,262	11,630	5,463
BF	54	1	1	1	4,278	26,736	0,925	62,996	1,082	25,295	5,080	2,635	11,560	13,728	7,120
BF	55	1	1	2	4,297	26,856	0,932	64,891	1,194	27,778	4,780	3,486	12,239	13,615	9,930
BF	59	2	1	1	4,423	27,643	0,929	63,900	1,050	23,732	3,920	3,207	12,252	10,859	8,884
BF	60	2	1	2	4,423	27,643	0,958	64,035	1,366	30,894	4,330	3,029	12,298	12,039	8,423
BF	68	1	2	1	4,644	29,022	0,915	63,349	1,138	24,504	5,020	1,673	12,670	13,697	4,564
BF	69	1	2	2	4,500	28,125	0,933	63,555	1,195	26,551	4,780	2,203	12,347	13,116	6,044
BF	70	1	1	1	4,323	27,016	0,936	65,066	1,385	32,033	3,390	2,518	12,373	9,704	7,207
BF	71	1	1	2	4,272	26,700	0,939	65,849	1,622	37,973	5,250	2,613	12,509	15,373	7,650
BF	75	3	1	2	4,353	27,208	0,935	65,036	1,266	29,073	2,680	3,332	12,450	7,665	9,530
BF	76	3	1	1	4,397	27,478	0,940	65,028	1,304	29,669	3,100	3,001	12,572	8,864	8,580
BF	81	2	2	1	4,533	28,328	0,919	62,537	1,126	24,833	5,070	3,327	12,099	13,534	8,880
BF	87	3	3	1	4,861	30,382	0,898	59,842	0,960	19,755	7,250	2,722	12,105	18,054	6,778
BF	88	3	3	2	4,848	30,297	0,896	59,609	1,035	21,359	7,080	3,217	12,001	17,529	7,964
BF	95	1	2	2	4,448	27,802	0,910	62,612	1,256	28,228	5,070	2,949	11,898	13,561	7,886
BF	97	2	2	2	4,787	29,917	0,913	54,111	1,201	25,086	5,130	3,338	10,431	11,179	7,275
BF	98	2	2	1	4,621	28,879	0,916	42,719	1,164	25,199	5,160	2,654	8,067	9,008	4,634
BF	109	3	2	2	4,517	28,233	0,916	61,090	1,152	25,512	5,690	3,013	11,610	14,624	7,743
BF	110	3	2	1	4,631	28,946	0,901	61,867	1,066	23,009	5,260	2,926	12,145	13,794	7,674
BF	113	2	2	1	4,574	28,589	0,907	61,970	1,032	22,571	5,770	2,769	12,028	15,172	7,280
BF	114	2	2	2	4,626	28,914	0,905	60,759	1,238	26,766	5,500	3,396	11,789	14,016	8,655

Múscul	Nº Pernil	pH	Sal	Tª (°C)	NT(%)	Proteína(%)	a _w	Humitat(%)	NNP(%)	IP	NaCl(%)	Greix(%)	NT bs	NaCl bs	Greix bs
BF	115	2	3	2	4,789	29,928	0,912	62,228	1,438	30,022	5,040	2,404	12,678	13,343	6,365
BF	118	2	3	2	4,966	31,034	0,862	56,899	1,235	24,864	8,510	3,007	11,521	19,744	6,976
BF	119	2	3	1	5,597	34,978	0,885	58,602	1,107	19,773	7,260	2,576	13,519	17,537	6,223
BF	121	1	3	2	4,970	31,063	0,885	58,571	1,214	24,417	6,850	3,479	11,997	16,534	8,398
BF	126	2	1	1	4,388	27,425	0,943	65,173	1,299	29,608	3,900	2,796	12,599	11,198	8,028
BF	127	2	1	2	4,358	27,234	0,939	64,657	1,282	29,411	3,150	3,822	12,329	8,913	10,815
BF	128	2	1	2	4,310	26,940	0,939	65,091	1,407	32,642	3,500	2,164	12,347	10,026	6,198
BF	129	2	1	1	4,309	26,932	0,924	63,804	1,231	28,562	4,890	3,130	11,905	13,510	8,649
BF	131	1	3	1	5,293	33,082	0,875	56,174	0,809	15,278	7,720	3,222	12,078	17,615	7,352
BF	132	1	3	2	5,267	32,921	0,879	56,171	0,957	18,159	7,110	2,647	12,018	16,222	6,040
BF	134	2	1	1	4,858	30,364	0,929	61,208	1,109	22,823	4,280	3,906	12,524	11,033	10,069
BF	135	2	1	2	3,448	21,550	0,927	61,546	1,102	31,966	5,010	3,154	8,967	13,029	8,201
BF	136	3	3	2	4,500	28,125	0,888	56,883	1,270	28,232	6,590	6,578	10,437	15,284	15,255
BF	137	3	3	1	4,942	30,889	0,889	57,886	1,152	23,318	6,230	5,912	11,735	14,793	14,038
BF	138	3	3	1	4,942	30,889	0,881	58,552	1,053	21,302	7,300	1,627	11,924	17,612	3,924
BF	140	3	1	1	4,678	29,240	0,933	63,528	1,119	23,916	4,070	2,433	12,827	11,159	6,672
BF	141	3	1	2	4,614	28,835	0,947	64,526	1,453	31,496	2,970	2,328	13,006	8,372	6,564
BF	146	3	2	1	4,423	27,643	0,929	63,535	1,087	24,571	4,940	1,813	12,129	13,547	4,973
BF	147	3	2	2	4,538	28,361	0,914	65,066	1,178	25,955	6,700	2,632	12,989	19,179	7,535
BF	151	1	3	2	4,784	29,899	0,893	59,420	1,207	25,234	4,930	3,471	11,789	12,149	8,553
BF	177	3	1	1	4,701	29,384	0,924	62,122	0,525	11,163	4,860	2,953	12,412	12,831	7,797
BF	178	3	1	2	4,649	29,058	0,923	72,611	1,212	26,075	4,350	2,634	16,975	15,882	9,616
BF	181	2	2	1	4,931	30,819	0,907	70,652	0,978	19,829	5,920	2,214	16,802	20,172	7,545
BF	710	1	1	1	4,621	28,879	0,921	62,635	1,527	33,042	4,030	2,398	12,366	10,785	6,419
BF	711	1	1	2	4,405	27,534	0,931	63,469	1,664	37,767	3,920	2,114	12,060	10,731	5,786
BF	719	3	2	1	4,789	29,928	0,915	60,881	1,025	21,411	5,630	3,322	12,241	14,392	8,491

Múscul	Nº Pernil	pH	Sal	T ^a (°C)	NT(%)	Proteína(%)	a _w	Humitat(%)	NNP(%)	IP	NaCl(%)	Greix(%)	NT bs	NaCl bs	Greix bs
BF	720	3	2	2	4,707	29,418	0,917	61,768	1,118	23,747	5,290	3,467	12,311	13,837	9,068
BF	733	1	1	1	4,388	27,425	0,927	62,371	1,154	26,290	4,260	4,108	11,661	11,321	10,916
BF	735	1	2	1	5,259	32,866	0,890	51,493	1,222	23,238	6,510	3,670	10,841	13,421	7,566
BF	736	1	2	2	4,848	30,297	0,904	60,153	0,946	19,505	6,100	2,719	12,165	15,309	6,824
BF	740	1	1	1	4,533	28,328	0,920	47,002	1,221	26,939	4,400	2,934	8,552	8,302	5,536
BF	741	1	1	2	4,555	28,470	0,927	62,664	1,290	28,323	4,810	3,001	12,201	12,883	8,037
BF	747	3	1	1	4,136	25,852	0,929	62,735	1,132	27,375	4,360	2,039	11,100	11,700	5,473
BF	758	1	3	2	4,426	27,665	0,898	61,254	1,053	23,799	4,860	3,383	11,424	12,543	8,732
BF	759	1	3	1	4,672	29,203	0,903	60,827	1,152	24,665	6,500	3,696	11,928	16,593	9,435
BF	771	3	1	2	4,603	28,766	0,931	63,006	1,063	23,095	4,050	2,259	12,441	10,948	6,106

8.2. Annex 2. Valors mitjans dels paràmetres F_0 , Y_2 i Y_{90} obtinguts en el TR

Taula 8.2. Interpretació dels efectes principals en l'Annex 2 dels paràmetres de textura.

Efectes principals	1	2	3
pH_{SM24}	pH<5,7	5,7≤pH≤5,9	pH>5,9
Sal	6 dies	10 dies	14 dies
Temperatura	18 °C	30 °C	

Múscul	Nº Pernil	pH	Sal	T^a (°C)	F_0	Y_2	Y_{90}
SM	6	3	3	2	7,130	0,244	0,547
SM	9	2	3	1	1,301	0,256	0,551
SM	10	2	3	2	1,968	0,250	0,590
SM	44	3	2	2	8,118	0,249	0,550
SM	51	1	2	1	1,950	0,291	0,592
SM	52	1	2	2	1,739	0,278	0,703
SM	54	1	1	1	12,923	0,235	0,565
SM	55	1	1	2	7,328	0,232	0,545
SM	59	2	1	1	3,826	0,284	0,629
SM	60	2	1	2	4,224	0,280	0,665
SM	68	1	2	1	9,325	0,260	0,566
SM	69	1	2	2	6,441	0,250	0,559
SM	70	1	1	1	4,756	0,271	0,630
SM	71	1	1	2	3,925	0,278	0,605
SM	75	3	1	2	8,472	0,238	0,579
SM	76	3	1	1	7,874	0,261	0,589
SM	81	2	2	1	2,955	0,316	0,658
SM	87	3	3	1	3,877	0,282	0,652
SM	88	3	3	2	2,871	0,295	0,612
SM	95	1	2	2	12,947	0,242	0,530
SM	97	2	2	2	1,499	0,313	0,682
SM	98	2	2	1	3,149	0,234	0,563
SM	109	3	2	2	9,296	0,258	0,577
SM	110	3	2	1	4,860	0,278	0,605
SM	113	2	2	1	9,530	0,257	0,578
SM	114	2	2	2	11,396	0,217	0,523
SM	115	2	3	2	7,612	0,239	0,582
SM	118	2	3	2	3,473	0,279	0,603
SM	119	2	3	1	2,079	0,282	0,723
SM	121	1	3	2	4,416	0,257	0,588
SM	126	2	1	1	7,106	0,269	0,627
SM	127	2	1	2	13,973	0,239	0,539
SM	128	2	1	2	6,716	0,252	0,577
SM	129	2	1	1	4,432	0,260	0,613
SM	131	1	3	1	1,833	0,285	0,630

Múscul	Nº Pernil	pH	Sal	Tª (°C)	F ₀	Y ₂	Y ₉₀
SM	132	1	3	2	1,539	0,307	0,587
SM	134	2	1	1	2,409	0,296	0,575
SM	135	2	1	2	2,001	0,257	0,580
SM	136	3	3	2	29,469	0,286	0,584
SM	137	3	3	1	22,830	0,294	0,599
SM	138	3	3	1	8,317	0,260	0,560
SM	140	3	1	1	11,356	0,266	0,568
SM	141	3	1	2	7,277	0,248	0,589
SM	146	3	2	1	11,544	0,250	0,551
SM	147	3	2	2	6,962	0,229	0,546
SM	151	1	3	2	6,251	0,264	0,588
SM	177	3	1	1	4,207	0,281	0,640
SM	178	3	1	2	2,834	0,278	0,657
SM	181	2	2	1	1,270	0,308	0,593
SM	710	1	1	1	2,409	0,339	0,703
SM	711	1	1	2	1,646	0,380	0,702
SM	719	3	2	1	1,773	0,314	0,659
SM	720	3	2	2	1,454	0,235	0,517
SM	733	1	1	1	9,674	0,235	0,587
SM	735	1	2	1	1,779	0,281	0,673
SM	736	1	2	2	2,679	0,293	0,628
SM	740	1	1	1	10,420	0,243	0,556
SM	741	1	1	2	7,761	0,260	0,570
SM	747	3	1	1	3,714	0,298	0,612
SM	758	1	3	2	4,006	0,250	0,596
SM	759	1	3	1	7,440	0,240	0,524
SM	771	3	1	2	10,789	0,251	0,540
BF	5	3	3	1	1,406	0,317	0,678
BF	6	3	3	2	1,557	0,275	0,614
BF	9	2	3	1	0,776	0,311	0,639
BF	10	2	3	2	0,829	0,278	0,650
BF	14	1	1	1	0,740	0,388	0,744
BF	44	3	2	2	1,621	0,309	0,646
BF	51	1	2	1	0,573	0,332	0,745
BF	52	1	2	2	0,365	0,402	0,693
BF	54	1	1	1	1,006	0,335	0,726
BF	55	1	1	2	1,250	0,296	0,640
BF	59	2	1	1	1,375	0,376	0,782
BF	60	2	1	2	1,729	0,301	0,648
BF	68	1	2	1	0,935	0,387	0,739
BF	69	1	2	2	1,063	0,317	0,670
BF	70	1	1	1	0,598	0,375	0,717
BF	71	1	1	2	0,692	0,370	0,710
BF	75	3	1	2	1,627	0,274	0,606
BF	76	3	1	1	0,883	0,307	0,745
BF	81	2	2	1	1,501	0,319	0,700
BF	87	3	3	1	1,154	0,334	0,686
BF	88	3	3	2	2,373	0,300	0,650
BF	95	1	2	2	1,465	0,315	0,679
BF	97	2	2	2	0,586	0,347	0,684
BF	98	2	2	1	0,365	0,385	0,715

Múscul	Nº Pernil	pH	Sal	Tª (°C)	F ₀	Y ₂	Y ₉₀
BF	109	3	2	2	1,359	0,292	0,647
BF	110	3	2	1	0,835	0,364	0,742
BF	113	2	2	1	1,002	0,324	0,748
BF	114	2	2	2	1,873	0,318	0,655
BF	115	2	3	2	1,549	0,321	0,660
BF	118	2	3	2	1,409	0,336	0,647
BF	119	2	3	1	0,961	0,309	0,643
BF	121	1	3	2	0,524	0,378	0,720
BF	126	2	1	1	0,661	0,358	0,739
BF	127	2	1	2	1,084	0,345	0,684
BF	128	2	1	2	0,780	0,343	0,698
BF	129	2	1	1	0,965	0,373	0,749
BF	131	1	3	1	1,285	0,285	0,647
BF	132	1	3	2	1,413	0,299	0,697
BF	134	2	1	1	0,394	0,351	0,727
BF	135	2	1	2	0,932	0,280	0,705
BF	136	3	3	2	1,148	0,357	0,727
BF	137	3	3	1	1,564	0,314	0,695
BF	138	3	3	1	2,031	0,332	0,674
BF	140	3	1	1	0,940	0,337	0,724
BF	141	3	1	2	1,199	0,310	0,655
BF	144	2	1	1	1,305	0,321	0,709
BF	146	3	2	1	1,047	0,360	0,721
BF	147	3	2	2	1,764	0,285	0,622
BF	150	1	3	1	1,692	0,338	0,671
BF	151	1	3	2	1,782	0,311	0,689
BF	153	2	3	1	2,225	0,294	0,639
BF	177	3	1	1	1,077	0,351	0,734
BF	178	3	1	2	1,578	0,285	0,659
BF	181	2	2	1	0,800	0,323	0,707
BF	710	1	1	1	0,889	0,360	0,713
BF	711	1	1	2	0,929	0,360	0,728
BF	719	3	2	1	0,960	0,349	0,697
BF	720	3	2	2	1,037	0,278	0,662
BF	733	1	1	1	0,739	0,398	0,760
BF	735	1	2	1	0,796	0,332	0,706
BF	736	1	2	2	0,868	0,315	0,738
BF	740	1	1	1	1,296	0,346	0,708
BF	741	1	1	2	1,078	0,369	0,697
BF	747	3	1	1	0,878	0,327	0,746
BF	758	1	3	2	0,699	0,312	0,652
BF	759	1	3	1	1,987	0,279	0,619
BF	771	3	1	2	0,905	0,333	0,678
BF	772	3	1	1	0,627	0,336	0,720

