

# **Optimització de derivats càrnics curats tipus fuet per a la millora del seu perfil nutricional**

**Marina Colomer Sellas**

**Dirigida per les doctores**

Míriam Torres Moreno

Anna Vila Martí

**Programa de Doctorat de  
Ciències Experimentals i Tecnologies**

**Vic, gener de 2022**







La directora, Dra. MÍRIAM TORRES MORENO, Diplomada en Nutrició Humana i Dietètica, Llicenciada en Ciència i Tecnologia dels Aliments, Doctora en Nutrició i Metabolisme per la Universitat Rovira i Virgili. Professora titular de la Facultat de Ciències de la Salut i el Benestar de la Universitat de Vic – Universitat Central de Catalunya.

La directora, Dra. ANNA VILA I MARTÍ, Diplomada en Nutrició Humana i Dietètica, Llicenciada en Ciència i Tecnologia dels Aliments, Doctora en Nutrició i Metabolisme per la Universitat Rovira i Virgili. Professora agregada de la Facultat de Ciències de la Salut i el Benestar de la Universitat de Vic – Universitat Central de Catalunya.

CERTIFIQUEN:

Que la present tesi titulada

OPTIMITZACIÓ DE DERIVATS CÀRNICS CURATS TIPUS FUET PER A LA MILLORA DEL SEU PERFIL NUTRICIONAL

Ha estat realitzada sota la seva direcció per la Llicenciada en Ciència i Tecnologia dels Aliments, Marina Colomer Sellas.

I per a que així consti a tots els efectes, s'estén el present certificat a:

Vic, 31 de gener de 2022

Dra. Míriam Torres Moreno

Dra. Anna Vila i Martí



## **AGRAÏMENTS**

Finalment, ha arribat el moment d'agrair a totes aquelles persones i institucions que han col·laborat en aquesta tesi, que realment després de gairebé 4 anys han sigut moltes.

Primer de tot, agrair a el pla de doctorats de la Generalitat de Catalunya per la concessió de l'ajut 2017 DI 039 ja que sinó hagués estat per aquest ajut mai m'hauria introduït dins del món del doctorat. També donar les gràcies a l'Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca per les seves ràpides respostes i dubtes.

També agrair a l'empresa Splendid Foods, després de treballar en el seu departament durant més de 2 anys, vaig poder realitzar tota la part experimental de la tesi doctoral en les seves instal·lacions.

A les Dra. Míriam Torres i Anna Vila pel seu suport, compartir els seus coneixements i els seus consells. A Dyego Bezerra per tota la seva ajuda en l'anàlisi estadístic.

A la Universitat de Vic per facilitar-me poder disposar dels laboratoris i la sales per realitzar les cates. A tot la gent relacionada a la Universitat, des del centre BETA fins al personal de l'escola de doctorat de la Universitat de Vic.

A la Carla, a la Judit i a totes aquelles persones que directe o indirectament han participat en aquest projecte.

A tots els membres del panell de cata per la seva participació en les avaluacions i perfils sensorials portades a terme durant el desenvolupament de la tesi.

I per últim, a la meva família i amics per la seva paciència i el seu suport incondicional per acompanyar-me en aquest llarg procés i sobretot en els moments més difícils.



## RESUM

### **Optimització de derivats càrnics curats tipus fuet per a la millora del seu perfil nutricional**

Els ingredients que caracteritzen els embotits crus-curats com el fuet són fonamentalment la carn magre i el greix de porc, la sal, així com les espècies i aromes que li confereixen la seva singularitat. D'entre aquests ingredients, és destacable la quantitat de greix i sal en el procés d'elaboració, ja que resulta crucial per al desenvolupament d'unes característiques físico-químiques i sensorials òptimes en el producte final, sent l'aroma i sabor característics, un dels paràmetres de qualitat més importants percebuts per als consumidors.

En conseqüència, aquest tipus de productes contenen un alt contingut de sal i de greix total, principalment de tipus saturat, elements que s'ha demostrat que comporten problemes per a la salut, especialment un augment del risc de patir malalties cròniques com la obesitat, malalties cardiovasculars, hipertensió, certs tipus de càncer, etc., i és per això, que es recomana reduir-ne el seu consum.

La investigació realitzada en aquesta tesi s'ha centrat en avaluar l'impacte de la millora del perfil nutricional de l'embotit, en termes de reducció de sal, modificació del perfil lipídic i reducció de greix, sobre les característiques físico-químiques i sensorials del fuet.

Per a millorar el perfil nutricional del fuet s'han desenvolupat mostres amb reducció de sal, reemplaçant el NaCl per KCl, CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub> i aromes. Per a la modificació del perfil lipídic s'han utilitzat diferents emulsions d'oli de gira-sol i oli d'oliva, i per a la reducció de greix s'ha utilitzat proteïna de pèsol texturitzada (PPT). L'efecte de la millora del perfil nutricional en les característiques físico-químiques demostra una reducció significativa de sodi en el producte d'un 30%, una reducció d'àcids grassos saturats d'un 30% i una reducció de greix total d'un 20%. A nivell sensorial l'efecte de la reducció de sal es plasma amb una reducció de duresa i potència de sabor salat, l'efecte de la reducció de greix suposa un augment de la duresa i una reducció del gust característic del fuet, mentre que l'efecte en la modificació del perfil lipídic es projecta com a una percepció de menys contingut de greix i una reducció d'olor de curat. En

quant a l'acceptabilitat, també s'observen diferències en tots els estudis entre mostres, així com també a nivell de certs atributs sensorials, especialment en aquells considerats com a *divers of liking*.

L'efecte de la informació nutricional i les característiques dels consumidors en l'acceptabilitat es van avaluar en dues condicions, a cegues (sense cap informació del producte) i amb informació (amb la informació de l'etiquetatge), en fuets reduïts en greix i reemplaçat per proteïna de pèsol texturitzada en un 10, 15, 20%. En avaluar l'efecte de la informació entre condicions, no es van trobar diferències significatives en termes d'acceptabilitat així com tampoc es van trobar segons les característiques dels consumidors, indicant per tant, que a diferència d'altres productes, el fuet es consumeix pel seu gust característic i les puntuacions del consumidor es basen fortament en allò que perceben al tastar-les i no es veuen afectades per la informació. La informació tan sols va tenir impacte sobre l'avaluació dels atributs majoritàriament relacionats amb la textura i el contingut de greix.



## **RESUMEN**

### **Optimización de derivados cárnicos curados tipo fuet para la mejora de su perfil nutricional**

Los ingredientes que caracterizan a los embutidos crudos-curados como el fuet son fundamentalmente la carne magra y la grasa de cerdo, la sal, así como las especias y aromas que le confieren su singularidad. Entre estos ingredientes, es destacable la cantidad de grasa y sal en el proceso de elaboración, ya que resulta crucial para el desarrollo de unas características físico-químicas y sensoriales óptimas en el producto final, siendo el aroma y sabor característicos, uno de los parámetros de calidad más importantes percibidos por los consumidores.

En consecuencia, este tipo de productos contienen un alto contenido de sal y grasa total, principalmente de tipo saturado, elementos que se ha demostrado que comportan problemas para la salud, especialmente un aumento del riesgo de padecer enfermedades crónicas como la obesidad, enfermedades cardiovasculares, hipertensión, ciertos tipos de cáncer, etc., por lo que se recomienda reducir su consumo.

La investigación realizada en esta tesis se ha centrado en evaluar el impacto de la mejora del perfil nutricional del embutido, en términos de reducción de sal, modificación del perfil lipídico y reducción de grasa, sobre las características físico-químicas y sensoriales del fuet.

Para mejorar el perfil nutricional del fuet se han desarrollado muestras con reducción de sal, reemplazando el NaCl por KCl, CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub> y aromas. Para la modificación del perfil lipídico se han utilizado diferentes emulsiones de aceite de girasol y aceite de oliva, y para la reducción de grasa se ha utilizado proteína de guisante texturizada (PPT).

El efecto de la mejora del perfil nutricional en las características físico-químicas demuestra una reducción significativa de sodio en el producto de un 30%, una reducción de ácidos grasos saturados de un 30% y una reducción de grasa total de un 20%. A nivel sensorial el efecto de la reducción de sal se plasma en una reducción de

dureza y potencia de sabor salado, el efecto de la reducción de grasa supone un aumento de la dureza y una reducción del sabor característico del fuet, mientras que el efecto en la modificación del perfil lipídico se proyecta como una percepción de menor contenido de grasa y una reducción de olor a curado. En cuanto a la aceptabilidad, también se observan diferencias en todos los estudios entre muestras, así como también a nivel de ciertos atributos sensoriales, especialmente en aquellos considerados como *drivers of liking*. El efecto de la información nutricional y las características de los consumidores en la aceptabilidad se evaluaron en dos condiciones, a ciegas (sin información del producto) y con información (con la información del etiquetado), en fuets reducidos en grasa y reemplazado por proteína de guisante texturizada en un 10, 15, 20%. Al evaluar el efecto de la información entre condiciones, no se encontraron diferencias significativas en términos de aceptabilidad, así como tampoco se encontraron según las características de los consumidores, indicando, por tanto, que, a diferencia de otros productos, el fuet se consume por su característico gusto y las puntuaciones del consumidor se basan fuertemente en lo que perciben al probarlas y no se ven afectadas por la información. La información tan sólo tuvo impacto sobre la evaluación de los atributos mayoritariamente relacionados con la textura y contenido de grasa.

## **SUMMARY**

### **Optimization of fuet-type cured meat derivatives to improve their nutritional profile**

The ingredients that characterize raw-cured sausages such as fuet are fundamentally lean meat and pork fat, salt, as well as the spices and flavours that give it its uniqueness. Among these ingredients, the amount of fat and salt in the production process is noteworthy, since it is crucial for the development of optimal physical-chemical and sensory characteristics in the final product, with the characteristic aroma and flavour being one of the parameters most important quality standards perceived by consumers.

Consequently, these types of products contain a high content of salt and total fat, mainly of the saturated type, elements that have been shown to cause health problems, especially an increased risk of suffering from chronic diseases such as obesity, cardiovascular diseases, hypertension, certain types of cancer, etc., so it is recommended to reduce its consumption.

The research carried out in this thesis has focused on evaluating the impact of improving the nutritional profile of sausage, in terms of salt reduction, modification of the lipid profile and fat reduction, on the physical-chemical and sensory characteristics of fuet.

To improve the nutritional profile of fuet, samples with salt reduction have been developed, replacing NaCl with KCl, CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub> and aromas. Different emulsions of sunflower oil and olive oil have been used to modify the lipid profile, and textured pea protein (PPT) has been used for fat reduction. The effect of improving the nutritional profile on the physical-chemical characteristics shows a significant reduction of sodium in the product of 30%, a reduction of saturated fatty acids of 30% and a reduction of total fat of 20%. At a sensory level, the effect of salt reduction is reflected in a reduction in hardness and potency of the salty taste, the effect of fat reduction means an increase in hardness and a reduction in the characteristic flavour of fuet, while the effect on the modification of the lipid profile is projected as a perception of lower fat content and a reduction in the smell of curing. In terms of acceptability, there are also

differences in all studies between samples, as well as in terms of certain sensory attributes, especially in those considered to be diverse of liking.

The effect of nutritional information and consumer characteristics on acceptability was assessed in two conditions, blindly (without product information) and with information (with labelling information), in low-fat fuet and replaced by protein. pea textured at 10, 15, 20%. When assessing the effect of the information between conditions, no significant differences were found in terms of acceptability, nor were they found according to consumer characteristics, thus indicating that, unlike other products, fuet is consumed by their characteristic taste and consumer scores are strongly based on what they perceive when tasting them and are not affected by the information. The information only had an impact on the evaluation of the attributes mostly related to texture and fat content.

## LLISTAT D'ABREVIATURES

AESAN	Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición
AG	Àcids grassos
AGMI	Àcids grassos monoinsaturats
AGPI	Àcids grassos poliinsaturats
AGS	Àcids grassos saturats
AGT	Àcids grassos trans
ANOVA	Anàlisi de la variància
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
$a_w$	Activitat d'aigua
BHA	Butil-hidroxianisol
BHT	Butilhidroxitoluè
BOE	Boletín Oficial del Estado
C (14:0)	Àcid mirístic
C (16:0)	Àcid octa decanoic (Palmític)
C (16:1)	Àcid palmitoleic
C (18:0)	Àcid hexà decanoic (Esteàric)
C (18:1)	Àcid 9-octadecenoic (Oleic)
C (18:2)	Àcid 9,12-octadecadienoic (Linoleic)
C (18:3)	Àcid linolènic
$\text{CaCl}_2$	Clorur de calci
CATA	Check all that apply
EFSA	European Food Safety Authority
FAO	Food and Agriculture Organization
g	Grams
HTA	Hipertensió arterial
IMC	Índex de massa corporal
ISO	International Organization for Standardization
JAR	Just About Right

Kcal	Quilocalories
KCl	Clorur de potassi
KJ	Quilo Joules
L*	Lluminositat
LDL	Lipoproteïnes de baixa densitat
MFA	Anàlisi de múltiples factors
MgCl <sub>2</sub>	Clorur de magnesi
Na	Sodi
NaCl	Clorur de sodi, sal comú
NAOS	Estrategia para la Nutrición, la Actividad física y la prevención de la Obesidad
OMS	Organització Mundial de la Salut
PAD	Pressió arterial diastòlica
PAS	Pressió arterial sistòlica
PCA	Anàlisis de Components Principals
PLS Regression	Regressió per Mínims Quadrats Parcial
PPT	Proteïna de pèsol texturitzada
PST	Proteïna de soja texturitzada
PVT	Proteïna vegetal texturitzada

## **LLISTAT DE TAULES**

**Taula 1.** Composició nutricional de fuets de diferents marques comercials

**Taula 2.** Categories i classificació dels valors de pressió arterial (mmHg)

**Taula 3.** Percentatge de greix del fuet de diferents marques comercials

**Taula 4.** Tipus de proves en l'anàlisi sensorial

**Taula 5.** Metodologia experimental utilitzada en l'estudi 1

**Taula 6.** Reemplaçants NaCl utilitzats a l'estudi 1

**Taula 7.** Formulacions de fuet desenvolupades per a l'estudi 1

**Taula 8.** Mètodes utilitzats per l'anàlisi físico-químic en l'estudi 1

**Taula 9.** Descripció dels atributs utilitzats en el perfil sensorial de l'estudi 1

**Taula 10.** Mostres agrupades per a les proves de consumidors de l'estudi 1

**Taula 11.** Metodologia experimental utilitzada en l'estudi 2

**Taula 12.** Formulacions de fuet desenvolupades per a l'estudi 2

**Taula 13.** Mètodes utilitzats per l'anàlisi físico-químic en l'estudi 2

**Taula 14.** Descripció dels atributs utilitzats en el perfil sensorial de l'estudi 2

**Taula 15.** Metodologia experimental utilitzada en l'estudi 3

**Taula 16.** Formulacions de fuet utilitzades per a l'estudi 3

**Taula 17.** Característiques principals de les mostres declarades en l'etiquetatge

**Taula 18.** Metodologia experimental utilitzada en l'estudi 4

**Taula 19.** Formulacions de fuet utilitzats per a l'estudi 4

**Taula 20.** Característiques principals de les mostres declarades en l'etiquetatge estudi

4

**Taula 21.** Composició físico-química de les mostres de fuet avaluades en l'estudi 1

- Taula 22.** Percentatge de reducció de NaCl en les mostres avaluades en l'estudi 1
- Taula 23.** Anàlisi de textura i color instrumental
- Taula 24.** Perfil sensorial descriptiu de les mostres de l'estudi 1
- Taula 25.** Composició físico-química de les mostres de fuet avaluades en l'estudi 2
- Taula 26.** Anàlisi de textura i color instrumental
- Taula 27.** Perfil d'àcids grassos de les mostres analitzades a l'estudi 2
- Taula 28.** Atributs sensorials de l'anàlisi sensorial descriptiu
- Taula 29.** Acceptabilitat dels consumidors
- Taula 30.** Composició físico-química de les mostres de fuet avaluades en l'estudi 3
- Taula 31.** Valors mitjans d'acceptabilitat general (n = 114) de les mostres d'embotits avaluades en condicions cegues i informades pels consumidors
- Taula 32.** Dades sociodemogràfiques i hàbits de consum (n=114)
- Taula 33.** Composició físico-química de les mostres de fuet avaluades en l'estudi 4
- Taula 34.** Anàlisi de textura i color instrumental en l'estudi 4
- Taula 35.** Valors mitjans d'acceptabilitat global (n = 100) de les mostres d'embotits avaluades en condicions cegues i informades pels consumidors



## LLISTAT DE FIGURES

**Figura 1.** Evolució anual de compres totals (milions de kg) de carn i productes transformats de porc al mercat espanyol des de l'any 2008 fins al 2017

**Figura 2.** Diagrama de flux procés d'elaboració d'embotits crus-curats

**Figura 3.** Contingut de sal en grups d'aliments.

**Figura 4** Contingut de sal en productes càrnics.

**Figura 5.** Percentatge d'àcids grassos del fuet del fuet Espetec, Can Duran .

**Figura 6.** Prova d'ordenació segons preferència

**Figura 7.** Prova d'ordenació segons intensitat gust salat

**Figura 8.** Sumatori de valors d'ordenació assignats per cada catador a cadascuna de les mostres de l'estudi 1

**Figura 9.** Perfil sensorial descriptiu de les mostres de l'estudi 1

**Figura 10.** Anàlisi de components principals (PCA) que relaciona la preferència amb els atributs sensorials i les posicions

**Figura 11.** Coeficients de regressió significatius per a l'acceptabilitat per ordre d'importància variable en projecció (VIP) >0,95.

**Figura 12.** Perfil sensorial descriptiu de les mostres de l'estudi 1

**Figura 13.** Regressió Partial Least Squares (PLS) que relaciona l'acceptabilitat amb els atributs sensorials i les posicions de les mostres de fuet.

**Figura 14.** Qüestionari CATA en dues condicions: a) cegues i b) informat

**Figura 15.** Anàlisi multifactorial (MFA) dels atributs obtinguts del qüestionari CATA i l'acceptabilitat dels fuets amb diferent percentatge de greix: a) correlacions entre els atributs de CATA i acceptabilitat en condició a cegues i b) correlacions entre els atributs de CATA i acceptabilitat en condició informada.

**Figura 16.** Comparativa entre condicions (a cegues i informat) de la freqüència dels atributs mencionats al qüestionari CATA en cada mostra de fuet de la mostra

**Figura 17.** Segmentació de consumidors: Dendrograma obtingut a partir de l'anàlisi jeràrquica del clúster de les dades d'acceptabilitat

**Figura 18.** Acceptabilitat dels fuets per a cada grup de consumidors, (a) clúster 1 i (b) clúster 2

**Figura 19.** Qüestionari CATA en dues condicions: a) cegues i b) informat.

**Figura 20.** MFA dels atributs del qüestionari CATA i l'acceptabilitat dels fuets amb diferent percentatge de greix sota condicions informades.

**Figura 21.** Comparativa entre condicions (a cegues i informat) de la freqüència dels atributs mencionats al qüestionari CATA en les mostres de fuet

**Figura 22.** Avaluació de les mostres de l'estudi 4 a través d'una escala JAR per valorar la intensitat de sal: a) condició cegues i b) condició informada

**Figura 23.** Avaluació de les mostres de l'estudi 4 a través d'una escala JAR per valorar la intensitat de gust de fuet: a) condició cegues i b) condició informada

**Figura 24.** Anàlisi de penalitzacions: a) condició cegues i b) condició informada. El color blau correspon a "massa baix" i el color vermell a "massa alt"

# ÍNDEX

---



I. INTRODUCCIÓ .....	23
1. Evolució dels patrons alimentaris .....	25
2. Els embotits.....	26
2.1. El sector càrnic: Tendències de mercat i consum embotits .....	26
2.2. Embotits crus-curats .....	28
2.2.1 Procés d'elaboració i ingredients d'embotits crus-curats .....	29
2.2.2 Composició nutricional del fuet .....	32
3. La sal: impacte en la salut i impacte tecnològic en els embotits .....	34
3.1. Malalties associades a una elevada ingesta de sal .....	34
3.2. Fonts de sal en els aliments i ingesta de sal recomanada .....	35
3.3. Impacte tecnològic de la sal en l'elaboració d'embotits.....	37
3.4. Regulació Europea sobre les al·legacions de salut en relació als aliments amb un contingut de sal reduït.....	39
4. El greix: impacte en la salut i impacte tecnològic en els embotits .....	40
4.1. Malalties associades .....	40
4.2. Fonts d'ingesta de greix en els aliments i ingesta de greix recomanades.....	41
4.3. Impacte tecnològic del greix en l'elaboració d'embotits .....	43
4.4. Regulació Europea sobre les al·legacions de salut en relació als aliments amb un contingut de grassa i/o grassa saturada reduïda.....	44
5. Estratègies per a la millora del perfil nutricional dels embotits .....	45
5.1. Reducció de sal .....	45
5.2. Reducció de greix i/o greixos saturats.....	48
5.3. Modificació del perfil lipídic .....	53

6. Anàlisi sensorial d'aliments .....	56
6.1. Propietats sensorials associades als cinc sentits .....	57
6.2. Realització de l'anàlisi sensorial .....	58
6.3. El paper del consumidor en l'anàlisi sensorial i la optimització de productes saludables. ....	61
6.4. Anàlisi sensorial de productes càrnics crus-curats .....	63
II. HIPÒTESIS I OBJECTIUS .....	65
III. MATERIALS I MÈTODES .....	69
IV. RESULTATS I DISCUSSIÓ .....	105
V. DISCUSSIÓ GLOBAL DELS RESULTATS .....	167
VI. CONCLUSIONS .....	173
VII. FUTURES LÍNIES DE RECERCA.....	179
VIII. BIBLIOGRAFIA .....	181
IX. ANNEXES .....	201

# I. INTRODUCCIÓ

---





## 1. Evolució dels patrons alimentaris

Durant la darrera meitat del segle XX, en els països europeus, l'alimentació va agafar un sentit nou que va anar en paral·lel a l'evolució econòmica i a l'inici i posterior desenvolupament de la societat de consum de masses. Podríem dir que el gran canvi va consistir en passar d'una societat amb carències alimentàries a una societat de sobreabundància alimentària. Amb el desenvolupament de la societat de consum, l'alimentació va anar passant a un segon pla en les preocupacions dels ciutadans, al mateix ritme que la societat va anar millorant la seva situació econòmica allunyant-se de la fam i de la postguerra. Juntament amb l'esdeveniment de diversos fenòmens socials, econòmics, polítics i culturals, que poc a veure tenien amb l'escassetat i molt a veure amb l'abundància i la globalització (Reixac, 1999), van començar a aparèixer noves problemàtiques relacionades amb l'alimentació a finals del segle XX, deslligades de la satisfacció de les necessitats biològiques bàsiques i poc rellevants fins els moment, com les malalties cròniques com l'obesitat, el sobrepès, la diabetis, la hipertensió, les displèmies, el càncer, etc.

A partir d'aquí, va començar "un nou ordre alimentari"; hi va haver canvis en les concepcions de salut i alimentació, canvis en la percepció de la seguretat i el risc, canvis en el perfil del consumidor, etc. (French et al., 2001).

Les modificacions en els factors ambientals durant el segle XX van contribuir al canvi de patró alimentari en la societat de consum. Entre aquests factors ambientals hi ha l'increment de la producció d'aliments, una major accessibilitat i la reducció dels costos dels mateixos. També la incorporació de la dona al món laboral, les limitacions de temps per desplaçar-se i cuinar, que implica moltes vegades a que es realitzin una major quantitat d'àpats fora de casa, element que s'associa amb un major consum de greixos saturats i sodi. Així com l'augment de la oferta d'aliments pre-cuinats i menjar ràpid, un augment en la tendència a consumir aliments fora dels àpats (tipus snack), la major mida de les porcions dels aliments i una major utilització de greixos d'addició als aliments, que es relacionen amb una major ingesta calòrica i una major ingesta d'aliments rics en greix (Drewnowski, 2003, French et al., 2001, Rolls et al., 2002, St-

Onge et al., 2003, Schluter, 1999,). Tots aquests elements són factors que en el seu conjunt, han contribuït a modificar els patrons alimentaris poblacionals, traduïnt-se en una falta d'adequació del consum a les recomanacions dietètiques i nutricionals, que s'evidencien per molts baixos percentatges de població que compleixen les recomanacions, mentre que elevats percentatges les excedeixen (excés) o bé, no hi arriben (defecte) (Amine et al., 2003).

Davant d'aquest panorama alimentari, el món científic i les agències de salut pública han avaluat i discutit àmpliament l'impacte que una excessiva ingesta de greix pot tenir sobre l'augment del risc de patir malalties cròniques com l'obesitat, la diabetis, la hipercolesterolèmia o les malalties cardiovasculars (Scarborough et al., 2010). Així com l'impacte del sodi, indicant en aquest cas, una associació augmentada de risc de morbiditat i mortalitat de malalties cardiovasculars, com la hipertensió, que es veuen augmentades amb la ingesta de sodi (Karppanen i Mervaala, 2006).

En els països desenvolupats la font primària de sal, greix i greix saturat prové dels aliments processats, fonamentalment els productes càrnics. Els productes càrnics curats, especialment, són els que contribueixen en major mesura a l'aport de greix i sal de la dieta. Per tant, degut a l'elevat contingut de greix i sodi de la dieta en els països desenvolupats especialment, les organitzacions de salut pública en limiten el seu consum (Fernández et al., 2011a; Catalán et al., 2015). Per tant, la indústria alimentària de la carn afronta el repte de proporcionar aliments nutritius i més saludables (menys greix i sal), assegurant alhora el repte que el producte tingui un bon sabor, una textura adequada i sigui també segur i estable en el temps.

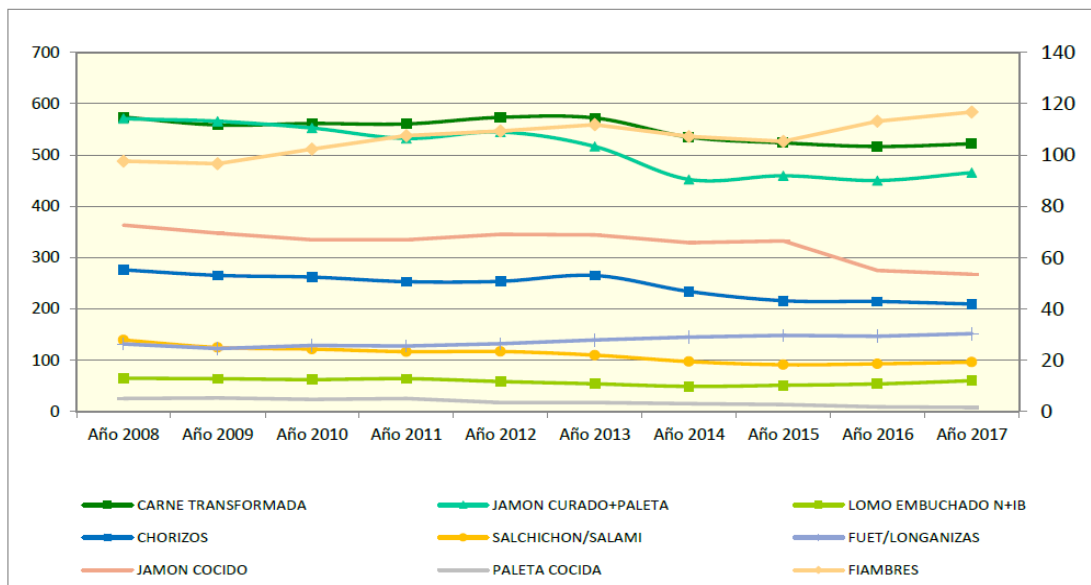
## **2. Els embotits**

### **2.1. El sector càrnic: Tendències de mercat i consum embotits**

El sector càrnic és un dels més importants a nivell nacional, sent el quart sector industrial espanyol, per darrere de la indústria automobilística, la indústria petrolífera i la producció i la distribució de l'energia elèctrica. Amb prop de 3.000 empreses i 85.706 treballadors, la indústria càrnica es manté al capdavant de la

indústria agroalimentària, assolint una xifra de negoci el 2017 de 23.998 milions d'euros (22.600 milions en 2016). Aquesta xifra representa el 22,3% del sector alimentari nacional que correspon al 2,2% del Producte Interior Brut (PIB) total espanyol i el 24,3% de la ocupació total de la indústria alimentaria espanyola (Ministerio de Agricultura, 2018).

En la figura 1 es mostren les dades de l'evolució al mercat espanyol de les compres anuals en relació a la carn i productes transformats i es pot observar que durant el 2017, es produeix un augment en la demanda de carn i carn transformada, trencant amb la tendència a la baixa iniciada al 2013.



**Figura 1.** Evolució anual de compres totals (milions de kg) de carn i productes transformats de porc al mercat espanyol des de l'any 2008 fins al 2017 (Font: Ministerio de Agricultura, 2018). La lectura de l'eix de l'esquerre correspon amb la carn transformada. La lectura de l'eix de la dreta correspon amb la resta dels tipus indicats al gràfic.

Per tant, en el 2017 no solament es van consolidar els resultats de l'exercici anterior, sinó que a més a més, es va registrar el major creixement en el sector dels darrers anys, gràcies al llançament de nous productes i als esforços del sector per millorar la seva imatge.

Degut a les tendències actuals en relació a la demanda del consumidor de productes més “naturals i saludables”, avui en dia, la indústria càrnica està treballant en el desenvolupament de noves formulacions de productes càrnics amb una menor quantitat de sal, sucres, greixos i amb absència de components al·lèrgens.

Per tant, aquestes noves tendències cap als productes saludables estan marcant el dia a dia en quant a l'elaboració de productes alimentaris, especialment en el sector càrnic (Anvisa, 2017).

## **2.2. Embotits crus-curats**

En la norma de qualitat de derivats càrnics (Real Decret 474/2014, BOE, 18 de juny de 2014) es defineix com embotit curat-madurat als derivats càrnics constituïts per trossos de carn o carn i greix no identificables anatòmicament que, amb caràcter general i no limitatiu, s'han sotmès a un procés de picat més o menys intens, barrejat amb espècies, altres ingredients, condiments i additius, embotits en tripes naturals o recobriments artificials, i sotmesos a un procés de salaó seguit de curat-maduració, acompanyat o no de fermentació suficient per conferir les característiques organolèptiques pròpies i garantir la seva estabilitat a temperatura ambient. Les carns podran ser totes del mateix tipus o ser una mescla de carns de diferent procedència, naturalesa, part anatòmica i espècie animal (BOE, 18 Juny 2014; Reglamento Europeo, 2014).

Per entendre millor aquesta definició convé clarificar el concepte curat-madurat; s'entén com a tal el tractament de curat amb posterior dessecació en condicions ambientals adequades per provocar, en el transcurs d'una lenta i gradual reducció de la humitat, l'evolució dels processos naturals de fermentació o enzimàtics, necessaris per aportar al producte qualitats organolèptiques característiques que garanteixin la seva estabilitat durant el procés de comercialització, donant lloc al què tradicionalment es coneix com a derivat càrnic curat (BOE, 18 Juny 2014).

Els embotits crus-curats es classifiquen segons si han estat tractats per la calor o no. En el cas del producte estudiat en aquesta tesi, el fuet, és un producte no tractat per calor, elaborat amb carn magre i grassa de porc, sotmès a un procés de

curat-madurat, acompanyat d'una fermentació suficient per conferir les característiques organolèptiques pròpies del producte final.

### 2.2.1 Procés d'elaboració i ingredients dels embotits crus-curats

El fonament de l'elaboració dels embotits curats és que permet aconseguir allargar la vida útil de la carn i està basat en el fenomen de la dessecació, mitjançant el qual es redueix l'activitat d'aigua ( $a_w$ ) i s'augmenta el temps de conservació del producte (Vidal, 1997).

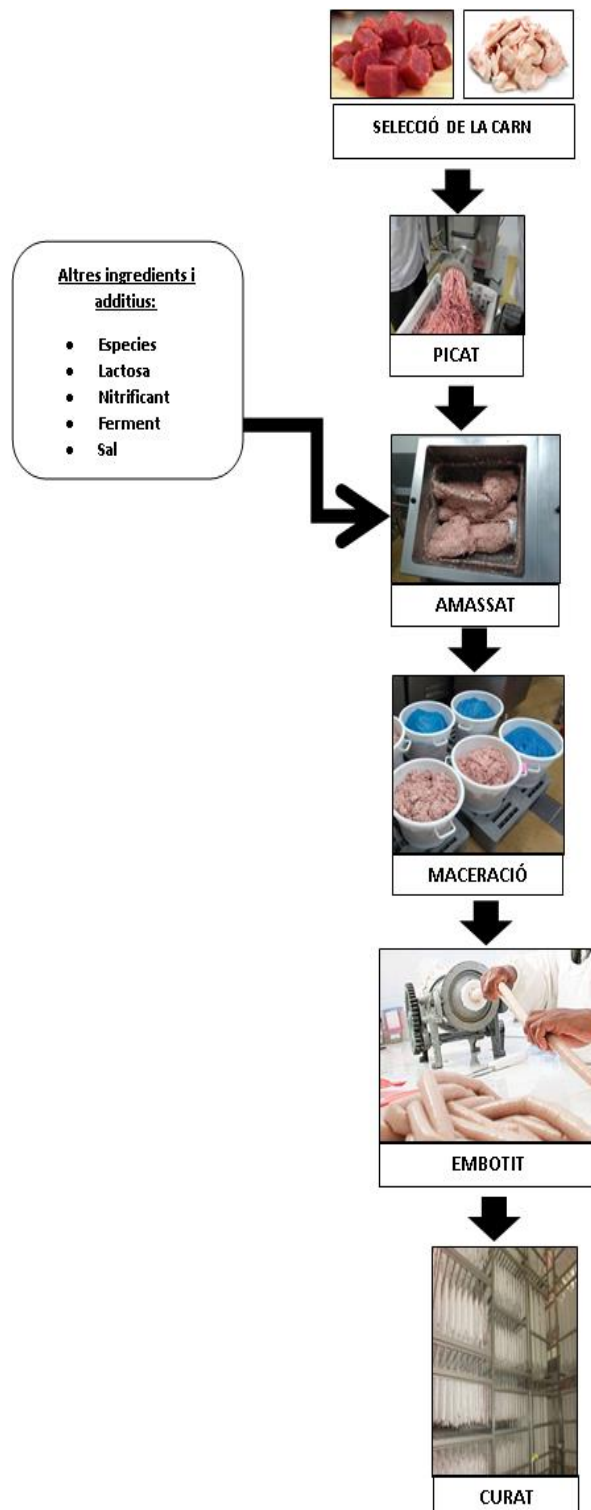
La figura 2 mostra un diagrama del procés d'elaboració d'embotits crus-madurats. De totes maneres, existeixen diferents variacions en el procés tecnològic degut a l'àmplia varietat d'embotits curats-madurats que existeixen al mercat.

En primer lloc, es **selecciona** la carn magre i la grassa dels animals, generalment de porc. Malgrat diferenciem la part magre i la grassa del porc, les quals conformen la composició del fuet, cap de les dues parts és 100% magre, ni 100% greixosa; és a dir, la part magre seleccionada contindrà un 90% aproximadament de proteïna i un 10% de greix infiltrat. El mateix passa amb la grassa, malgrat ho anomenem greix, no és 100% per greix, sinó que sempre hi contindrà entre un 10 i un 20% de magre.

A continuació té lloc el **picat** de la carn i el greix; aquesta etapa consisteix en el trossejat de les carns prèviament seleccionades utilitzant una picadora. Mitjançant el picat es redueix la mida de les carns fins al punt que s'ajusta al calibre objectiu i a l'aspecte que volem que presenti al tall el producte final.

En aquesta etapa es produeix un augment de superfície amb el què facilitem l'extracció de l'aigua en l'assecat i l'extracció de proteïnes hidrosolubles, responsables juntament amb altres substàncies, del lligament del producte.

Normalment el procés de picat té lloc a una temperatura al voltant dels 0-2°C per evitar l'escalfament de la carn i aconseguir un millor tall (Jimenez i Carballo, 2014).



**Figura 2.** Diagrama de flux del procés d'elaboració d'embotits crus-curats (fotografies i diagrama d'elaboració pròpia)

Un cop picada la carn i el greix, es procedeix a **amassar** al buit tots els ingredients per evitar el contacte amb oxigen, responsable dels processos d'oxidació tan perjudicials en l'embotit. S'utilitza una amassadora amb pales que giren al seu interior per aconseguir una barreja el més homogènia possible. A part de la carn magre i el greix, s'afegeixen els ingredients següents a la fórmula:

- Sal comú (NaCl): la funció més coneguda és la d'ingredient millorador del sabor, però posseeix altres funcions de gran importància tecnològica tal i com es podrà observar a l'apartat 3.
- Nitrats i nitrits: tenen una funció inhibidora de microorganismes patògens com *Clostridium Botulinum*. Aquestes substàncies també són les responsables del color vermell i aroma característic dels embotits crus-madurats.
- Dextrina/Dextrosa: Serveixen com a font d'energia dels microorganismes durant el procés de fermentació, que a més afavoreix el descens del pH que contribuirà al procés de conservació.
- Espècies: ingredients vegetals amb caràcter aromàtic que s'utilitzen habitualment en petites quantitats per proporcionar determinats sabors, aromes i colors en els productes càrnics. Alguns exemples característics son el pebre que aporta sabor i aroma al producte, o la cúrcuma que aporta color.
- Antioxidants: additius específicament dissenyats per combatre fenòmens oxidatius i d'enranciment. Solen utilitzar-se l'àcid ascòrbic (E-300) i el citrat de sodi (E-331ii).
- Lactosa: contribueix a augmentar la capacitat de retenció d'aigua per evitar que el producte s'assequi excessivament en el procés d'assecat.
- Cultius "starter": tenen un paper tecnològic i sensorial important ja que consumeixen els sucres presents i/o addicionats a la massa generant àcid làctic que proporciona un sabor àcid al producte, provocant el descens del pH, assolint el punt isoelèctric de les proteïnes. D'aquesta manera, s'afavoreix el procés d'assecat del producte ja que es veu disminuïda la capacitat de retenció d'aigua de les proteïnes miofibril·lars

i té lloc la seva coagulació. A més a més, afavoreixen el desenvolupament del color (Aro Aro et al., 2010).

Després d'una **maceració** de 24 hores, la massa càrnica és embotida en tripes naturals o artificials permeables a l'aigua. Aquest procés d'**embotit** també té lloc al buit per evitar que entri aire i per tant, es pugui començar el procés d'oxidació.

El procés de **curat** és la maduració de l'embotit cru que comprèn diferents processos que originen les característiques típiques dels diferents embotits curats.

Aquesta maduració es desenvolupa en dues fases; la primera, predomini de l'activitat bacteriana i es caracteritza per l'aparició d'àcid làctic (degut a la fermentació dels sucres), aminoàcids lliures (degut a la degradació de proteïnes) i àcids grassos lliures (degut a la degradació dels lípids), mentre que la segona, comença amb una disminució de l'activitat bacteriana i desenvolupant-se l'aroma típic característic de l'embotit degut a la descomposició dels nutrients presents a la massa (Vidal, 1997).

### **2.2.2 Composició nutricional del fuet**

Els embotits juguen un paper important en la dieta pel seu elevat contingut en proteïnes, greixos i micronutrients. En quan al contingut de proteïnes, són d'alt valor biològic i contenen aminoàcids essencials. Respecte els micronutrients destaquen els minerals, sobretot ferro i zinc d'alta disponibilitat i vitamines del grup B, entre elles la vitamina B12, que no es troba en aliments d'origen vegetal. No obstant això, la seva riquesa nutritiva, degut el seu elevat contingut en greix i sal no se'ls considera aliments saludables, ja que es relacionen amb les malalties cardiovasculars, podent ser consumits de forma ocasional dins del context d'una alimentació saludable. A més a més, avui en dia existeix una creixent preocupació dels consumidors per la seva salut, que repercuteix en el plantejament de la indústria alimentaria, interessada en atendre les



necessitats, demandes i preferències dels consumidors. Així, cada vegada més, a nivell comercial apareixen noves propostes de productes alimentaris capaços d'aportar beneficis al consumidor en clau de salut (Jordana, 2009).

Considerant aquestes necessitats i les recomanacions de la Organització Mundial de la Salut (OMS/FAO, 2013), la indústria càrnica està fent grans esforços per desenvolupar productes reduïts en sal (NaCl) i greix. Tanmateix, aquestes reduccions poden provocar problemes tecnològics o sensorials en el producte, i per això resulta indispensable fer-ne una bona optimització, no només tenint en compte aspectes físico-químics i tecnològics, sinó també aspectes sensorials.

A la taula 1 s'inclou una comparativa de la composició nutricional dels fuets que es troben actualment en el mercat Espanyol.

**Taula 1.** Composició nutricional de fuets de diferents marques comercials (per 100 g de producte)

NUTRIENT (per 100 g de producte)	TARRADELLES	EL POZO	NOEL	CAMPOFRIO	ESPUÑA	CASADEMONT	CAN DURAN
VALOR ENERGÈTIC (kcal)	421	453	472	463	400	431	470
GREIXOS (g)	34	37	41	39	31	35	35,6
DELS QUALS SATURATS (g)	13,3	13	16	14,2	12	13,2	12,5
HIDRATS DE CARBONI (g)	1,4	3,5	2,7	3	3,2	0	4,9
DELS QUALS SUCRES (g)	1,4	2,5	1,8	2	3,2	0	3,3
PROTEÏNES (g)	27,5	26,5	23	25	27	29	24,6
SAL (g)	3,7	4	4,5	4	4,7	4,2	3,8

Valors de composició nutricional expressats sobre matèria natural. (Font: Elaboració pròpia)

A nivell energètic s'observa que els fuets comercials tenen un aport destacable d'energia, que va d'entre les 400 a les 472 kcal. En el cas de les proteïnes també s'observa que tenen una aportació rellevant, que va d'entre el 23 fins el 29%. En quan als greixos s'observa que es tracta del macronutrient més rellevant, essent la seva aportació del 31 fins al 41%, essent els AG saturats els més destacables amb valors que van des d'un 12% fins un 16%. I en darrer terme, també resulta destacable l'aportació de la sal, amb valors que oscil·len entre els 3,7 i 4,7 g de sal. L'aport d'hidrats de carboni i sucres és minoritari en aquest tipus de producte, essent en totes les marques inferior al 5%.

### 3. La sal: impacte en la salut i impacte tecnològic en els embotits

#### 3.1. Malalties associades a una elevada ingesta de sal

El sodi és un element essencial en la regulació del volum plasmàtic, la pressió sanguínia, l'equilibri osmòtic i el pH. Un excés de sodi condueix a la retenció de fluids i l'elevació de la pressió arterial. A més a més, indueix a alteracions renals, vasculars i neurals que poden afectar a la natriuresis i provocar la vasoconstricció, amb l'efecte d'un augment del volum plasmàtic, de la pressió arterial i de la resistència perifèrica. Independentment d'afectar a la pressió arterial, el consum excessiu de sal pot produir lesions a nivell endotelial i d'òrgan diana (Botella et al., 2015).

La importància de reduir el consum de sodi de la dieta per a la prevenció de la malaltia cardiovascular és àmpliament documentada. La OMS estima que la hipertensió arterial (HTA) és responsable del 9,4 % de la mortalitat global en el món (Visseren et al., 2021).

La hipertensió arterial es defineix per la presència mantinguda de xifres de pressió arterial sistòlica (PAS) iguals o superiors a 120 mmHg; pressió arterial diastòlica (PAD) d'entre 80 i 89 mmHg, o ambdues. No obstant això, xifres inferiors a aquests límits no indiquen necessàriament que no hi hagi risc, i en determinats casos, pot ser precís el tractament antihipertensiu en persones amb xifres per sota de 130/89mmHg (Casey et al., 2019). En la taula 2 es recullen les diferents categories de pressió arterial.

**Taula 2.** Categories i classificació dels valors de pressió arterial (mmHg)

<b>Categoria</b>	<b>PAS</b>		<b>PAD</b>
Òptima	<120	i	<80
Pressió arterial elevada	120 - 129	i	<80
Estadi 1 hipertensió	130 - 139	o	80 - 89
Estadi 2 hipertensió	140 - 159	o	90 - 99
Estadi 3 hipertensió	>160	o	≥100

Font: (Casey et al., 2019)

Existeixen evidències que indiquen una relació dosis-resposta entre el consum de sal i el nivell de pressió arterial en la població (Sacks, 2001). Diferents estudis han establert que la quantitat de sal consumida és un important factor de risc d'hipertensió arterial (Cappuccio et al., 2019; Dumler, 2009; Karppanen i Mervaala, 2006; Kirsten et al., 2011). El risc de malaltia cardiovascular augmenta progressivament a partir d'unes xifres de pressió arterial sistòlica normals (<120 mmHg). Existeix una relació directa i lineal entre els nivells de pressió arterial i la mortalitat per accident vascular cerebral i malaltia coronària (Lewington et al., 2002). A més a més, la disminució del consum de sal en la població comporta una reducció dels nivells de tensió arterial, un augment de l'eficàcia dels antihipertensius i del risc a llarg termini de malalties cardiovasculars (Appel, 2009).

S'estima que la disminució de la ingesta de sal de 10 g a 5 g per dia podria comportar una disminució de la taxa d'accidents vasculars cerebrals i malalties cardiovasculars del 23 i 17% respectivament, contribuint a una reducció significativa de la mortalitat (Cook et al., 2007).

En conseqüència, cal considerar la hipertensió com un factor de risc important per tota una sèrie de malalties cardiovasculars i relacionades, així com per malalties que donen lloc a un notable augment del risc cardiovascular. Tot això, juntament amb la gran prevalença de pressió arterial elevada en la població, explica perquè la OMS ha citat la pressió arterial elevada com la primera causa de mort en tot el món (Karppanen i Mervaala, 2006).

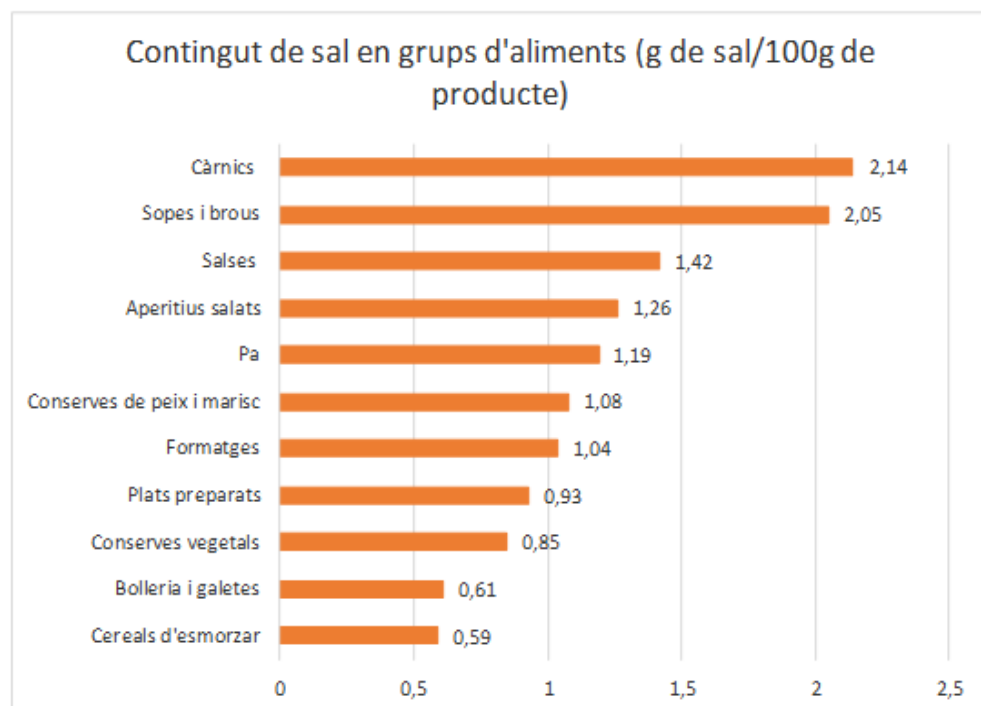
### **3.2. Fonts de sal en els aliments i ingesta de sal recomanada**

A Espanya el consum mitjà de sal és de 9,8 g/dia (Ortega et al., 2011), gairebé el doble de la quantitat recomanada per la OMS com a saludable (no més de 5 g sal/dia) i es calcula que el 88% de la població consumeix més sal de la recomanada (Ortega et al., 2011), essent aquest consum un dels més alts entre els països de la Unió Europea.

S'estima igualment, que aproximadament el 65-70% de la sal consumida procedeix d'aliments processats. Aquesta sal incorporada als aliments processats es coneix

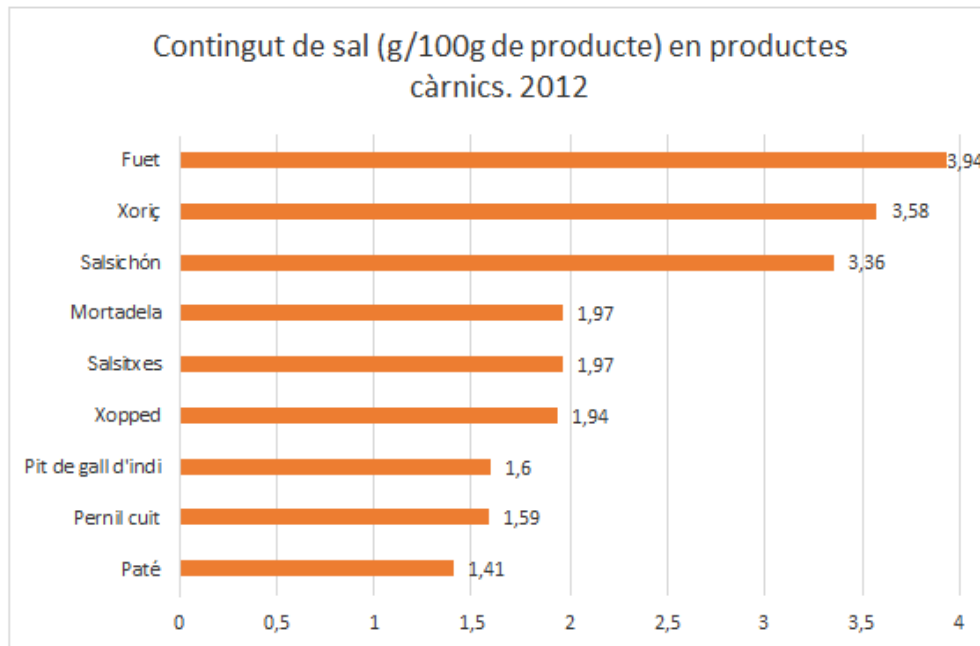
com a sal “oculta”, ja que els individus no són conscients de la quantitat de sal que consumeixen.

Malgrat la sal es troba distribuïda entre una gran varietat d'aliments processats (figura 3), les fonts més importants segons l'estudi del Ministeri de Sanitat del Govern Espanyol, són els productes càrnics (2,14 g de sal/100 g de producte), seguida de sopes i brous preparats (2,05 g de sal/100 g de producte), les salses (1,42 g de sal/100 g de producte), els aperitius salats (1,26 g de sal/100 g de producte) com a més destacats (Comité Científico de AESAN et al., 2012).



**Figura 3.** Contingut de sal en grups d'aliments. (Font: adaptació pròpia Estratègia NAOS. Contingut de sal en aliments, 2012)

Concretament, en el cas dels productes càrnics, hi ha poca homogeneïtat entre productes segons el contingut de sal (figura 4), essent els productes curats (fuet, xoriç i salsichón) en els que es concentra el major percentatge de sal, mentre que en els productes frescos o cuïts el percentatge de sal és molt menor (salsitxes, gall d'indi, pernil cuït).



**Figura 4.** Contingut de sal en productes càrnics. (Font: adaptació pròpia estratègia NAOS. Contingut de sal en aliments, 2012)

Per tot el que s'ha exposat, les recomanacions de la OMS en quant al consum de sal amb la finalitat de reduir la pressió arterial i el risc de malalties cardiovasculars, accidents vasculars cerebrals i cardiopatia coronària, proposen una ingesta de sodi inferior als 2 g (equivalent a 5 g de sal) al dia en la població (OMS, 2013).

### 3.3. Impacte tecnològic de la sal en l'elaboració d'embotits

La sal juga un paper molt important a diferents nivells en els productes càrnics, i per això ha de ser substituïda amb especial atenció.

La sal afegida als productes càrnics pot impactar en diferents paràmetres:

- **Efectes físics de processament i textura:**

El clorur de sodi interacciona amb els principals components dels aliments afectant a la seva textura. Per exemple, la sal augmenta la hidratació de les proteïnes i en millora la unió amb els greixos. Aquest fet estableix les emulsions del magre amb el greix en els productes càrnics picats. En productes càrnics, afegir sal permet que les proteïnes s'enllacin amb l'aigua,

augmentant d'aquesta manera la tendresa del producte càrnic. L'actina i la miosina de les proteïnes de la carn s'inflen en presència de sal, aglutinant aigua i greix, permetent la formació d'emulsions de carns triturades i millorant així la textures dels derivats càrnics (Man, 2007).

- **Propietats sensorials de gust i aroma:**

La sal s'afegeix a molts productes processats pels seus efectes en el gust i aroma.

El salat és un dels gustos bàsics que perceben els humans. Els nounats semblen indiferents a la sal, tot i que reaccionen als gustos dolços i amargs.

La sal confereix el sabor salat als productes càrnics curats i potencia el desenvolupament del seu sabor característic. La percepció del gust salat i la seva intensitat depenen del contingut de sal en el producte, i és provocada per l'estimulació de les papil·les gustatives de la llengua al dissoldre's la sal amb la sal·liva i crear una dissolució. D'aquesta manera, els ions  $\text{Na}^+$  i  $\text{Cl}^-$ , que a baixes temperatures es troben formant complexos estables amb les proteïnes, són destruïts per escaldament, fet que comporta que es percebi la sensació de salat (Ruusunen, 2005).

Per altra banda, la mateixa quantitat de sal no sempre suposa la mateixa intensitat de gust salat, ja que influeixen altres factors com les pròpies característiques del producte, la quantitat de greix o la presència de complexos establerts entre els anions i les proteïnes, que segresten certa quantitat de sal disminuint el grau de gust salat. A més a més, la percepció del gust salat també es veu afectada per la presència d'alguns aminoàcids i altres substàncies també presents en el producte que poden ser potenciadors o enmascaradors del gust (Aristoy i Toldrà, 1995).

Altres espècies químiques (clorurs, bromurs, iodurs, nitrats i sulfats de potassi o liti) poden produir un gust salat combinat amb altres percepcions, però solament el clorur sòdic dona el què generalment es reconeix com a gust "salat pur". D'aquesta manera, s'evidencia que les sals de liti produeixen gustos salats amb regustos estranys, el clorur potàssic produeix gustos amargs i les sals divalents com el clorur càlcic o magnèsic poden

generar sabors metàl·lics o inclús sensacions astringents al contactar amb les papil·les gustatives (Lawless et al., 2004).

- **Efectes conservants:**

L'ús de la sal en la conservació dels aliments ha estat utilitzat durant milers d'anys per reduir l'activitat d'aigua ( $a_w$ ) en carns, peixos, vegetals, ous, etc., amb l'objectiu de conservar aquests aliments frescos per un consum posterior, ja que l' $a_w$  és un factor crític que afecta al creixement microbià en els aliments, especialment en la carn fresca que té una  $a_w > 0,99$ , fent que aquest producte sigui altament perible (Doyle i Glass, 2010).

Al nivell més bàsic, la sal conserva els aliments exercint un efecte d'assecatge, extraient l'aigua de les cèl·lules tant de l'aliment com dels microorganismes, mitjançant un procés d'osmosi. L'aigua perduda durant el processat/curat del producte augmenta les concentracions de sodi sobre el producte acabat. La sal també inhibeix la proliferació de bacteris, alhora que permet el creixement de bacteris d'àcid làctic responsables de les fermentacions.

Les concentracions de sal necessàries per inhibir els microorganismes no desitjables varien segons les espècies (Doyle i Glass, 2010).

### **3.4. Regulació Europea sobre les al·legacions de salut en relació als aliments amb un contingut de sal reduït.**

Degut a l'efecte negatiu de la sal sobre la pressió arterial i les malalties cardiovasculars, la indústria alimentària està molt interessada en desenvolupar productes amb menor contingut de sal i a poder-ho declarar en l'etiquetatge i que així el consumidor en sigui coneixedor. En aquest sentit, el Parlament Europeu va acordar, mitjançant el Reglament 1924/2006 de 20 de desembre de 2006 relatiu a les declaracions nutricionals i de propietats saludables dels aliments, establir 3 categories per les declaracions dels productes amb un contingut de sodi reduït, podent declarar-se a nivell d'etiquetatge els productes com:

- Baix contingut de sal: aliments que no continguin més de 0,12 g de sodi o el seu equivalent, 0,30 g de sal per 100 g d'aliment.
- Molt baix contingut en sodi/sal: aliments que no continguin més de 0,04g de sodi o el seu equivalent, 0,10 g de sal per 100 g d'aliment.
- Sense sodi/sense sal: aliments que no continguin més de 0,005 g de sodi o el seu equivalent, 0,0125 g de sal per 100 g d'aliment.

## **4. El greix: impacte en la salut i impacte tecnològic en els embotits**

### **4.1. Malalties associades**

El greix actua com a reserva energètica al cos, com a precursor d'altres substàncies com les hormones, forma part de la membrana cel·lular i transporta les vitamines liposolubles. Malgrat la seva essencialitat, un consum excessiu de greix, especialment de tipus saturat i d'àcids grassos trans, es relaciona amb les malalties cardiovasculars, l'obesitat, la diabetis i amb un augment de la pressió arterial i el colesterol (WHO and FAO, 2003).

El consum excessiu d'aliments amb un elevat contingut de greix saturat així com una elevada ingesta de calories, acompanyada per uns estils de vida sedentaris, promouen l'emmagatzemament de greix, el que impacta negativament en l'increment del pes corporal així com en la salut en general. A més a més, el consum de greix total en la dieta es relaciona amb l'IMC i el perfil lipídic, per tant, la reducció de la seva ingesta en la dieta redueix de manera significativa el pes corporal, l'IMC, el colesterol i el colesterol LDL.

L'alteració del perfil lipídic en sang, és un dels factors de risc per patir malalties cardiovasculars; a més a més, el consum elevat d'AGS i AG trans s'associa com a factor de risc per alguns tipus de càncer (Cabezas-Zábala et al., 2016).

Per altra banda, i en sentit contrari, els AG insaturats s'ha demostrat que tenen efectes beneficiosos per la salut, actuant sobre la disminució dels nivells de colesterol total sanguini, així com de l'augment del colesterol HDL. També podem citar el cas dels àcids grassos poliinsaturats, concretament els de la sèrie omega 3



(n-3) que pel seu efecte hipocolesteromiant s'estan convertint en nutrients clau d'una dieta sana (Carrillo Fernández et al., 2011). Per això, en estudis recents, cada vegada es dona més importància al paper dels greixos monoinsaturats i poliinsaturats com a nutrients clau per a la prevenció de malalties cròniques de les societats modernes.

En aquest sentit, l'Agència Espanyola de Seguretat Alimentària i Nutrició (AESAN) ha desenvolupat un pla estratègic "*Plan de colaboración para la mejora de la composición de los alimentos y bebidas 2020*" en el que s'acorda amb els productors, reduir el contingut de greix en un 5% en productes càrnics en un període de 2 anys.

Per tant, amb el que s'ha exposat anteriorment, es posa de manifest la importància del greix en la dieta i el seu paper en la prevenció cardiovascular com un dels tòpics nutricionals més estudiats al llarg de la història de la nutrició i especialment en els darrers temps (Carrillo Fernández et al., 2011; Willett, 2012).

#### **4.2. Fonts d'ingesta de greix en els aliments i ingesta de greix recomanades**

Els àcids grassos són nutrients àmpliament distribuïts en els aliments en forma de TG i abunden especialment en determinats aliments de la dieta. L'alt consum de greix es deu principalment a una dieta caracteritzada per un excés de carns, embotits, làctics i aliments amb una elevada densitat energètica, com són els productes de brioixeria.

Els AGS es troben especialment en aliments animals i en certs greixos vegetals, com el de coco, palma i cacau. La carn i els productes làctics són les fonts principals d'AGS en l'alimentació actual.

Contràriament, els olis vegetals, com el de les llavors són escassos en AGS i rics en AGI. En la dieta mediterrània, l'AGMI més representatiu és l'àcid oleic, essent abundant especialment en l'oli d'oliva. Els AGPI estan presents tant en

aliments d'origen animal (peix) com vegetal (oli de soja, gira-sol, etc) (Ros E., et al 2015).

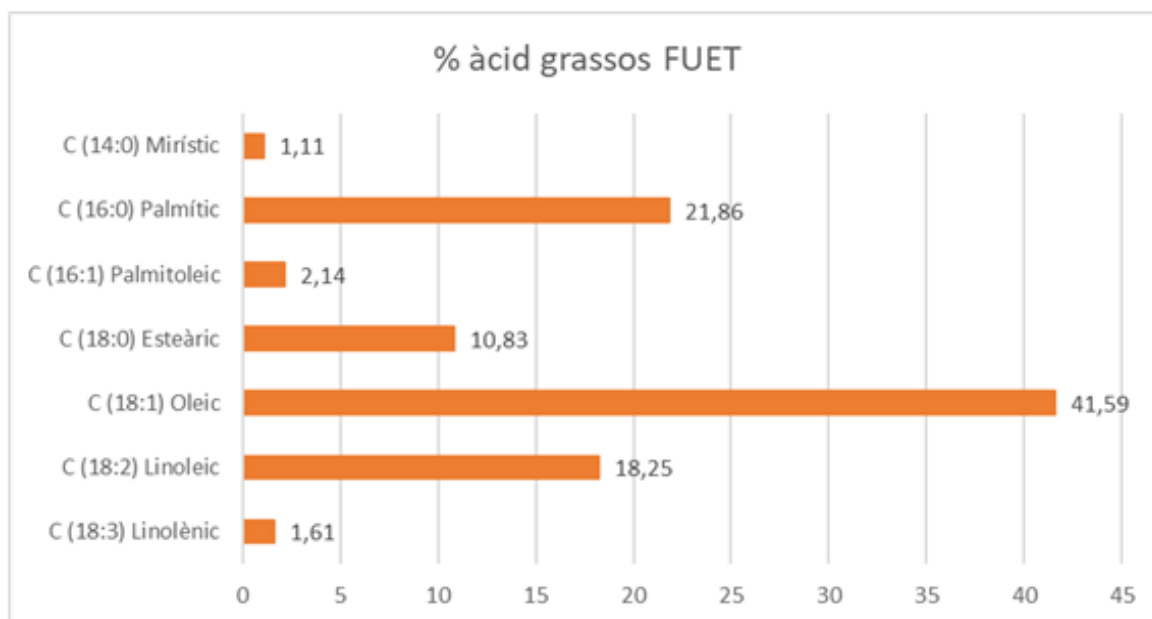
En el cas del fuet, el contingut de greix oscil·la entre 31-41%, i els AGS son els majoritaris, trobant-se en valors de l'ordre del 12-16% segons l'estudi de diferents marques espanyoles actuals d'aquest producte, tal i com es pot observar a la taula 3.

**Taula 3.** Percentatge de greix del fuet de diferents marques comercials presents en el mercat espanyol

Nutrient	MARCA COMERCIAL						
	Tarradellas	El Pozo	NOEL	Campofrío	España	Casademont	Can Duran
<b>Greixos (g)</b>	34	37	41	39	31	35	35,6
<b>Dels quals saturats (g)</b>	13,3	13	16	14,2	12	13,2	12,5

(Font: elaboració pròpia)

I en quant al perfil concret d'àcids grassos, a la figura 5 s'observa que els principals àcids grassos presents en el fuet son l'àcid oleic (41,6%), seguit del l'àcid palmític (21,9%) i l'àcid linoleic (18,2%).



**Figura 5.** Percentatge d'àcids grassos del fuet Espetec, Can Duran. (Font: elaboració pròpia extreta dels resultats analítics)

Si ens fixem en les recomanacions d'ingesta de greix, les recomanacions apunten que el consum de greix no superi el 30% de la ingesta diària, reduint-se el consum de greix saturat i àcids grassos trans (Comité Científico de AESAN et al., 2012).

### **4.3. Impacte tecnològic del greix en l'elaboració d'embotits**

El greix, no solament contribueix a l'aportació energètica sinó que té diferents funcions tecnològiques i sensorials. Per una banda, és imprescindible perquè s'aconsegueixi un adequat lligat durant l'amassat de la massa càrnica; a més a més, els grànuls de greix permeten i controlen la contínua alliberació d'aigua afavorint el procés de deshidratació. Al mateix temps, proporciona suculència, untuositat i suavitat al producte facilitant el tall i la masticació de l'embotit. També, participa en diferents reaccions químiques i bioquímiques que determinaran l'aroma i el gust del producte final (Toldrà, Sanz i Flores, 2001). Per tant, una reducció del contingut de greix en els embotits curats-madurats pot comportar un detriment de la qualitat del producte, degut al paper que desenvolupa a diferents nivells en aquests productes.

### **4.4. Regulació Europea sobre les al·legacions de salut en relació als aliments amb un contingut de grassa i/o grassa saturada reduïda.**

Degut a l'efecte negatiu per la salut del greix i específicament de certs AG, com els saturats o els trans, el Parlament Europeu va acordar, mitjançant el Reglament 1924/2006 de 20 de desembre de 2006 relatiu a les declaracions nutricionals i de propietats saludables dels aliments, establir diferents categories per les declaracions dels productes amb un contingut de greix reduït, podent declarar-se a nivell d'etiquetatge els productes com:

- Baix contingut de greix: aliments que no continguin més de 3 g de greix per 100 g en el cas dels sòlids o 1,5 g de greix en 100 mL en el cas dels líquids.
- Sense greix: aliments que no contenen més de 0,5 g de greix per 100 g.
- Baix contingut en greix saturat: aliments que la seva suma d'àcids grassos saturats i àcids grassos trans en el producte no és superior a 1,5 g per 100 g

pels productes sòlids i a 0,75 g per 100 mL en productes líquids, i en qualsevol cas la suma dels àcids grassos saturats i els àcids grassos trans no podrà aportar més del 10% del valor energètic.

- Sense greixos saturats: aliments que la suma dels àcids grassos saturats i els àcids grassos trans no sigui superior a 0,1 g per 100 g o 100 mL.
- Contingut reduït en greixos saturats: si la reducció del contingut és de, com a mínim, el 30% en comparació amb un producte similar.
- Alt contingut en greixos monoinsaturats si almenys un 45% dels àcids grassos presents en el producte procedeixen de greixos monoinsaturats i els greixos poliinsaturats aporten més del 20% del valor energètic total del producte.
- Alt contingut en greixos poliinsaturats: si almenys un 45% dels àcids grassos presents en el producte procedeixen de greixos poliinsaturats i els greixos poliinsaturats aporten més del 20% del valor energètic total del producte.
- Alt contingut en greixos insaturats: si almenys un 70% dels àcids grassos presents en el producte procedeixen de greixos monoinsaturats i els greixos poliinsaturats aporten més del 20% del valor energètic total del producte.
- Font d'àcids grassos omega-3: si el producte conté almenys 0,3 g d'àcid alfa-linolènic per 100 g i per 100 kcal, o almenys 40 mg de la suma d'àcid eicosapentanoic i l'àcid decosahehexanoic per 100 g o per 100 kcal.
- Alt contingut d'àcids grassos omega-3: si el producte conté almenys 0,6 g d'àcid alfa-linolènic per 100 g i per 100 kcal, o almenys 80 mg de la suma d'àcid eicosapentanoic i l'àcid decosahehexanoic per 100 g o per 100 kcal.

## **5. Estratègies per a la millora del perfil nutricional dels**

### **embotits**

#### **5.1. Reducció de sal**

Com s'ha comentat anteriorment els derivats càrnics són un dels aliments que més contribueixen a la ingesta de sal de la dieta dels espanyols, destacant especialment els productes càrnics curats.

Per obtenir una reducció de sal en els aliments les estratègies poden ser: 1) reducció del contingut de NaCl, 2) utilitzar substituïts de sodi, 3) utilitzar ingredients que potenciïn altres gustos i sabors i emmascarin la falta de sal, 4) ús de noves tecnologies aplicades al processat industrial i 5) modificacions del processat, o 6) la combinació de totes les anteriors.

En el cas dels embotits crus curats la reducció de sal s'ha realitzat satisfactòriament utilitzant diferents estratègies com la utilització de KCl (Corral, 2013; dos Santos et al., 2015; Guàrdia et al., 2008) o ús de KCl conjuntament amb altres sals ( $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ) (Fieira, 2015; Gimeno, 2001; dos Santos, 2017). Els autors que van treballar amb el KCl com a substitutiu del NaCl van trobar defectes sensorials en les substitucions de KCl per sobre del 40%. Es van obtenir bons resultats en la reducció de NaCl quan es van utilitzar potenciadors del sabor com lactat de potassi, aminoàcids, fosfats, extractes de llevat, ... (Gelabert et al., 2003; Guàrdia et al., 2008).

Gelabert et al., (2003), va estudiar les característiques sensorials, microbiològiques i físic-químiques en la reducció de NaCl substituïnt-lo per una barreja de KCl, K-lactat i glicina. En aquest cas la substitució parcial de NaCl va provocar defectes en el gust i la textura en nivells de substitució del 40% de KCl, 30% k-lactat i 20% de glicina. La substitució parcial (per sobre del 40%) amb les diferents mescles de KCl/glicina i k-lactat/glicina van mostrar importants defectes en el gust i la textura. I amb substitucions superiors al 40% de KCl es va detectar un gust amarg (Gelabert et al., 2003).

Corral (2013) va estudiar l'efecte d'una reducció del 16% de NaCl en la qualitat dels embotits crus curats. Va reportar que la reducció del 16% de NaCl i la substitució d'aquest per un 16% de KCl en embotits no tenia efectes tecnològics negatius en la fermentació, deshidratació i seguretat, tot i que va produir una major oxidació lipídica en el producte. En el cas de la textura, tant la mastegabilitat com la cohesivitat van ser superiors al control. D'acord amb l'anàlisi sensorial, en la reducció de sal es va necessitar KCl com a substitut per evitar els defectes

sensorials com la disminució de l'aroma, del gust, de la suculència i de l'acceptabilitat. El percentatge de substitució del 16% va ser acceptable ja que no es van detectar sabors amargs aportats pel KCl (Corral, 2013).

Gimeno et al., (1999) van estudiar la influència de la substitució parcial de NaCl amb KCl i CaCl<sub>2</sub> en la textura i el color, obtenint com a resultats que la mescla de sals va afectar la textura amb una reducció significativa de la duresa, la cohesivitat i la mastegabilitat. Però tot i que la textura i la intensitat de color van obtenir puntuacions més baixes, els productes van ser classificats tant acceptables com els control. Gimeno, (2001) d'altra banda va estudiar l'evolució microbiològica en la substitució parcial de NaCl per KCl i CaCl<sub>2</sub>, comparant la qualitat higiènica en els productes modificats, que van presentar una major acidificació que el control durant el procés de curació. El creixement de *Lactobacillus* i *Micrococcaceae* no es va veure afectat per la reducció de NaCl i els recomptes d'*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* i *Clostridium* sulfit reductors van ser acceptables en totes les mostres desenvolupades (Gimeno, 2001; Gimeno et al., 1999).

dos Santos, (2017) va estudiar l'oxidació lipídica i la vida útil en una barreja de NaCl, KCl i CaCl<sub>2</sub>, conclouent que la reducció del 50% de NaCl disminuïa la intensitat de les reaccions d'oxidació lipídica, mentre que el tractament amb CaCl<sub>2</sub> augmentava aquesta oxidació. A més a més, va observar una reducció de la intensitat de color en salamis tractats amb CaCl<sub>2</sub>.

Fieira, (2015) va estudiar les propietats sensorials i de textura en el reemplaçament parcial del 60% de NaCl per KCl en salamis i una substitució parcial amb una barreja de KCl, MgCl<sub>2</sub> i CaCl<sub>2</sub>. Conclouent que, l'addició d'aquestes sals reduïa el contingut de NaCl per sobre d'un 25% però que afectava negativament els atributs sensorials, la impressió global i la duresa.

Guàrdia et al., (2008) van reportar que la substitució del 50% de NaCl per KCl en salsitxes fermentades de calibre petit mostrava atributs sensorials en el producte, similars al control. També van estudiar la substitució amb potenciadors de sabor

com el k-lactat i glicina, on no es van obtenir bons resultats, ja que van augmentar l'acidesa del producte, desencadenant canvis en la textura.

Una reducció significativa de sodi es va aconseguir amb la substitució parcial de NaCl amb ascorbat de calci (Gimeno, 2001). En aquest cas, els percentatges de reducció del contingut de sodi en relació amb el control van ser del 15, 24, 37 i 45%, provocant una elevada acidificació del producte i una elevada disminució de la duresa del mateix.

Gou et al., (1996) van trobar importants defectes sensorials utilitzant lactat de potassi i glicina a nivells superiors del 30% en la substitució de NaCl. Alhora que es va obtenir una reducció de l'acceptabilitat utilitzant aquests substituïts (Gou et al., 1996).

Campagnol et al., (2011) van descobrir un augment de l'acceptabilitat suplementant la substitució de NaCl per KCl amb un 1-2% d'extracte de llevat. Així van augmentar els components volàtils, que van contribuir a la supressió dels defectes sensorials causats per l'addició de KCl, millorant l'acceptabilitat global dels productes (Campagnol et al., 2011).

## **5.2. Reducció de greix i/o greixos saturats**

El desenvolupament d'aliments amb un baix contingut de greix constitueix un dels principals reptes de la indústria alimentària.

Malgrat la substitució de greix, total o parcial, suposa limitacions en la qualitat dels embotits crus curats, varis estudis han demostrat l'èxit de diferents estratègies de substitució en aquests tipus de productes. En aquests estudis, les modificacions estan orientades a la reducció de greix amb la consegüent reducció de calories (Mora-Gallego et al., 2014; Méndez-Zamora et al., 2015; Fernández-Diez et al., 2016;).

Els substituïts de greix han de ser ingredients capaços d'imitar una o varies funcions del greix relacionades amb les propietats físiques o sensorials de l'aliment,

especialment del sabor i la textura. Per això, han de tenir capacitat emulsionant, espessant i estabilitzant, per a poder compensar alguns dels defectes de textura que provoca la falta de greix en el producte, així com enriquir el valor nutricional de l'aliment, incrementant-ne el seu contingut en proteïnes, hidrats de carboni i/o fibra.

Els substituïts de greix es poden dividir en tres grans grups en relació a la seva naturalesa:

- Derivats d'hidrats de carboni: cel·luloses, dextrines, maltodextrines, gomes, fibres, midons, etc.
- Derivats de proteïna: de soja o altres llegums.
- Derivats d'origen lipídic: olis d'origen vegetal.

### **5.2.1 Derivats d'hidrats de carboni**

En quan a la substitució del greix per hidrats de carboni s'han realitzat diferents estudis utilitzant diferents anàlegs com: les fibres dietètiques (inulina, fibres de cereals i fruites, fibres de cel·lulosa, etc) i les farines de diferents productes.

Mendoza et al. (2001), va utilitzar inulina (fibra soluble dietètica) en forma de pols i aquosa, per preparar salsitxes fermentades amb un contingut reduït de greix d'un 25 i un 50% respecte el contingut inicial. La reducció més gran de greix va resultar en productes més tendres i alhora més gomosos. Tot i així, van ser acceptables a nivell global com els de referència. Per tant, es va aconseguir una reducció calòrica (30% respecte l'aport original) i un enriquiment amb fibra dietètica (10%) (Mendoza et al., 2001). M. García (2006), va estudiar l'efecte de la inulina en la textura i en les propietats sensorials de la mortadella (producte càrnic cuit Espanyol); augmentant l'addició d'inulina en pols augmenta la duresa del producte. Malgrat els canvis a nivell de textura l'acceptabilitat global va ser bona en totes les mostres modificades. Així van concloure que la substitució de greix per inulina a nivells del 7,5% esdevenen



en bons resultats sensorials (García et al., 2006). Mendez Zamora (2015), va estudiar l'efecte de la substitució de diferents concentracions d'inulina i pectina sobre la composició química, la textura i l'acceptabilitat sensorial en salsitxes de frankfurt. Els valors d'humitat i de cendres van resultar superiors en les mostres que contenien inulina i pectina, mentre que la força, la gomositat i la masticabilitat va resultar lleugerament inferiors. Amb la substitució d'un 15% d'inulina es va identificar un augment de l'acceptabilitat sensorial (Méndez-Zamora et al., 2015). Berizi (2017) també va substituir el greix per inulina en un tipus de salsitxes i va aconseguir una reducció calòrica significativa aconseguint unes propietats sensorials, a nivell de textura i color adequades.

García et al. (2002) va utilitzar fibres dietètiques de cereals i fruites per elaborar salsitxes fermentades amb un 6 i un 10% de greix animal, afegint cereals (blat i civada) i fruita (préssec, poma i taronja) a concentracions d'1,5-3%. La reducció energètica va ser del 35%. Les mostres amb un 3% de fibra van ser les pitjors valorades sensorialment degut a la duresa i la cohesivitat, mentre que els millors resultats van ser per les salsitxes contenint un 10% de greix i 1,5% de fibra de fruita, especialment de taronja.

Salazar et al. (2009) va incorporar diferents concentracions de fructooligosacàrids en salsitxes crues curades per constituir el 2%, 4% i 6% de la mescla inicial, elaborant productes amb diferents concentracions de greix: 30%, 15% i 6%. Els paràmetres físic-químics i l'evolució de la microbiota no es van veure afectats durant el procés de curació amb la presència d'aquesta fibra, en canvi, el color, especialment la lluminositat va disminuir en augmentar la concentració de fibra. Tot i així, la seva presència va reduir la duresa, fent el producte més fàcil de mastegar.

Bastianello Campagnol, (2012) va utilitzar gel de cel·lulosa per a la substitució de greix en salsitxes fermentades, en ràtios del 25%, 50%, 75% o 100% del greix. Les mostres re-formulades van mostrar reduccions significatives en greix, colesterol i compostos volàtils. Els resultats van suggerir que es pot substituir

fins a un 50% del greix pel gel de cel·lulosa sense pèrdua de qualitat del producte, obtenint nivells de greix i colesterol reduïts aproximadament a un 45% i un 15% respectivament.

Zhao (2018) va estudiar l'efecte de la fibra de cel·lulosa en les característiques sensorials i la qualitat de salsitxes reduïdes en greix. El contingut de greix de porc es va reduir del 30% al 20% mitjançant l'addició de fibra de cel·lulosa amb concentracions que anaven des del 0%, 0,4%, 0,8% i 1,2%. Les fórmules amb fibra van mostrar una reducció de greix significativa. D'altra banda, es va observar que a mesura que augmentaven els nivells de fibra s'observava un augment del valor de  $L^*$ , millora en l'estabilitat de l'emulsió, augment de la duresa i la mastegabilitat. A nivell sensorial, la mostra millor valorada va ser la mostra amb la incorporació del 0,8% de fibra. Per tant, d'aquest estudi es pot concloure que reduir el contingut de greix sense deteriorar la qualitat i les característiques sensorials és possible amb l'addició d'un 0,8% de fibra de cel·lulosa en salsitxes.

Ruiz-Capillas et al. (2012) va reemplaçar un 50% i 80% del greix de porc per una proporció idèntica de konjac gel amb la consegüent reducció calòrica del 14,8% i 24,5%. També es va observar que tant el pH i l' $a_w$  es van veure afectats per la reducció de greix així com es va observar una pèrdua de pes. Al disminuir el contingut de greix es va observar un augment de la duresa i reducció de la cohesivitat, tot i que a nivell sensorial les mostres es van considerar acceptables.

Y. Choi et al. (2014) va estudiar l'efecte de la reducció de greix de porc en frankfurts a nivells del 30%, 20%, 15% i 10% substituint parcialment el greix de porc amb fibra de llavors de makgeolli sobre les propietats físic-químiques, l'energia, el pH, el color, les pèrdues per cocció, l'anàlisi de textura i les propietats sensorials. La humitat, el contingut de cendres, el color vermell i el groc van ser superiors en les mostres reduïdes en greix. En augmentar els nivells de greix, es va observar un major pH, una major duresa, cohesivitat,

mastegabilitat, viscositat i qualitat sensorial, malgrat reduir les pèrdues per cocció.

Fernández-Diez (2016) va estudiar l'efecte del reemplaçament de greix en un 50% i 85% per quinoa sobre la qualitat de salsitxes curades de calibre petit. Al reduir-se el greix de porc va provocar un augment en l' $a_w$ , en el contingut de proteïnes, la masegabilitat i el color vermell, mentre que per altra banda, es va reduir la cohesivitat. A nivell sensorial, el perfil descrit va mostrar un valor superior de sabor agre i menys suculència en les salsitxes reduïdes en greix. Malgrat aquestes diferències, la reducció de greix no va provocar una reducció global de l'acceptabilitat de les mostres segons l'avaluació feta per part dels consumidors.

Liu (2008) va estudiar l'efecte del midó de patata modificat com a reemplaçant de greix en salsitxes. La substitució del 20-40% de midó en les salsitxes va augmentar la lluminositat, però en va disminuir el color vermell i la duresa obtinguda va ser similar. En quan a l'avaluació sensorial es va identificar que la presència del midó modificat augmentava la tendresa del producte. Per tant, es va concloure que amb la substitució del 20% de midó de patata modificat s'obtenien valors similars en color, textura i propietats sensorials i a més a més es reduïa el contingut calòric.

I en darrer terme, Kaack (2005) va utilitzar polpa de patata deshidratada i farina de pèsol per produir salsitxes baixes en greix, obteneint també reduccions significatives en el percentatge d'energia.

### **5.2.2 Derivats de proteïnes**

Deliza (2002) va estudiar l'efecte de la proteïna texturitzada de soja en els atributs sensorials i paràmetres físico-químics en empanades de carn de vedella reemplaçant la carn en un 15% i un 30% per proteïna texturitzada de soja i fava (PTS). Els resultats de l'anàlisi sensorial van concloure que les empanades amb majors nivells de PTS van ser més tendres, van tenir menys gust de vedella i

menys qualitat sensorial global. La pèrdua de pes no es va veure afectada significativament amb el reemplaçament de PTS, però les empanades amb un 30% de PTS van mostrar menys contracció que les altres. Per tant, es pot concloure que la substitució amb un 15% de PTS és factible, obtenint-se característiques comparables a les del control.

Omwamba (2014) va estudiar l'efecte de la proteïna texturitzada de soja sobre les característiques físic-químiques de les *samoses* de vedella (mini empanades fregides originals del Sud de l'Àsia farcides de carn picada), demostrant que la humitat, el contingut de proteïna i el contingut de cendres augmentava, mentre que el contingut de greix disminuïa amb l'addició de proteïna de soja. A nivell sensorial no es van observar diferències significatives.

Kassama (2003) va estudiar l'efecte de dos tipus de proteïna de soja en empanades de vedella utilitzant farina de proteïna de soja (FPS) i proteïna texturitzada de soja (PTS). Els resultats van indicar que afegint proteïna de soja augmentava la capacitat de retenció d'aigua i es reduïen les pèrdues per cocció. A més a més, en les empanades reemplaçades amb PTS van ser més dures i més cohesives que la resta.

Adisak Akesowan (2008) va estudiar l'efecte de la proteïna soja aïllada sobre la qualitat físic-química i sensorial de salsitxes de porc en les que es va substituir un 1%, un 1,5% i un 2% de greix de porc per la proteïna de soja. En aquest cas la humitat i el rendiment de cocció es va veure augmentat per l'addició del 2% de proteïna de soja, a més a més d'observar-se la millora d'alguns atributs com la suculència i la fermesa. La duresa i el rendiment augmentaven alhora que es reduïen les pèrdues per cocció.

Hidayat, B (2018) va estudiar els efectes físic-químics i els atributs sensorials de salsitxes de vedella reemplaçant la carn per proteïna vegetal texturitzada (PVT) amb diferents rangs (10-40%) de PVT. L'addició de PVT va augmentar la humitat i va disminuir la quantitat de greix significativament, essent la mostra que presentava més reducció de greix, la mostra que presentava valors més alts

d'humitat. La duresa va disminuir significativament amb l'addició de PVT i els resultats sensorials van indicar que els atributs sensorials de les salsitxes de vedella tenien una bona acceptació fins al 30% de substitució de TVP.

### 5.3. Modificació del perfil lipídic

La reformulació de productes amb la substitució de greix animal per olis vegetals, s'ha reconegut com una de les estratègies per millorar el perfil lipídic dels embotits fermentats. En aquests casos, el què es pretén és reduir el contingut d'àcids grassos saturats i augmentar el d'àcids grassos poliinsaturats.

La incorporació d'olis o altres greixos en la formulació es pot realitzar a través de diferents estratègies: l'addició directe, la pre-emulsificació o la microencapsulació.

L'addició directa dels olis comporta moltes dificultats tecnològiques així com problemes de consistència, exsudat i oxidació, tot i això, el seu ús està àmpliament extès, essent l'oli d'oliva un dels més utilitzats degut al seu perfil lipídic i la seva elevada proporció d'àcid oleic.

La pre-emulsificació consisteix en una estabilització i immobilització dels olis en una matriu, la qual cosa permet que es mantinguin protegits durant les diferents fases del processat, emmagatzemament i consum (Muguerza et al., 2003a; Valencia et al., 2006b; Yıldız-Turp i Serdaroğlu, 2008).

La microencapsulació d'olis permet la seva incorporació fàcilment en la matriu, enredereix o inhibeix la oxidació i ajuda a emascarar olors i sabors indesitjables (Domínguez et al., 2017; Kayaardı i Gök, 2004; Lorenzo et al., 2016).

Muguerza et al., (2003a) va estudiar una reducció d'un 20% de greix respecte la formulació inicial, amb un reemplaçament d'un 20% d'oli d'oliva. La reducció de greix va augmentar l'àcid tiobarbitúric, els aldehids i els components oxidatius típics, a banda d'augmentar significativament el contingut d'AGMI.

Severini et al. (2003) van idear quatre formulacions de salami, on el 0, 33,5%, 50% i 66,5% del greix va ser substituït per oli d'oliva verge. En cap cas es van veure afectades les característiques químiques, físiques i sensorials amb l'excepció de l' $a_w$  i la textura. En relació a l'oxidació i la pèrdua de qualitat organolèptica, l'addició d'oli no va disminuir la vida útil. I a nivel sensorial la substitució del 33% de greix va

tenir el millor impacte a nivel sensorial essent les mostres més acceptades sensorialment.

Muguerza et al. (2001) va reemplaçar fins a un 25% de grassa per oli d'oliva pre-emulsionat amb proteïna de soja aïllada amb un xoriç obtenint resultats similars de color i textura.

Kayaardi (2004) va substituir en un *sucuk* (salsitxa semi-seca tradicional turca) el 20%, 40% i 60% del greix amb la incorporació d'oli d'oliva pre-emulsionat amb proteïna de soja, observant-se una disminució de la humitat i pH i un augment del greix i les cendres en el dia 21 de fermentació. El contingut de colesterol va disminuir en funció de la quantitat d'oli incorporat en la formulació. Les mostres amb un 40% de substitució van rebre la millor avaluació sensorial per part dels panelistes, sense que s'observessin diferències significatives en el color i en l'acceptabilitat.

Del Nobile et al. (2009) va substituir el 60% i 100% del greix de porc amb oli d'oliva verge pre-emulsionat amb proteïna de sèrum de la llet en un salami, obtenint una millora en la composició dels àcids grassos (reducció d'AGS i augment dels AGMI). Mostrant també, valors màxims de duresa, cohesivitat i gomositat. L'avaluació sensorial amb substitució del 60% amb oli d'oliva pre-emulsionat amb proteïna del sèrum de llet no va mostrar diferències significatives, essent les substituïdes en un 100%, inacceptables.

Malgrat que l'oli d'oliva ha estat el més utilitzat en la substitució de greix en embotits càrnics curats, altres olis vegetals han estat també utilitzats en diferents tipus de salsitxes fermentades: oli de lli (Astiasaran, 2016; Pelsler et al., 2007; Valencia et al., 2006b), oli de peix (Domínguez et al., 2017; Josquin et al., 2012; Lorenzo et al., 2016; Pelsler et al., 2007), oli de soja (Muguerza et al., 2003a; Paglarini et al., 2019) o l'oli de colza (Pelsler et al., 2007).

Valencia et al. (2006) va estudiar la substitució del 25% de greix de la formulació inicial amb oli de lli pre-emulsionat amb proteïna de soja (la formulació conté

antioxidants BHT i BHA). No es van observar signes d'oxidació i es va obtenir una millora del perfil lipídic.

Pelser et al. (2007) va substituir el 10-15-20% de greix de porc per oli de lli i oli de colza, pre-emulsionats amb proteïna de soja. El 15 i el 20% de substitució també es va dur a terme amb l'encapsulació d'olis de peix i afegint oli de colza pre-emulsionat amb caseïnat de sodi. Les formulacions modificades van millorar el perfil lipídic respecte el control. Les mostres amb oli de colza encapsulat van mostrar igual oxidació que el control, però en les pre-emulsionades amb oli de lli (especialment amb caseïnat de sodi) la oxidació lipídica va augmentar. Les mostres més semblants al control van ser les encapsulades amb oli de peix i oli de lli.

Muguerza et al. (2003a) van realitzar substitucions parcials del 15%, 20% i 25% de greix de porc amb oli de soja pre-emulsionat. No es van detectar diferències en proteïna, aigua ni en contingut de greix. Es va observar una reducció del colesterol en les formulacions modificades. No es va observar augment en la oxidació, els AGS i AGMI disminueixen en les formulacions modificades, mentre que els AGPI augmenten respecte el control, amb un augment d'àcid linoleic en l'addició de l'oli de soja. En relació a la textura, duresa i lluminositat no es van detectar diferències. L'avaluació sensorial no va mostrar diferències significatives en relació al control.

Josquin et al. (2012) van estudiar la substitució parcial del greix de porc en un 15-30% amb oli de peix pur, pre-emulsionat amb proteïna de soja o encapsulat, essent l'oli encapsulat el factor que més va influenciar en la composició del producte. El contingut de greixos no va ser significativament diferent, en canvi l'índex n-6/n-3 es va reduir en els productes modificats. Els paràmetres d'oxidació dels lípids van ser més elevats en les mostres amb oli pur i en darrer terme en les mostres amb oli pre-emulsionat i encapsulat es va obtenir una textura més ferma.

## 6. Anàlisi sensorial d'aliments

La valoració sensorial és una funció primària de l'home que des de la infància el porta a acceptar o refusar, conscient o inconscientment, els aliments d'acord amb les sensacions apreciades al observar-los i/o ingerir-los (Costell E., 1981). Tanmateix, les sensacions que motiven aquest refús o acceptació varien amb el temps i el moment en què es perceben, depenent tant de la persona com de l'entorn. Degut aquestes determinacions de caràcter tant subjectiu l'obtenció de dades objectives i fiables per avaluar l'acceptació o refús d'un producte alimentari és difícil. Per això és de gran importància aconseguir definir mitjançant paràmetres objectius aquestes sensacions subjectives que experimentaran els consumidors dels aliments (Mas i Jordi, 1999). L'**anàlisi sensorial** es defineix en sentit ampli, com un conjunt de tècniques de mesura i avaluació de determinades propietats dels aliments, a través d'un o més dels sentits humans (Tilgner, 1971).

L'objectiu de l'anàlisi sensorial és mesurar totes aquelles propietats dels aliments que són captades pels sentits abans i després de la seva ingestió, és a dir, definir el què es coneix com a "qualitat sensorial" (Costell E., 1981). En la societat actual on les necessitats nutritives bàsiques estan cobertes, el principal problema que es planteja és escollir entre una oferta molt àmplia de productes, on la qualitat sensorial cada vegada guanya més importància. Així doncs, el concepte actual de qualitat contempla no solament la seguretat, sinó a més a més, la satisfacció sensorial del consumidor.

### **6.1. Propietats sensorials associades als cinc sentits**

Les propietats sensorials són els atributs dels aliments que es detecten per mitjà dels sentits. En l'avaluació sensorial dels aliments generalment intervenen diversos sentits. No obstant això, cal tenir en compte que, de vegades, n'hi ha prou amb l'apreciació no satisfactòria de determinat atribut utilitzant un únic sentit per rebutjar un producte (Espinosa, 2007).

**Vista:** la principal és el color. És el primer "filtre" per a l'acceptació d'un aliment ja que pot revelar normalitat o anomalies en un producte. També s'aprecia l'aparença (forma, superfície, mida, rugositat).



**Olfacte:** L'olor és la sensació deguda a la percepció de substàncies volàtils per mitjà del nas. Les substàncies volàtils travessen la mucosa pituïtària i entren en contacte amb les cèl·lules que reconeixen les olors i amb les terminacions nervioses que els transmeten. L'aroma és la sensació deguda a la percepció de substàncies volàtils a través de la mucosa al paladar una vegada que l'aliment s'ha introduït a la boca. Les substàncies volàtils es dissolen en la mucosa del paladar i la faringe i arriben a la pituïtària a través de la trompa d'Eustaquí. No es pot avaluar l'aroma sense introduir el material a la boca.

L'olor és el segon "filtre" en l'acceptació dels aliments.

**Gust:** el gust (també se li denomina "sabor bàsic") dels aliments és detectat per les papil·les de la llengua. Hi ha cinc gustos bàsics: dolç, salat, àcid, amarg i umami. També es denomina gust o sabor bàsic a les combinacions dels 4 anteriors. Sabor és una combinació de gust i aroma, amb major contribució de l'aroma (amb el nas tapat i sense circulació d'aire per via retronasal no es pot apreciar el gust. Només es detectarien els gustos o sabors bàsics).

El terme "**textura**" reuneix nombrosos paràmetres denominats "atributs de textura" que, es poden classificar en tres grups:

- Mecànics: "duresa" (força requerida per comprimir un aliment sòlid amb les dents o amb la llengua i el paladar si és semisòlid), "cohesivitat" (grau fins al qual es comprimeix un aliment abans de trencar-se), "viscositat" (força requerida per fer passar un aliment del seu recipient a la boca), "elasticitat" (grau en què un aliment recupera la seva forma original després d'haver estat comprimit per les dents) i "adhesivitat" (força que es requereix per retirar del paladar l'aliment adherit), "fragilitat" (força necessària per enfonsar o fer cruixir a un aliment), masticabilitat (temps emprat en mastegar un aliment per reduir-lo a la consistència necessària per a empassar-ho, "gomositat" (energia necessària per a desintegrar un aliment) .

- Geomètrics: fibrositat, granulositat, esponjositat, flexibilitat, filamentositat, finor, aspror.

- De composició: humitat, greixosa, oliosa, sequedat, farinositat, terrositat.

**Oïda:** Matisa i complementa l'avaluació de la textura pels sons que detecta quan es realitza l'avaluació de la textura dels aliments a la boca.

## **6.2. Realització de l'anàlisi sensorial**

### **6.2.1 Els jutges**

Per al desenvolupament de qualsevol prova d'avaluació sensorial es necessiten els jutges, que són les persones que realitzen l'avaluació sensorial. Aquests es trien segons la seva habilitat, entrenament, disponibilitat i interès o motivació.

La selecció i l'entrenament de les persones que prendran part en les proves d'avaluació sensorial són factors que depenen en gran part l'èxit i la validesa de les proves.

La capacitat i el rendiment dels jutges en les proves sensorials es veuen afectades per molts factors. La selecció i entrenament de jutges apropiats és un procés essencial, que requereix molt de temps dins de la planificació de qualsevol anàlisi sensorial.

Hi ha quatre tipus de jutges: l'expert, l'entrenat, el semi entrenat i el jutge consumidor:

- Jutge expert.

És una persona que té una gran experiència en tastar un determinat tipus d'aliment, té una gran sensibilitat per percebre les diferències entre mostres i per distingir i avaluar les característiques de l'aliment.

- Jutge entrenat.

És una persona que posseeix força habilitat per a la detecció d'alguna propietat sensorial, o algun sabor o textura en particular, que fa formació teòrica i pràctica sobre l'avaluació sensorial, la identificació dels atributs i descriptors i que sap exactament el que es vol mesurar en una prova.

- Judges semientrenats.

Persones que han rebut un entrenament teòric similar al dels judges entrenats, que realitzen proves sensorials amb freqüència i tenen prou habilitat, però que generalment participen en proves discriminatives senzilles o d'altres similars, les quals no requereixen una definició molt precisa de termes o escales.

- Judges consumidors.

És una persona que no té res a veure amb les proves sensorials, i per tant, no té ni coneixements ni formació al respecte. En general es prenen a l'atzar i simplement es té en compte que siguin consumidors del producte que s'avalua. Poden fer avaluacions tant descriptives com discriminatives dels aliments

### **6.2.2 Les proves**

Hi ha un gran número de proves sensorials de diferents característiques i diferents camps d'aplicació. Son procediments fiables, plantejats segons certes normes, per realitzar l'avaluació sensorial amb criteris objectius, els resultats de les quals són repetibles i reproduïbles. Existeixen diversos criteris que es poden utilitzar per agrupar-les, essent un dels més útils el que considerar el tipus d'informació que proporcionen. D'acord amb aquest criteri, les proves sensorials es poden classificar en (taula 4):

#### 6.2.1.1. Proves afectives

Les proves afectives permeten conèixer el grau d'acceptació dels consumidors en relació als productes i són portades a terme per un número representatiu de consumidors. S'entén per prova afectiva aquella en la que el jutge expressa la seva reacció subjectiva davant del producte, indicant si li agrada o no, si l'accepta o el refusa, si el prefereix respecte a un altre o no, etc. (Anzaldúa Morales, 1994).

#### 6.2.1.2. Proves discriminatives

En aquestes proves es pretén establir si dos o més mostres són diferents entre sí, o no i, en alguns casos, la magnitud o importància d'aquesta diferència.

Aquest tipus de proves tant poden portar-se a terme per part dels jutges més o menys entrenats com per part dels jutges consumidors, tot dependrà del tipus d'atributs que es pretenguin avaluar.

Una de les proves discriminatives més utilitzades és la prova triangular. Aquesta prova consisteix en presentar simultàniament tres mostres, dues d'elles iguals entre si, i el jutge ha d'identificar quina és la mostra diferent (Anzaldúa Morales, 1994).

#### 6.2.1.3 Proves descriptives

Les proves descriptives són les que descriuen les propietats sensorials de l'aliment i en valoren la seva intensitat de la manera més objectiva possible (Briz-Escribano i García-Faure, 2004). Aquestes proves s'utilitzen en la quantificació de la intensitat de cadascun dels atributs d'aspecte, olor, textura i gust dels aliments, utilitzant tota una sèrie d'atributs adients pel producte que s'avaluï. La metodologia descriptiva aporta una informació molt completa i objectiva, però té l'inconvenient de que requereix d'individus molt entrenats pel seu desenvolupament, ja que és la que més dificultat presenta. Malgrat això, actualment també són els jutges consumidors qui poden desenvolupar aquestes proves, ja que s'ha descrit que tot i no estar entrenats són capaços de discriminar i descriure el que perceben.

**Taula 4.** Tipus de proves en l'anàlisi sensorial

Objectiu	Tipus de prova	Exemples de proves
Conèixer l'acceptació per part del consumidor	Afectives	Preferència Acceptabilitat Ordenació
Saber si difereixen els productes segons el consumidor	Discriminatives	Triangular Dúo-Trio Comparació aparellada

Informació sobre característiques dels productes	Descriptives	Perfil de textura i/o gust Anàlisi descriptiu Check all that apply (CATA) Just About Right (JAR)
--	--------------	---

---

(Font: Ramírez, 2012)

### **6.3. El paper del consumidor en l'anàlisi sensorial i la optimització de productes saludables.**

L'objectiu de qualsevol aliment, especialment els nous desenvolupaments, és que siguin acceptats pel consumidor i que aquests els incorporin a la seva dieta. Quan un consumidor escull i consumeix un aliment, la seva resposta no només s'explica per les característiques sensorials del producte, sinó que està influenciat per altres factors; la informació prèvia que té sobre el producte, les seves experiències anteriors, les seves actituds i creences, etc. juguen un paper important en el refús o en el consum continuat de qualsevol aliment (Costell et al., 2010).

En general, l'acceptació dels productes baixos en greix o en sal està lluny de ser incondicional. És cert que el seu caràcter saludable pot suposar un valor afegit pel consumidor, però aquest no sol ser suficient si les característiques sensorials no són les adequades, les que espera el consumidor. Per això, les propietats sensorials esdevenen clau per assegurar l'èxit de qualsevol producte en el mercat, més enllà del seu perfil nutricional, la marca, l'envàs, ... (Siró et al., 2008). En conseqüència, la millora de qualsevol producte així com els nous desenvolupaments, requereix tenir en compte les preferències dels consumidors als que van dirigits (van Kleef et al., 2002).

Però més enllà de les característiques sensorials dels aliments, també esdevé d'especial rellevància l'informació que rep el consumidor sobre els aliments, ja que genera expectatives, així com també certes percepcions entre els consumidors. (Johansen et al., 2010).

En aquest sentit, l'etiquetat dels aliments és el principal medi de comunicació entre els productors dels aliments i els consumidors finals, constituint una eina clau per permetre que el consumidor realitzi una elecció informada sobre els aliments que consumirà en el context de la seva dieta. Així per exemple, Velasco i Tárrega al 2013 van concloure que en el formatge manxec reduït en sal i greix l'efecte de la informació de greix va millorar l'acceptabilitat per part del consumidor. Grasso et al., 2017 va combinar esterols vegetals en un gall d'indi i va concloure que la informació de declaracions de salut d'esterols vegetals va augmentar significativament l'aparença i la intenció de compra. Per altra banda, de Andrade et al., 2018 va avaluar la percepció sensorial i hedònica del consumidor d'un tipus de carn d'ovella curada. Es van formular quatre formulacions d'un derivat càrnic d'ovella variant el contingut de fumat (fumat vs. no fumat) i sal (4,5% vs. 3,4%). La informació inclosa a les etiquetes no va modificar la percepció hedònica del consumidor sinó que va influir en la seva descripció sensorial, especialment per als termes relacionats amb el tipus de carn utilitzada en la seva fabricació.

Per això, sempre i quan es vulgui incloure qualsevol declaració en l'etiquetatge serà pertinent avaluar l'impacte que genera en termes de percepció entre els consumidors, sigui un impacte positiu o tot lo contrari.

#### **6.4. Anàlisi sensorial de productes càrnics crus-curats**

En el cas dels productes càrnics crus-curats els atributs i descriptors descrits en la bibliografia són:

- **Aspecte:**

Els descriptors d'aparença més importants utilitzats per avaluar les salsitxes curades fermentades son els relacionats amb el color, utilitzant els termes descriptius com "homogeneïtat del color" (Fernández-Fernández et al., 2002; Moretti et al., 2004; Valencia et al.,) i "intensitat de color vermell" (Caponio et

al., 2006), el qual és el resultat de la reacció del nitrit amb la mioglobina, produint el color vermell curat (Vanderstoep, 2002). Un altre descriptor d'aspecte també utilitzat és el "contingut en greix" (Fernández-Fernández et al., 2002; Pérez-Cacho et al., 2005).

- **Olor i aroma:**

Els descriptors d'aroma utilitzats en productes càrnics curats son molt variats; incloent descriptors com el "curat" (Benito et al., 2004), "ranci" (Benito et al., 2004; Dellaglio et al., 1996; Fernández-Fernández et al., 2002) i "àcid" (Pérez-Cacho et al., 2005).

- **Gust:**

Els principals descriptors de gust utilitzat en salsitxes fermentades curades son "amarg", "àcid" i "salat" (Dellaglio et al., 1996; Fernández-Fernández et al., 2002; Moretti et al., 2004; Pérez-Cacho et al., 2005). Els gust salat prové de la sal (NaCl) afegida en el procés d'elaboració, i el gust àcid és degut a la fermentació que té lloc en el procés de fabricació del producte, el qual genera una quantitat significant d'àcid acètic i àcid làctic (Lücke, 1994).

- **Textura:**

Degut a l'acidificació que té lloc durant el procés de fermentació, la textura dels productes crus-curats es veu afectada considerablement per la coagulació de les proteïnes a pH àcid. Després, la deshidratació durant la curació, juntament amb la reducció de la capacitat de retenció d'aigua de les proteïnes, contribueix a la fermesa del producte final.

Els atributs més comuns relacionats amb la textura són: "duresa", "suculència" i "mastegabilitat", (Fernández-Fernández et al., 2002; González-Fernández et al., 2006) "cohesivitat" (González-Fernández et al., 2006; Moretti et al., 2004), "elasticitat" (Dellaglio et al., 1996; Moretti et al., 2004), i "tendresa" (Benito et al., 2004). Aquestes característiques de textura estan normalment relacionades amb el temps de curació, el contingut d'humitat i el diàmetre del producte.

En aquesta tesi es pretén estudiar la influència de les característiques físico-químiques, propietats sensorials i acceptabilitat del fuet reduït en sal i/o greix.

A més a més, es vol estudiar la influència que la informació de l'etiquetatge en fuets reduïts en sal i/o greix té sobre l'acceptabilitat del consumidor.



## II. HIPÒTESIS I OBJECTIUS

---



## HIPÒTESIS

La reducció del contingut de sal i el contingut de greix en el fuet, tant per separat com de forma simultània, suposa canvis tant a nivell físico-químic, nutricional com sensorial d'aquest producte.

## OBJECTIUS

Els objectius generals d'aquesta tesi són:

- Millorar el perfil nutricional d'un embotit curat, fuet, a través de la reducció del contingut de sal i greix per obtenir un aliment amb característiques més saludables.
- Estudiar la influència d'aquestes millores sobre les expectatives del consumidor i l'acceptació sensorial.

Els objectius secundaris que s'han establert són els següents:

1. Estudiar l'efecte de la reducció de sal, la reducció de greix i la modificació del perfil lipídic sobre les propietats físico-químiques del fuet.
2. Estudiar l'efecte de la reducció de sal, la reducció de greix i la modificació del perfil lipídic sobre les propietats sensorials del fuet.
3. Analitzar com la informació en l'etiquetatge influeix en les expectatives i l'acceptabilitat dels consumidors en el fuet amb un contingut de greix reduït i un fuet reduït en greix i sal.



### III. MATERIALS I MÈTODES

---



L'elaboració de les mostres utilitzades al llarg de la tesi es va dur a terme a les instal·lacions de l'empresa Splendid Foods S.A.U., situada a Seva, Osona.

Els estudis sensorials es van dur a terme al Laboratori del Gust de la Universitat de Vic-Universitat Central de Catalunya (UVic-UCC) amb tastadors entrenats i consumidors habituals de fuet.

A continuació es descriu la metodologia experimental utilitzada per aconseguir els objectius d'aquesta tesi que es divideix en:

- **ESTUDI 1:** Impacte de la reducció de sal en un producte càrnic cru-curat sobre les característiques físico-químiques i sensorials.
- **ESTUDI 2:** Impacte de la millora del perfil lipídic en un producte càrnic cru-curat sobre les característiques físico-químiques i sensorials.
- **ESTUDI 3:** Efecte de la substitució de greix amb proteïna de pèsol en l'acceptabilitat i característiques sensorials del fuet utilitzant "Check all that apply" sota condicions a cegues i informades.
- **ESTUDI 4:** Impacte de la reducció simultània de sal i greix en un producte càrnic cru-curat en les característiques físico-químiques i sensorials.

## 1 ESTUDI 1: IMPACTE DE LA REDUCCIÓ DE SAL EN UN PRODUCTE CÀRNIC CURAT SOBRE LES CARACTERÍSTIQUES FÍSICO-QUÍMIQUES I SENSORIALS

La relació de mostres utilitzades per a l'estudi 1 es descriuen a la taula 5, així com les determinacions analítiques i la metodologia estadística utilitzada per a l'anàlisi de les dades obtingudes en l'estudi.

Les mostres han estat elaborades seguint el procés industrial característic del producte però amb un escalat a nivell de planta pilot.

**Taula 5.** Metodologia experimental utilitzada en l'estudi 1

Mostres	Determinació	Metodologia analítica	Tractament estadístic
FS1 FS2 FS3 FS4	COMPOSICIÓ CENTESIMAL	Humitat Proteïna Greix total Cendres Hidrats de carboni Sodi/Sal	ANOVA Tukey's test
FS5 FS6 FS7	DETERMINACIÓ TEXTURA	Duresa Elasticitat Mastegabilitat	ANOVA Tukey's test
FS8 FS9	DETERMINACIÓ COLOR	L* a* b*	ANOVA Tukey's test
	PROVES SENSORIALS	Consumidors	Friedman test
FS1 / FS3 /FS4/ FS7 /FS8	PROVES SENSORIALS	Catadors entrenats  Consumidors	ANOVA PLS regression Friedman test PLS regression

Seguidament, es descriu més detalladament la preparació de les mostres i la metodologia portada a terme per al desenvolupament de l'estudi 1.



## 1.1 Preparació del producte

### 1.1.1 Ingredients

La fórmula utilitzada per a l'elaboració dels fuets va ser: lactosa, dextrina, ascorbat de sodi, citrat de sodi, nitrit de sodi, nitrat de potassi i *Staphylococcus xylosus* (starter) que es van obtenir de Cargill SLU (Martorell, Barcelona, Spain). La carn (90/10 part magre:greix) i el greix de porc (30/70 magre:greix) es van obtenir mitjançant un proveïdor d'Splendid Foods (Montronill S.A.U, Vic). Totes les formulacions utilitzades en els estudis es van elaborar amb la mateixa matèria primera.

Com a reemplaçants del NaCl es va utilitzar diferents ingredients (taula 6).

**Taula 6.** Reemplaçants de NaCl utilitzats a l'estudi 1

Ingredient	Format	Proveïdor	Descripció	Dosis recomanada
Nutek Salt	Pols	Barentz Camps y Jové (Barcelona, Espanya)	Clorur de potassi	del 20-50% de la composició de NaCl
Calci Clorur 2-hidrat	Pols	Quality chemicals (Esparreguera, Espanya)	Clorur de calci	10-20% de la composició de NaCl
Magesi clorur 6-hidrat	Pols	Quality chemicals (Esparreguera, Espanya)	Clorur de magnesi	10-20% de la composició de NaCl
Aroma Umami	Pols	Gamma (Les Preses, Espanya)	Aroma	1-1,5g/kg de carn

### 1.1.2 Preparació de les formulacions del fuet

Tal i com es mostra a la taula 7 es van desenvolupar nou formulacions diferents de fuet utilitzant les matèries primeres prèviament descrites. Complementàriament se li van afegir els següents additius: lactosa, proteïna de llet de vaca, dextrina, ascorbat de sodi, citrat de sodi, nitrit de sodi, nitrat de potassi i *Staphylococcus xylosus*.

Per a la fabricació del producte, la matèria primera va ser homogeneïtzada i picada durant 1 minut en una cutter refrigerada (2°C) (Velati, Tribiano, Itàlia).

Els additius (NaCl, nitrats i nitrits, lactosa, dextrina, espècies, antioxidants) es van afegir a l'amassadora (Velati, Tribiano, Itàlia) juntament amb la carn de porc i els reemplaçants del NaCl segons cada una de les formulacions.

**Taula 7.** Formulacions de fuet desenvolupades per a l'estudi 1

Mostra	Formulació	NaCl (%)	KCl/Nutec salt (%)	CaCl <sub>2</sub> (%)	MgCl <sub>2</sub> (%)	Aroma Umami (%)
FS1	100%NaCl	1,72%				
FS2	70%NaCl	1,20%				
FS3	60%NaCl	1,03%				
FS4	70%NaCl+30%KCl	1,20%	0,51%			
FS5	60%NaCl+40%KCl	1,03%	0,69%			
FS6	70%NaCl+10%KCl+15%CaCl <sub>2</sub> + 5%MgCl <sub>2</sub>	1,20%	0,17%	0,26%	0,09%	
FS7	70%NaCl+20%KCl+5%CaCl <sub>2</sub> + 5%MgCl <sub>2</sub>	1,20%	0,34%	0,09%	0,09%	
FS8	70%NaCl+30%KCl+ aroma Umami 1,5g/kg	1,20%	0,51%			0,15%
FS9	60%NaCl+40%KCl+aroma Umami 1,5g/kg	1,03%	0,69%			0,15%

Finalment, la massa es va homogeneïtzar al buit durant 2 minuts.

La barreja de carn es va embotir en tripes de col·lagen de 40-42mm de diàmetre (Van Hessen, La Puebla de Montalbán, Toledo, Espanya) i el producte resultant es va sotmetre a un procés d'assecat a 10-12°C i un 70-85% d'humitat relativa durant 21 dies.

## 1.2 Caracterització del producte

### 1.2.1 Anàlisi físic-químic

Per a la caracterització físico-química del producte totes les analítiques es van realitzar al final del procés de curat de 21 dies i en tots els casos es van fer per triplicat.

L'anàlisi del contingut d'humitat, cendra, proteïna, greix i sucre es va realitzar segons els mètodes oficials de l'Associació de Mètodes Oficials d'Analistes Químics (AOAC, 1997) (taula 8). El contingut d'humitat de les mostres es va determinar mitjançant el mètode gravimètric assecant 2 g de la mostra picada a  $103 \pm 2$  °C fins a un pes constant en un forn d'aire (AOAC, 950,46). El contingut de cendres es va determinar mitjançant un forn de mufla a 550 - 600

°C durant 4 h (AOAC, 920.153). El greix es va determinar mitjançant el mètode Soxhlet utilitzant éter de petroli com a dissolvent d'extracció (AOAC, 985.15). El nitrogen orgànic total es va determinar mitjançant el procediment Kjeldahl. El contingut de proteïnes de les mostres es va calcular utilitzant 6,25 com a factor de conversió (Proteïna total = nitrogen × 6,25) (AOAC, 992.15).

El contingut total d'hidrats de carboni es va estimar per diferència i l'energia mitjançant el càlcul, utilitzant els factors de conversió energètica (4 kcal/g de proteïnes, 4 kcal/g d'hidrats de carboni i 9 kcal/g pels lípids). Els sucres es van determinar mitjançant el mètode Luff-Schoorl. La determinació del sodi es va realitzar per absorció atòmica segons el mètode de l'AOAC 986.08.

**Taula 8.** Mètodes utilitzats per l'anàlisi físico-químic en l'estudi 1

Paràmetre analitzat	Mètode	Referència del mètode
Humitat	Assecatge	Mètode 950.46 (AOAC)
Proteïna	Mètode Kjeldahl	Mètode 992.15 (AOAC)
Greix total	Mètode Soxhlet	Mètode 985.15 (AOAC)
Sucres	Mètode Luff-Schoorl	
Cendres	Incineració a T <sup>a</sup> 550 ± 25°C	Mètode 920.153 (AOAC)
Hidrats de carboni	Estimació per diferència	
Na	Absorció atòmica	Mètode 986.08 (AOAC)

\*Les mostres van ser analitzades per triplicat

## 1.2.2. Anàlisi del color i textura instrumental

### 1.2.2.1. Color instrumental:

Per l'anàlisi del color (valors L\*, a\*, b\*) es van agafar 3 mostres de cada fórmula i es van mesurar 10 vegades sota les mateixes condicions ambientals utilitzant un Minolta Spectrophotometer CR400 (Konica Minolta, Germany). Els paràmetres determinats van ser: lluminositat (L\*), a\* i b\*. L\* indica claredat (0 = negre; 100 = blanc), a\* (-) matís del verd, a\* (+) matís del vermell, b\* (-) matís del blau, b\* (+) matís del groc (Rosell et al., 2009; Garau et al., 2007; Sánchez et al., 2007).

#### 1.2.2.2. Textura instrumental:

La resistència del fuet es va analitzar amb l'analitzador de textura (type TA.XT plus). Es van mesurar la resistència al tall que seria la duresa de la mostra (N), l'elasticitat (N\*m) i la mastegabilitat (N/mm).

Per a cada paràmetre avaluat es van analitzar tres mostres i es van fer 10 determinacions en cada una.

#### 1.2.3 Perfil sensorial

Per descriure les propietats sensorials de les diferents formulacions es va utilitzar un perfil sensorial descriptiu.

En l'estudi va participar un grup de 9 avaluadors (3 homes i 6 dones), amb experiència prèvia en proves sensorials basades en les diferències entre productes. Els avaluadors van avaluar 13 atributs sensorials relacionats amb: aspecte, olor, gust, sabor i textura. La llista de termes del perfil es va elaborar en base als termes obtinguts de la bibliografia per a productes crus-curats (Mora-Gallego et al., 2016). Per a la valoració de cada descriptor, la puntuació de la intensitat percebuda es va fer amb una escala lineal no estructurada de 10 cm amb ancoratges "cap" o "feble", segons l'atribut, i "fort" o "intens" (taula 9). Per a l'avaluació del perfil sensorial, igual que en l'avaluació físico-química, les mostres van ser avaluades després de 21 dies de ser embotides per part dels membres del panell.

Per a l'entrenament dels membres del panell es van realitzar tres sessions de 2h aproximadament cadascuna, utilitzant diferents proves i aliments per tal que els participants del panell es familiaritzessin amb els atributs i la valoració de la seva intensitat.

L'entrenament de la primera sessió es va focalitzar en la discussió dels descriptors seleccionats, les seves definicions i per establir criteris de consens. La segona sessió d'entrenament es va centrar en la identificació de gustos bàsics, diferenciació de mostres de diferents aliments amb reducció de greix i sal i la diferenciació de mostres de fuet amb diferents rangs de reducció de sal i greix. La part final de la segona sessió i la tercera es van centrar en la

identificació d'atributs en les diferents mostres i la valoració de la seva intensitat. Al final de cadascuna de les sessions, els avaluadors van discutir els resultats individuals obtinguts per tal d'establir criteris de consens per a l'avaluació.

**Taula 9.** Descripció dels atributs utilitzats en el perfil sensorial de l'estudi 1

<b>Descriptor</b>	<b>Definició - Valors extrems</b>
Lluminositat	Quantitat de llum reflectida en la superfície del tall (1 poca llum - 9 molta llum)
Foscor	Intensitat de color vermell observat en el centre del tall de fuet (1 poc vermell - 9 molt vermell)
Color vermell	Intensitat de color fosc observat en el centre del tall de fuet (1 poc fosc - 9 molt fosc)
Intensitat olor	Intensitat general de la olor de la mostra (1 poca olor - 9 molta olor)
Olor curat	Intensitat característica d'olor de producte càrnic curat (1 poc gust curat - 9 molt gust curat)
Sabor salat	Intensitat de gust salat percebuda pels costats de la llengua (1 poc salat - 9 molt salat)
Àcid	Percepció de gust àcid a la llengua (vinagre) (1 poc àcid - molt àcid)
Amarg	Sensació de sabor de clorur de potassi (1 poc amarg - 9 molt amarg)
Mal gust	Gust estrany no típic del fuet (1 poc gust estrany - 9 molt gust estrany)
Duresa	Força requerida per deformar el producte (1 poc força - 9 molta força)
Elasticitat	Grau de retorn a la posició original quan s'aplica una força de compressió entre les molars (1 poc grau de retorn - 9 molt grau de retorn)
Mastegabilitat	Temps utilitzat per mastegar un aliment per reduir-lo a la consistència necessària per empassar-se'l (1 poc temps per mastegar - 9 molt temps per mastegar)
Adhesivitat	Força requerida per treure l'aliment adherit a les dents (1 poca força adhesió - molta força adhesió)

L'avaluació sensorial descriptiva dels 9 fuets es va realitzar per duplicat amb 2 sessions diferents. Per reduir la influència de l'ordre en que les mostres es presentaven, l'ordre de presentació als panelistes va ser aleatori entre sessions però equilibrat entre els avaluadors dins de cada sessió.

Per a cada mostra, primer es van avaluar els atributs d'olor, seguits dels del gust, el sabor i, finalment, els atributs de textura (annex 1).

Les porcions de prova de fuet (rodanxes de 3 mm de gruix) es van presentar en plats blancs d'un sol ús en un laboratori sensorial a temperatura de  $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Durant tota l'avaluació sensorial, hi havia aigua mineral i bastonets de pa a disposició dels tastadors per a poder netejar-se la boca.

### 1.2.4 Test de consumidors

Un grup de 100 consumidors regulars de fuet de 18 a 62 anys, un 65% dones i un 35% homes, van participar en l'estudi. Van ser reclutats per un anunci al campus de la mateixa la universitat, UVIC-UCC. Més de la meitat dels consumidors eren estudiants i personal de la universitat i la resta es van contactar des d'una base de dades de consumidors no relacionats amb la universitat, amb qui es va contactar per assistir a les sessions.

L'estudi de consumidors es va organitzar en dues sessions, separades en el temps per una setmana com a mínim, i cada consumidor va participar en les dues.

En la sessió 1 es van dividir les 9 mostres a avaluar en 4 grups en funció dels ingredients de la seva composició. Cada grup constava d'una mostra control estàndard, FS1 (taula 10).

En aquesta primera sessió, cada grup de mostres s'havien d'ordenar a través d'una prova d'ordenació segons la intensitat de salat (1: més salada a 3: menys salada) i d'acceptabilitat (1: més m'agrada a 3: menys m'agrada) (annex 2).

Per evitar l'efecte de l'ordre de presentació de les mostres es va fer un disseny de Williams equilibrat (MacFie et al. 1989). Es van servir porcions de prova de fuet (3 mm de gruix) en plats blancs d'un sol ús codificats amb tres dígitos numèrics aleatoris (com per a l'avaluació sensorial del panell entrenat), en un laboratori sensorial a temperatura de  $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Durant tota l'avaluació sensorial,

hi havia aigua mineral i bastonets de pa a disposició dels tastadors per a poder netejar-se la boca.

**Taula 10.** Mostres agrupades per a les proves de consumidors de l'estudi 1

Grup	Mostres	Formulació
Grup 1	FS1	100% NaCl
	FS2	70% NaCl
	FS3	60% NaCl
Grup 2	FS1	100% NaCl
	FS4	70% NaCl +30% KCl
	FS5	60% NaCl +40% KCl
Grup 3	FS1	100% NaCl
	FS6	70% NaCl +10% KCl +15% CaCl <sub>2</sub> + 5% MgCl <sub>2</sub>
	FS7	70% NaCl +20% KCl +5% CaCl <sub>2</sub> + 5% MgCl <sub>2</sub>
Grup 4	FS1	100% NaCl
	FS8	70% NaCl+30% KCl + aroma Umami
	FS9	60% NaCl+40% KCl + aroma Umami

FS1: 100% NaCl; FS2: 70% NaCl; FS3: 60% NaCl; FS4: 70% NaCl + 30% KCl; FS5: 60% NaCl + 40% KCl; FS6: 70% NaCl + 10% KCl + 15% CaCl<sub>2</sub> + 5% MgCl<sub>2</sub>; FS7: 70% NaCl + 20% KCl + 5% CaCl<sub>2</sub> + 5% MgCl<sub>2</sub>; FS8: 70% NaCl + 30% KCl+ aroma Umami; FS9: 60% NaCl + 40% KCl + aroma Umami.

De cada grup de mostres avaluades en la primera sessió es va escollir la mostra més ben valorada (amb excepció de la mostra de referència) i en la sessió 2, aquestes mostres juntament amb la mostra estàndard es van avaluar segons acceptabilitat i la intensitat de gust salat a través d'una prova d'ordenació de 5 punts (annex 3). La intensitat de gust salat es va valorar amb una escala estructurada de més (1) a menys salada (5) i l'acceptabilitat de més (1) a menys acceptable (5).

### 1.3 Anàlisi estadístic

Els resultats físico-químic es van analitzar mitjançant l'anàlisi de la variança (ANOVA). El grau de significança es va determinar utilitzant el test de Tukey. El valor de  $p < 0,05$  es va considerar estadísticament significatiu.

Les dades descriptives sensorials es van analitzar mitjançant ANOVA, utilitzant dos factors (panelista i mostra) i la interacció entre ells, seguida del test de Tukey per valorar les diferències estadístiques (HSD). Els resultats de la prova d'ordenació es

van analitzar mitjançant el sumatori segons la posició obtinguda per cada atribut. Es va realitzar el test de Friedman per establir diferències significatives entre els tractaments.

L'anàlisi estadístic es va realitzar mitjançant el programari estadístic SPSS versió V.26.0 (IBMCorp, Armonk, NY, USA).

La informació descriptiva obtinguda del panell de consumidors es va relacionar amb les dades d'acceptabilitat obtingudes en les diferents mostres en les proves d'ordenació utilitzant Partial Least Squares Regression (PLS). Per dur a terme aquest anàlisi estadístic es va utilitzar el programa XLSTAT for Windows Version 2010 software (Addinsoft, Paris, France).



## 2 ESTUDI 2: IMPACTE DE LA MILLORA DEL PERFIL LIPÍDIC EN UN PRODUCTE CÀRNIC CURAT SOBRE LES CARACTERÍSTIQUES FÍSICO-QUÍMIQUES I SENSORIALS.

La relació de mostres utilitzades per a l'estudi 2 es descriuen a la taula 11, així com les determinacions analítiques i la metodologia estadística utilitzada per a l'anàlisi de les dades obtingudes en l'estudi.

Les mostres han estat elaborades seguint el procés industrial característic del producte però amb un escalat a nivell de planta pilot.

**Taula 11.** Metodologia experimental utilitzada en l'estudi 2

Mostra	Determinació	Metodologia analítica	Tractament estadístic	
	COMPOSICIÓ CENTESIMAL	Humitat Proteïna Greix total Sucres Cendres Hidrats de carboni	AOAC (1995)	ANOVA Tukey's test
FP1 FP2 FP3	PERFIL D'ÀCIDS GRASSOS	Ésters metílics d'àcids grassos	AOAC (1995)	
FP4 FP5 FP6 FP7	DETERMINACIÓ TEXTURA	Duresa Elasticitat Mastegabilitat	texture analyser (type TA.XT plus).	ANOVA Tukey's test
	DETERMINACIÓ COLOR	L* a* b*	Minolta Spectrophotometer CR400	
	PROVES SENSORIALS	Catadors entrenats Consumidors	Perfil sensorial descriptiu Escala hedònica no estructurada	ANOVA PLS regression ANOVA/Tukey's test

Seguidament, es descriu més detalladament el procés de preparació de les mostres i la metodologia portada a terme per al desenvolupament de l'estudi 2.

## 2.1 Preparació del producte

### 2.1.1 Ingredients

La fórmula utilitzada per a l'elaboració dels fuets va ser: lactosa, dextrina, ascorbat de sodi, citrat de sodi, nitrit de sodi, nitrat de potassi i *Staphylococcus xylosus* (starter) es van obtenir de Cargill SLU (Martorell, Barcelona, Spain).

La carn (90/10 part magre:greix) i el greix de porc (30/70 magre:greix) que es van obtenir mitjançant un proveïdor d'Splendid Foods (Montronill S.A.U, Vic). Totes les formulacions utilitzades en els estudis es van elaborar amb la mateixa matèria primera.

Per a la millora del perfil lipídic es va utilitzar oli d'oliva i gira-sol, així com una sèrie d'anàlegs de greix. L'oli d'oliva refinat i l'oli de gira-sol alt oleic es van obtenir d'un supermercat local.

Per als anàlegs de greix es va utilitzar:

- A. Acesur → Un substitut de greix vegetal, que contenia els següents ingredients: oli de gira-sol alt oleic, oli d'oliva refinat, estabilitzador: alginat de sodi (E-401), cel·lulosa microcristal·lina (E-460), triptòfan pentà sòdic (E-451i) i goma Karaya (E-416) i conservant: sorbat de potassi (E-202). El proveïdor va ser l'empresa Acesur (Dos Hermanas, Sevilla).
- B. Binder 1.0 → Un greix vegetal estructurat que contenia els següents ingredients: alginat de sodi (E-401), sulfat de calci (E-516), triptòfan pentà sòdic (E-451i), pirofosfat tetrasòdic (E-450iii). El proveïdor va ser l'empresa BDF Natural Ingredients (Girona).
- C. Ceamtex → contenia els següents ingredients: alginat de sodi (E-401) estandaritzada amb fibra, sulfat de calci (E-416) i pirofosfat tetrasòdic (E-450iii). El proveïdor va ser l'empresa Ceamsa (O Porriño, Pontevedra).

### 2.1.2 Preparació de les emulsions

L'emulsió A contenia un 46% d'aigua i un 50% d'oli i ja estava preparada pel proveïdor.

L'emulsió B contenia 52% d'oli, 3% de Binder 1.0 i un 45% d'aigua. La preparació de l'emulsió es va dur a terme d'acord amb el proveïdor: primerament es va barrejar l'oli amb l'aigua freda, després es va barrejar el Binder 1.0 amb la barreja d'aigua/oli durant 2 minuts, utilitzant un apropiat sistema de mescla. Després de barrejar-ho correctament es va posar en motlles que es van guardar en condicions de refrigeració durant 24 h.

L'emulsió C contenia un 41,7% d'oli, un 2,8% de Ceamtex i un 55,5% d'aigua. Es va preparar de la mateixa manera que l'emulsió amb el Binder 1.0.

### 2.1.3 Preparació dels fuets

Es van fabricar set formulacions diferents de fuet (taula 12). La mostra FP1 és l'estàndard preparada amb un 40% de greix de porc, mentre que la resta de formulacions estan preparades amb les emulsions A, B i C descrites prèviament.

**Taula 12.** Formulacions de fuet desenvolupades per a l'estudi 2

Mostra	Magre de porc	Greix de porc	Oli de gira-sol alt oleic 100%			50% oli de gira-sol alt oleic i 50% oli d'oliva		
			Emulsió A	Emulsió B	Emulsió C	Emulsió A	Emulsió B	Emulsió C
FP1	60%	40%	-	-	-	-	-	-
FP2	60%	15%	-	-	-	25%	-	-
FP3	60%	15%	25%	-	-	-	-	-
FP4	60%	15%	-	-	-	-	25%	-
FP5	60%	15%	-	25%	-	-	-	-
FP6	60%	15%	-	-	-	-	-	25%
FP7	60%	15%	-	-	25%	-	-	-

FP1: Control estàndard; FP2: 15% greix porc + 25% ACESUR Oli d'oliva-gira-sol; FP3: 15% greix porc + 25% ACESUR oli de gira-sol alt oleic; FP4: 15% greix de porc + 25% BINDER Oli d'oliva-gira-sol; FP5: 15% greix de porc + 25% BINDER oli de gira-sol alt oleic; FP6: 15% greix de porc + 25% CEAMTEX Oli d'oliva-gira-sol; FP7: 15% greix de porc + 25% CEAMTEX oli de gira-sol alt oleic.

Els fuets van ser preparats amb carn magre i greix de porc i amb els següents additius: lactosa, proteïna de llet de vaca, dextrina, ascorbat de sodi, citrat de sodi, nitrit de sodi, nitrat de potassa i *Staphylococcus xylosus*.

Per a la fabricació del producte, la matèria primera va ser homogeneïtzada i picada durant 1 minut en una amassadora tipus cutter refrigerada (2°C) (Velati, Tribiano, Itàlia).

Els additius (NaCl, nitrats i nitrits, lactosa, dextrina, espècies, antioxidants) es van afegir a l'amassadora (Velati, Tribiano, Itàlia) juntament amb la carn de porc i amb l'anèleg de greix i es van barrejar durant 1 minut.

Finalment, la massa es va homogeneïtzar al buit durant 2 minuts. La barreja de carn va ser embotida en tripes de col·lagen de 40-42mm de diàmetre (Van Hessen, La Puebla de Montalbán, Toledo, Espanya ) i el producte resultant es va sotmetre a un procés d'assecat a 10-12 °C i un 70-85% d'humitat relativa durant 21 dies.

## 2.2 Caracterització del producte

### 2.2.1 Anàlisi físico-químics

Per a la caracterització físico-química del producte totes les analítiques es van realitzar al final del procés de curat de 21 dies i en tots els casos es van fer per triplicat.

L'anàlisi del contingut d'humitat, cendra, proteïna, greix i sucre es va realitzar segons els mètodes oficials de l'Associació de Mètodes Oficials d'Analistes Químics (AOAC, 1997) (taula 8). El contingut de la humitat de les mostres es va determinar mitjançant el mètode gravimètric assecant 2 g de la mostra picada a  $103 \pm 2$  °C fins a un pes constant en un forn d'aire (AOAC, 950,46). El contingut de cendres es va determinar mitjançant un forn de mufla a 550 - 600 °C durant 4 h (AOAC, 920.153). El greix es va determinar mitjançant el mètode Soxhlet utilitzant éter de petroli com a dissolvent d'extracció (AOAC, 985.15). El perfil d'àcids grassos es va analitzar mitjançant la cromatografia de gasos (AOAC, 996.06). El nitrogen orgànic total es va determinar mitjançant el procediment Kjeldahl. El contingut de proteïnes de les mostres es va calcular

utilitzant 6,25 com a factor de conversió (Proteïna total = nitrogen  $\times$  6,25) (AOAC, 992.15).

El contingut total d'hidrats de carboni es va estimar per diferència i l'energia mitjançant el càlcul. Els sucres es van determinar mitjançant el mètode Luff-Schoorl. A la taula 13 es poden observar els mètodes utilitzats per a portar a terme les analítiques.

**Taula 13.** Mètodes utilitzats per l'anàlisi físico-químic en l'estudi 2

<b>Paràmetre analitzat</b>	<b>Mètode</b>	
Humitat	Assecatge	Mètode 950.46 (AOAC)
Proteïna	Mètode Kjeldahl	Mètode 992.15 (AOAC)
Greix total	Mètode Soxhlet	Mètode 985.15 (AOAC)
Perfil d'àcids grassos	Cromatografia de gasos	Mètode, 996.06 (AOAC)
Sucres	Mètode Luff-Schoorl	
Cendres	Incineració a T <sup>a</sup> 550 $\pm$ 25 <sup>o</sup> C	Mètode 920.153 (AOAC)
Hidrats de carboni	Estimació per diferència	

\*Les mostres van ser analitzades per triplicat

## 2.2.2 Anàlisi color i textura instrumental

### 2.2.2.1 Color instrumental:

Per l'anàlisi del color (valors L\*, a\*, b\*) es van agafar 3 mostres de cada fórmula i es van mesurar 10 vegades sota les mateixes condicions ambientals utilitzant un Minolta Spectrophotometer CR400 (Konica Minolta, Germany). Els paràmetres determinats van ser: lluminositat (L\*), a\* i b\*.

L\* indica claredat (0 = negre; 100 = blanc), a\* (-) matís del verd, a\* (+) matís del vermell, b\* (-) matís del blau, b\* (+) matís del groc (Rosell et al., 2009; Garau et al., 2007; Sánchez et al., 2007).

### 2.2.2.2 Textura instrumental:

La resistència del fuet es va analitzar amb l'analitzador de textura (type TA.XT plus). Es van mesurar la resistència al tall que seria la duresa de la mostra (N), l'elasticitat (N\*m) i la mastegabilitat (N/mm).

Per a cada paràmetre avaluat es van analitzar tres mostres i es van fer 10 determinacions en cada una.

### 2.2.3 Perfil sensorial

Per descriure les propietats sensorials de les diferents formulacions es va utilitzar un perfil sensorial descriptiu.

En l'estudi va participar un grup de 9 avaluadors (3 homes i 6 dones), amb experiència prèvia en proves sensorials basades en les diferències entre productes. Els avaluadors van avaluar 12 atributs sensorials relacionats amb: aspecte, olor, gust, sabor i textura. La llista de termes del perfil es va elaborar en base als termes obtinguts de la bibliografia per a productes crus-curats (Mora-Gallego et al., 2016). Per a la valoració de cada descriptor, la puntuació de la intensitat percebuda es va fer amb una línia no estructurada de 10 cm amb ancoratges "cap" o "feble", segons l'atribut, i "fort" o "intens" (taula 9).

Per a l'avaluació del perfil sensorial, igual que en l'avaluació físico-química, les mostres van ser avaluades després de 21 dies de ser embotides per part dels membres del panell.

L'avaluació sensorial es va dur a terme per a la comparativa de les propietats sensorials de la mostra control amb les formulacions modificades d'acord amb UNE-EN ISO 13299:2017.

Per a l'entrenament dels membres del panell es van realitzar tres sessions de 2h aproximadament cadascuna, utilitzant diferents proves i aliments per tal que els participants del panell es familiaritzessin amb els atributs i la valoració de la seva intensitat.

L'entrenament de la primera sessió es va focalitzar en la discussió dels descriptors seleccionats, les seves definicions i per establir criteris de consens. La segona sessió d'entrenament es va centrar en la identificació de gustos bàsics, diferenciació de mostres de diferents aliments amb reducció de greix i sal i diferenciació de mostres de fuet amb diferents rangs de reducció de sal i greix. La part final de la segona sessió i la tercera es van centrar en la identificació d'atributs en les diferents mostres i la valoració de la seva intensitat. Al final de cadascuna de les sessions, els avaluadors van discutir els

resultats individuals obtinguts per tal d'establir criteris de consens per a l'avaluació.

**Taula 14.** Descripció atributs utilitzats en el perfil sensorial de l'estudi 2

<b>Descriptor</b>	<b>Definició</b>
Foscor	Intensitat de color vermell observat en el centre del tall de fuet (1 poc vermell - 9 molt vermell)
Color vermell	Intensitat de color fosc observat en el centre del tall de fuet (1 poc fosc - 9 molt fosc)
Quantitat de greix	Avaluació de la quantitat de greix (1 poc greix - 9 molt greix )
Intensitat olor	Intensitat general de la olor de la mostra (1 poca olor - 9 molta olor)
Olor d'oli	Intensitat característica d'olor d'oli vegetal (1 poca olor oli vegetal - 9 molta olor oli vegetal)
Olor curat	Intensitat característica d'olor de producte càrnic curat (1 poca olor curat - 9 molta olor curat)
Mal gust	Gust estrany no típic del fuet ( 1 poc gust estrany - 9 molt gust estrany)
Ranci	Gust característic de greix de porc oxidat (1 poc gust ranci - 9molt gust ranci)
Gust metàl·lic	Gust metàl·lic o gust de sang (1 poc gust metàl·lic - 9 molt gust metàl·lic)
Duresa	Força requerida per deformar el producte (1 poca força - 9 molta força)
Elasticitat	Grau de retorn a la posició original quan s'aplica una força de compressió entre les molars (1 poc grau de retorn - 9 molt grau de retorn)
Adhesivitat	Força requerida per treure l'aliment adherit a les dents (1 poca força adhesió - 9 molta força adhesió)

La presentació de les mostres es va fer en plats blancs, codificats amb codis de tres dígit. Cada participant va rebre les seves mostres en diferent ordre de manera aleatòria i va respondre les preguntes en una plantilla de paper (annex 4). Entre les mostres entregades es va donar pa i aigua per netejar la boca.

Els nou participants van examinar les mostres segons els paràmetres de la taula 14 que corresponen a la foscor, el color vermell, la quantitat de greix, la intensitat d'olor, la olor d'oli, la olor de curat, el mal gust, el gust ranci, el gust de metall, la duresa, l'elasticitat i l'adhesivitat.

Les formulacions van ser puntuades pels participants amb una línia no estructurada una escala amb ancoratges des de 1 (no m'agrada gens) al 9 (m'agrada molt) (annex 5).

### 2.2.4 Test de consumidors

Un grup de 100 consumidors regulars de fuet de 18 a 70 anys, un 52% dones i un 48% homes, van participar en l'estudi. Van ser reclutats per un anunci al campus de la mateixa universitat, UVic-UCC. Més de la meitat dels consumidors eren estudiants i personal de la universitat i la resta es van contactar des d'una base de dades de consumidors no relacionats amb la universitat, amb qui es va contactar per assistir a les sessions.

L'acceptabilitat de les mostres es va avaluar en una única sessió i les mostres van ser valuades amb una escala no-estructurada de 9 punts, anant des de 1 "em desagrada extremadament" fins a 9 "m'agrada extremadament".

Es van servir porcions de prova de fuet (3 mm de gruix) en plats blancs d'un sol ús codificats amb tres dígit numèrics aleatoris (com per a l'avaluació sensorial del panell entrenat), en un laboratori sensorial a temperatura de  $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Durant tota l'avaluació sensorial, hi havia aigua mineral i bastonets de pa a disposició dels tastadors per a poder netejar-se la boca.



### 2.3 Anàlisi estadístic

Els resultats físico-químic es van analitzar mitjançant l'anàlisi de la variància (ANOVA). El grau de significança es va establir utilitzant el test de Tukey. El valor de  $p < 0,05$  es va considerar estadísticament significatiu.

Les dades descriptives sensorials es van analitzar mitjançant ANOVA, utilitzant dos factors (panelista i mostra) i la interacció entre ells, seguida del test de Tukey per valorar les diferències estadístiques (HSD).

Els resultats de l'estudi de consumidors es van analitzar mitjançant ANOVA/Tukey's test per establir diferències significatives entre els tractaments.

L'anàlisi estadístic es va realitzar mitjançant el programari estadístic SPSS versió V.26.0 (IBM Corp, Armonk, NY, USA).

La informació descriptiva obtinguda del panell de consumidors es va relacionar amb les dades d'acceptabilitat obtingudes en les diferents mostres en les proves d'ordenació utilitzant Partial Least Squares Regression (PLS). Per dur a terme aquest anàlisi estadístic es va utilitzar el programa XLSTAT for Windows Version 2010 software (Addinsoft, Paris, France).

### 3 ESTUDI 3: Efecte de la substitució de greix amb proteïna de pèsol en l'acceptabilitat i les característiques sensorials del fuet utilitzant Check All That Apply sota condicions a cegues i informades

La relació de mostres utilitzades per a l'estudi 3 es descriuen a la taula 15, així com les determinacions analítiques i la metodologia estadística utilitzada per a l'anàlisi de les dades obtingudes en l'estudi.

Les mostres han estat elaborades seguint el procés industrial característic del producte però amb un escalat a nivell de planta pilot.

**Taula 15.** Metodologia experimental utilitzada en l'estudi 3

Mostra	Determinació	Metodologia analítica	Tractament estadístic
FG1 FG2 FG3 FG4	COMPOSICIÓ CENTESIMAL	Humitat Proteïna Greix total Sucre Cendres Hidrats de carboni	AOAC (1995)  ANOVA Tukey's test
	PROVES SENSORIALS	Consumidors	CATA entre mostres CATA a cegues i informat Escala hedònica no estructurada Creació clústers segons acceptabilitat
			Cochrans'Q test MFA McNemar test. ANOVA Tukey's test Squared Euclidian distances Ward's method Pearson Chi-Square t-Student

Seguidament, es descriu més detalladament la preparació de les mostres i la metodologia portada a terme per al desenvolupament de l'estudi 3.

### 3.1 Preparació del producte

#### 3.1.1 Ingredients

La fórmula utilitzada per a l'elaboració dels fuets va ser: lactosa, dextrina, ascorbat de sodi, citrat de sodi, nitrit de sodi, nitrat de potassi i *Staphylococcus xylosus* (starter) es van obtenir de Cargill SLU (Martorell, Barcelona, Spain).

La carn (90/10 part magre:greix) i el greix de porc (30/70 magre:greix) es van obtenir mitjançant un proveïdor d'Splendid Foods (Montronill S.A.U, Vic). Totes les formulacions utilitzades en els estudis es van elaborar amb la mateixa matèria primera.

El substitut de greix de porc utilitzat va ser Peatex Flakes Small Neutral (AM Nutrition Ingredients, Denmark), elaborat al 100% amb pèsols grocs (*Pisum sativum L.*).

#### 3.1.2 Preparació de les emulsions

La preparació de l'emulsió es va fer d'acord a les especificacions del proveïdor: es van pre-hidratar els pèsols durant 20-30 minuts amb aigua freda amb una relació 1:3. Després del procés d'hidratació, el producte ja era apte per ser picat i incorporat a la formulació.

#### 3.1.3 Preparació i formulació dels fuets

Tal i com es mostra a la Taula 16 es van desenvolupar nou formulacions diferents de fuet.

**Taula 16.** Formulacions de fuet utilitzades per a l'estudi 3

Mostra	Part magre	Greix de porc	Proteïna de pèsol
FG1	60%	40%	-
FG2	60%	30%	10%
FG3	60%	25%	15%
FG4	60%	20%	20%

FG1: Control 40% greix de porc; FG2: 30% greix de porc +10% proteïna de pèsol; FG3:25% greix de porc +15% proteïna de pèsol; FG4: 20% greix de porc+20% proteïna de pèsol.

Per a la fabricació del producte, la matèria primera va ser homogeneïtzada i picada durant 1 minut en una cutter refrigerada (2°C) (Velati, Tribiano, Itàlia).

Els additius (NaCl, nitrats i nitrits, lactosa, dextrina, espècies, antioxidants) es van afegir a l'amassadora (Velati, Tribiano, Itàlia) juntament amb la carn de porc i els reemplaçants del NaCl segons cada una de les formulacions.

Finalment, la massa es va homogeneïtzar al buit durant 2 minuts.

La barreja de carn es va embotir en tripes de col·lagen de 40-42mm de diàmetre (Van Hessen, La Puebla de Montalbán, Toledo, Espanya) i el producte resultant es va sotmetre a un procés d'assecat a 10-12°C i un 70-85% d'humitat relativa durant 21 dies.

### 3.2 Caracterització del producte optimitzat

#### 3.2.1 Anàlisi físic-químic

Per a la caracterització físico-química del producte totes les analítiques es van realitzar al final del procés de curat de 21 dies i en tots els casos es van fer per triplicat.

L'anàlisi del contingut d'humitat, cendra, proteïna, greix i sucre es va realitzar segons els mètodes oficials de l'Associació de Mètodes Oficials d'Analistes Químics (AOAC, 1997) (Taula 8). El contingut de la humitat de les mostres es va determinar mitjançant el mètode gravimètric assecant 2 g de la mostra picada a  $103 \pm 2$  °C fins a un pes constant en un forn d'aire (AOAC, 950,46). El contingut de cendres es va determinar mitjançant un forn de mufla a 550 - 600 °C durant 4 h (AOAC, 920.153). El greix es va determinar mitjançant el mètode Soxhlet utilitzant éter de petroli com a dissolvent d'extracció (AOAC, 985.15). El nitrogen orgànic total es va determinar mitjançant el procediment Kjeldahl. El contingut de proteïnes de les mostres es va calcular utilitzant 6,25 com a factor de conversió (Proteïna total = nitrogen  $\times$  6,25) (AOAC, 992.15).

El contingut total d'hidrats de carboni es va estimar per diferència i l'energia mitjançant el càlcul. Els sucres es van determinar mitjançant el mètode Luff-Schoorl.

### 3.2.2 Test de consumidors

Un grup de 114 consumidors habituals de fuet de 18 a 62 anys, un 52% dones i un 48% homes, van participar en l'estudi. Van ser reclutats per un anunci al campus de la mateixa la universitat, UVic-UCC. Més de la meitat dels consumidors eren estudiants i personal de la universitat i la resta es van contactar des d'una base de dades de consumidors no relacionats amb la universitat, amb qui es va contactar per assistir a les sessions.

Tots els consumidors van participar en dues condicions d'avaluació, condició a cegues (sense informació del producte) i condició informada (amb informació del producte en base a l'etiquetatge), separades en el temps per 1 mes. A la primera sessió, només es van presentar les mostres (condició cega (B)) als consumidors per tal que avaluessin la seva acceptabilitat general després d'haver completat un qüestionari CATA. Aquest qüestionari consisteix en un llistat de possibles característiques del producte en estudi on el consumidor identifica les característiques més rellevants de cada mostra. L'acceptabilitat es va avaluar mitjançant una escala hedònica estructurada de nou punts (1 "no m'agrada gens" a 9 "m'agrada molt").

En el qüestionari CATA, es va demanar als participants que identifiquessin i marquessin quins termes de la llista de 14 atributs eren adequats per a descriure cadascuna de les mostres de fuet. Aquests termes eren fosc, color vermell, poc greixós, molt greixós, dur, tendre, farinós, olor característic, mala olor, àcid, gust característic, desagradable, mal gust i deliciós. Els termes es van seleccionar a partir d'estudis anteriors (Jorge et al., 2015; Pollonio, 2015).

Es van servir porcions de prova de fuet (3 mm de gruix) en plats blancs d'un sol ús codificats amb tres dígitos numèrics aleatoris (com per a l'avaluació sensorial del panell entrenat), en un laboratori sensorial a temperatura de  $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Durant tota l'avaluació sensorial, hi havia aigua mineral i bastonets de pa a disposició dels tastadors per a poder netejar-se la boca.

Abans de l'avaluació, es va explicar als consumidors com es realitzaria la prova sensorial, i van complimentar una enquesta sobre característiques socio-demogràfiques, hàbits de consum de carn i embotits, voluntat de consumir productes càrnics reduïts en greixos i voluntat de pagar més diners per aquests productes. També van completar un qüestionari dissenyat per mesurar el seu interès en menjar saludable amb una escala múltiple etiquetada com a "interès general per a la salut", proposat per Roininen (Roininen et al., 1999). Aquesta escala a diversos nivells comprenia vuit sentències i les corresponents subescales de cinc punts d'acord de Likert, amb les categories que van des d'1 (absolutament en desacord) fins a 5 (absolutament d'acord) (annex 6).

A la segona sessió, els consumidors van rebre l'envàs del producte amb la corresponent etiqueta (Taula 17) i el producte per a la degustació (condició informada (I)). Van valorar tant l'acceptabilitat de les mostres, com de nou el llistat d'atributs a través d'un qüestionari CATA (annex 7).

En ambdues sessions les mostres es van presentar aleatòriament per evitar l'efecte de l'ordre de presentació, i en el cas del qüestionari CATA els atributs estaven presentats aleatòriament en cadascuna de les mostres.

Les etiquetes es van preparar expressament per a aquest estudi amb l'ajut del programa Bizerba (Intermec PC43t, Joppa, USA), incloent una imatge de l'envàs i informació sobre el tipus de producte (taula 17). Tots els consumidors van assistir a les dues sessions a les instal·lacions de la UVic-UCC (Vic, Espanya).

Es van servir porcions de prova de fuet (3 mm de gruix) en plats blancs d'un sol ús codificats amb tres dígitos numèrics aleatoris (com per a l'avaluació sensorial del panell entrenat), en un laboratori sensorial a temperatura de  $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Durant tota l'avaluació sensorial, hi havia aigua mineral i bastonets de pa a disposició dels tastadors per a poder netejar-se la boca.

**Taula 17.** Característiques principals de les mostres declarades en l'etiquetatge

<b>Mostra</b>	<b>Denominació de producte</b>	<b>Ingredients principals declarats en l'etiquetatge</b>	<b>Energia (kcal)</b>	<b>Proteïnes (%)</b>	<b>Greix total (%)</b>	<b>Greix saturat (%)</b>	<b>Hidrats de carboni (%)</b>	<b>Sucres (%)</b>
FG1	Fuet Espetec	Magre i greix de porc, sal, lactosa, dextrina, dextrosa, espècies, antioxidants (ascorbat de sodi i citrat de sodi), conservants (nitrit de sodi i nitrat de potassi),	418	27,6	31,3	35,04	6,6	4,8
FG2	Fuet Espetec amb proteïna de pèsol	Magre i greix de porc, proteïna de pèsol, sal, lactosa, dextrina, dextrosa, espècies, antioxidants (ascorbat de sodi i citrat de sodi), conservants (nitrit de sodi i nitrat de potassi).	407	27,8	30,1	35,97	6,4	5,2
FG3	Fuet Espetec amb proteïna de pèsol	Magre i greix de porc, proteïna de pèsol, sal, lactosa, dextrina, dextrosa, espècies, antioxidants (ascorbat de sodi i citrat de sodi), conservants (nitrit de sodi i nitrat de potassi),	394	27,9	28,1	35,90	7,4	5,2
FG4	Fuet Espetec amb proteïna de pèsol	Magre i greix de porc, proteïna de pèsol, sal, lactosa, dextrina, dextrosa, espècies, antioxidants (ascorbat de sodi i citrat de sodi), conservants (nitrit de sodi i nitrat de potassi),	370	29,1	25	35,41	7,2	5

(Font: elaboració pròpia)

### 3.3 Anàlisi estadístic

Per a cada formulació, els resultats es van expressar com a mitjana i desviació estàndard dels resultats obtinguts de les tres avaluacions. La diferència entre la mitjana de valors es va determinar mitjançant l'anàlisi de la variància (ANOVA). El grau de significança es va ajustar utilitzant el test de Tukey. El valor de  $p < 0,05$  es va considerar estadísticament significatiu.

Els resultats del qüestionari CATA es van analitzar mitjançant l'anàlisi de freqüències de les citacions per a cada un dels atributs sensorial de cada producte. Es va realitzar la prova Cochran's Q per trobar diferències entre atributs en cada mostra. La comparació dels valors en condicions cegues i informades es va realitzar mitjançant SPSS, amb el test McNemar. L'anàlisi estadístic es va desenvolupar amb IBM SPSS Statistics V.26.0 (IBMCorp, Armonk, NY, USA) i XLSTAT de Windows (versió 2010, Addinsoft, París, França).

Es va realitzar un anàlisi de múltiples factors (MFA) a la taula de freqüències del qüestionari CATA. Aquest anàlisi es va realitzar mitjançant XLSTAT per a Windows (versió 2010, Addinsoft, París, França) amb un nivell de significació del 5%.

La segmentació dels consumidors segons la seva acceptabilitat dels productes es va realitzar mitjançant anàlisi jeràrquic de clústers amb distàncies euclidianes quadrades segons el mètode Ward. Pels segments obtinguts per clúster, es va utilitzar l'anàlisi Pearson Chi-Square i t-Student per estudiar l'efecte de l'edat, sexe, consum de freqüència de fuet, voluntat de consumir aquest producte reduït en greixos, voluntat de pagar més per aquest producte i interès per menjar saludable en l'acceptabilitat de mostres de fuet. Pearson Chi-Square i t-Student van establir diferències significatives entre les mitjanes ( $p \leq 0,05$ ).



#### 4 ESTUDI 4: IMPACTE DE LA REDUCCIÓ DE SAL I GREIX EN EL FUET SOBRE LES PROPIETATS FÍSICO-QUÍMIQUES I SENSORIALS

La relació de mostres utilitzades per a l'estudi 4 es descriuen a la taula 18, així com les determinacions analítiques i la metodologia estadística utilitzada per a l'anàlisi de les dades obtingudes en l'estudi.

Les mostres han estat elaborades seguint el procés industrial característic del producte però amb un escalat a nivell de planta pilot.

**Taula 18.** Metodologia experimental utilitzada en l'estudi 4

Mostra	Determinació	Metodologia analítica	Tractament estadístic
	COMPOSICIÓ CENTESIMAL	Humitat Proteïna Greix total Sucre Cendres Hidrats de carboni Na AOAC (1995)	ANOVA Tukey's test
FSG1 FSG2 FSG3	DETERMINACIÓ TEXTURA	Duresa Elasticitat Masticabilitat Texture analyser (type TA.XT plus).	
FSG4	DETERMINACIÓ COLOR	L* a* b* Minolta Spectrophotometer CR400	
	PROVES SENSORIALS	Consumidors CATA entre mostres CATA a cegues i informat Escala hedònica no estructurada Escala JAR	Cochrans'Q test MFA McNemar test. ANOVA Tukey's test Anàlisi penalitzacions

Seguidament, es descriu més detalladament la preparació de les mostres i la metodologia portada a terme per al desenvolupament de l'estudi 4.

#### 4.1. Preparació del producte

##### 4.1.1. Ingredients

La fórmula utilitzada per a l'elaboració dels fuets va ser: lactosa, dextrina, ascorbat de sodi, citrat de sodi, nitrit de sodi, nitrat de potassi i *Staphylococcus xylosus* (starter), que es van obtenir de Cargill SLU (Martorell, Barcelona, Spain).

La carn (90/10 part magre:greix) i el greix de porc (30/70 magre:greix) que es van obtenir mitjançant un proveïdor d'Splendid Foods (Montronill S.A.U, Vic). Totes les formulacions utilitzades en els estudis es van elaborar amb la mateixa matèria primera.

El reemplaçant de greix de porc utilitzat va ser Peatex Flakes Small Neutral (AM Nutrition Ingredients, Denmark), desenvolupat al 100% amb pèsols grocs (*Pisum sativum L.*).

El reemplaçant de NaCl va ser Nutek salt, una preparació de KCl en pols, obtingut del proveïdor Barentz Camps y Jové (Barcelona).

##### 4.1.2. Preparació de l'emulsió

La preparació de l'emulsió va ser preparada en acord a les especificacions del proveïdor: primer es van pre-hidratar els pèsols durant 20-30 minuts amb aigua freda amb una relació 1:3. Després d'aquest repòs el producte ja va ser apte per ser picat i incorporar-se a la formulació.

##### 4.1.3. Preparació i formulació dels fuets

Es van fabricar quatre formulacions diferents de fuet. El disseny experimental amb les diferents formulacions es descriu a la taula 19. El primer tractament és l'estàndard preparat amb un 40% de greix de porc, mentre que en la resta de fórmules es va reduir la quantitat de greix progressivament essent reemplaçat per proteïna de pèsol texturitzada. Les mostres FSG1 representen el control formulat amb els ingredients de la producció habitual mentre que la resta de fórmules estan reduïdes en NaCl un 30% respecte la formulació inicial.

**Taula 19.** Formulacions de fuet utilitzats per a l'estudi 4

Tractament	Carn de porc	Greix de porc	Proteïna de pèsol	NaCl	KCl
FSG1	60%	40%	-	1,71%	0%
FSG2	60%	30%	10%	1,20%	0,51%
FSG3	60%	25%	15%	1,20%	0,51%
FSG4	60%	20%	20%	1,20%	0,51%

FSG1: 40% de greix de porc + 70%NaCl; FSG2: 30% greix de porc + 10% proteïna de pèsol + 70% NaCl ; FSG3: 25% greix de porc + 15% proteïna de pèsol + 70% NaCl; FSG4: 20% greix de porc + 20% proteïna de pèsol + 70%NaCl.

Per a la fabricació del producte, la matèria primera va ser homogeneïtzada i picada durant 1 minut en una cutter refrigerada (2°C) (Velati, Tribiano, Itàlia).

Els additius (NaCl, nitrats i nitrits, lactosa, dextrina, espècies, antioxidants) es van afegir a l'amassadora (Velati, Tribiano, Itàlia) juntament amb la carn de porc i els reemplaçants del NaCl segons cada una de les formulacions.

Finalment, la massa es va homogeneïtzar al buit durant 2 minuts.

La barreja de carn es va embotir en tripes de col·lagen de 40-42mm de diàmetre (Van Hessen, La Puebla de Montalbán, Toledo, Espanya) i el producte resultant es va sotmetre a un procés d'assecat a 10-12°C i un 70-85% d'humitat relativa durant 21 dies.

## 4.2. Caracterització del producte

### 4.2.1. Anàlisi físic-químic

Per a la caracterització físico-química del producte totes les analítiques es van realitzar al final del procés de curat de 21 dies i en tots els casos es van fer per triplicat.

L'anàlisi del contingut d'humitat, cendra, proteïna, greix i sucre es va realitzar segons els mètodes oficials de l'Associació de Mètodes Oficials d'Analistes Químics (AOAC, 1997) (taula 8). El contingut de la humitat de les mostres es va determinar mitjançant el mètode gravimètric assecant 2 g de la mostra picada a

103 ± 2 °C fins a un pes constant en un forn d'aire (AOAC, 950,46). El contingut de cendres es va determinar mitjançant un forn de mufla a 550 - 600 °C durant 4 h (AOAC, 920.153). El greix es va determinar mitjançant el mètode Soxhlet utilitzant éter de petroli com a dissolvent d'extracció (AOAC, 985.15). El nitrogen orgànic total es va determinar mitjançant el procediment Kjeldahl. El contingut de proteïnes de les mostres es va calcular utilitzant 6,25 com a factor de conversió (Proteïna total = nitrogen × 6,25) (AOAC, 992.15).

El contingut total d'hidrats de carboni es va estimar per diferència i l'energia mitjançant el càlcul. Els sucres es van determinar mitjançant el mètode Luff-Schoorl. La determinació del sodi es va realitzar per absorció atòmica segons el mètode de l'AOAC 986.08.

#### 4.2.2. Test de consumidors

Un grup de 100 consumidors regulars de fuet de 18 a 63 anys, un 66% dones i un 34% homes, van participar en l'estudi. Van ser reclutats per un anunci al campus de la mateixa la universitat, UVic-UCC. Més de la meitat dels consumidors eren estudiants i personal de la universitat i la resta es van contactar des d'una base de dades de consumidors no relacionats amb la universitat, amb qui es va contactar per assistir a les sessions.

Tots els consumidors van participar en dues condicions d'avaluació, a cegues i informada. A la primera sessió, només es van presentar les mostres (condició cega (B)) als consumidors per tal que avaluessin la seva acceptabilitat general després d'haver completat un qüestionari CATA. L'acceptabilitat es va avaluar mitjançant una escala hedònica no-estructurada de nou punts (1 "no m'agrada gens" a 9 "m'agrada molt"). Al qüestionari CATA, es va demanar als participants que indiquessin quins dels termes de la llista eren adequats per a descriure cadascuna de les mostres de fuet. Aquests termes eren color fosc, poc greixós, molt greixós, olor característic fuet, mala olor, gust característic de fuet, picant, mal gust, àcid, poc salat, molt salat, poc gust de fuet, deliciós, dur i tendre. Els termes es van seleccionar a partir d'estudis anteriors (Jorge et al., 2015; Pollonio, 2015).

Finalment, les mostres es van avaluar utilitzant una escala Just About Right, que permet conèixer el punt just (ideal) dels atributs en les mostres que s'avaluen. En aquest cas concret, aquesta metodologia es va utilitzar per valorar la intensitat del gust salat i la intensitat de gust de fuet (annex 8).

A la segona sessió, un mes més tard, els consumidors van rebre l'etiquetatge i el producte corresponent per a la degustació (condició informada (I)). Van valorar tant l'acceptabilitat com les característiques sensorials dels productes a través d'un qüestionari CATA.

A més a més, també van avaluar les mostres utilitzant l'escala JAR una vegada coneixien l'etiquetatge de cada producte.

Les etiquetes es van preparar expressament per a aquest estudi amb l'ajut del programa Bizerba (Intermec PC43t, Joppa, USA), incloent una imatge de l'envàs i informació sobre el tipus de producte (taula 20). Tots els consumidors van assistir a les dues sessions del laboratori de gust de la UVic-UCC.

**Taula 20.** Característiques principals de les mostres declarades en l'etiquetatge de l'estudi 4

Mostra	Denominació de producte	Ingredients principals declarats en l'etiquetatge	Energia (kcal)	Proteïnes (%)	Greix total (%)	Hidrats de carboni (%)	Sucres (%)	Sal (%)
FSG1	Fuet Espetec	Magre i greix de porc, sal, lactosa, dextrina, dextrosa, espècies, antioxidants (ascorbat de sodi i citrat de sodi), conservants (nitrit de sodi i nitrat de potassi).	422	27,0	31,9	6,6	4,84	4,3
FSG2	Fuet Espetec amb proteïna de pèsol	Magre i greix de porc, proteïna de pèsol, sal, lactosa, KCl, dextrina, dextrosa, espècies, antioxidants (ascorbat de sodi i citrat de sodi), conservants (nitrit de sodi i nitrat de potassi).	402	27,1	29,7	6,6	5,0	3,4
FSG3	Fuet Espetec amb proteïna de pèsol	Magre i greix de porc, proteïna de pèsol, sal, lactosa, KCl, dextrina, dextrosa, espècies, antioxidants (ascorbat de sodi i citrat de sodi), conservants (nitrit de sodi i nitrat de potassi).	394	29,0	27,6	7,1	4,9	3,3
FSG4	Fuet Espetec amb proteïna de pèsol	Magre i greix de porc, proteïna de pèsol, sal, lactosa, KCl, dextrina, dextrosa, espècies, antioxidants (ascorbat de sodi i citrat de sodi), conservants (nitrit de sodi i nitrat de potassi).	376	28,7	25,7	7,6	5,4	3,2

(Font: elaboració pròpia)

Es van servir porcions de prova de fuet (3 mm de gruix) en plats blancs d'un sol ús codificats amb tres dígitos numèrics aleatoris (com per a l'avaluació sensorial del panell entrenat), en un laboratori sensorial a temperatura de  $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Durant tota l'avaluació sensorial, hi havia aigua mineral i bastonets de pa a disposició dels tastadors per a poder netejar-se la boca.

### 4.3. Anàlisi estadístic

Per a cada formulació, els resultats es van expressar com a mitjana i desviació estàndard dels resultats obtinguts de totes les avaluacions. La diferència entre la mitjana de valors es va determinar mitjançant l'anàlisi de la variància (ANOVA); el grau de significança es va establir utilitzant els test de Tukey.  $P < 0,05$  es va considerar estadísticament significatiu.

Els resultats del qüestionari CATA es van analitzar mitjançant l'anàlisi de freqüències de citacions per a cada atribut sensorial de cada producte. Mitjançant el programa estadístic SPSS versió V.26.0 (IBM Corp, Armonk, NY, USA) es va realitzar la prova Cochran's Q per trobar diferències entre mostres segons els atributs obtinguts del qüestionari CATA. Els valors es van avaluar tant en condicions cegues com informades utilitzant el test McNemar per identificar diferències significatives entre mostres.

Per a l'anàlisi de penalitzacions, els resultats de les proves d'anàlisi sensorial es van analitzar per diferències significatives mitjançant una prova t de n mostres ( $p < 0.10$ ) mitjançant XLSTAT amb Windows Version 2010 software (Addinsoft, Paris, France).





## IV. RESULTATS I DISCUSSIÓ

---



## **ESTUDI 1: Impacte de a reducció de sal en un producte càrnic cru-curat sobre les característiques físico-químiques i sensorials**

### **1.1 Resultats físic-químics**

Els resultats de les característiques físic-químiques de les mostres de fuet reduïdes en sal i el reemplaçament de la qual es va realitzar mitjançant KCl, CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub> i aroma es mostren a la taula 21.

Els resultats de la humitat mostren que les humitats més baixes són les corresponents a les mostres FS8, FS1, FS9, FS4 i FS7, seguit de FS6 i FS5. Les humitats més elevades corresponent a les mostres FS2 i FS3, en les quals hi ha hagut una reducció de NaCl sense l'addició de cap reemplaçant.

De manera similar, Guàrdia et al. (2008) en fuets reduïts en NaCl reemplaçats amb KCl (0-50%) i lactat de potassi (0-50%) va observar valors d'humitat més baixos en els tractaments amb valors més alts de KCl i valors d'humitats més alts en el control (Guàrdia et al., 2008).

Gelabert (2003) va reemplaçar NaCl per KCl, lactat potàssic i/o glicina (0-40%) i va observar la menor humitat en la mostra amb un 40% de substitució (Gelabert et al., 2003). Per tant, en tots aquests estudis sembla que la tendència és que la humitat disminueix a mesura que s'augmenta la substitució del NaCl, tendència que es justifica ja que l'NaCl té un efecte de solubilització de les proteïnes degut a l'augment de la força iònica i la seva posterior gelificació i lligat de les partícules que componen el fuet (Ruusunen, 2005).

Per altra banda, cal dir que en quan a la humitat a nivell industrial s'observa una variabilitat entre mostres d'embotits curats, ja que depenent a quin punt de l'assecador són curats, a quina alçada, etc., pot produir-se una variabilitat en el procés d'assecat/curat del producte provocant d'aquesta manera sensibles diferències d'humitat en el producte final.

Taula 21. Composició físico-químics de les mostres de fuet avaluades en l'estudi 1

Mostres	Humitat (%)	Proteïna (%)	% proteïna/extracte sec	Greix (%)	% greix/extracte sec	Hidrats de carboni (%)	% hidrats/extracte sec	Cendres (%)	%cendres/extracte sec
FS1	25,23±0,11 <sup>a</sup>	26,65±0,07 <sup>c</sup>	35,64±0,05 <sup>bc</sup>	38,86±0,10 <sup>ab</sup>	51,97±0,09 <sup>a</sup>	4,75±0,10 <sup>a</sup>	6,35±0,14 <sup>a</sup>	4,51±0,11 <sup>cd</sup>	6,04±0,14 <sup>c</sup>
FS2	26,7±0,14 <sup>c</sup>	26,24±0,07 <sup>bc</sup>	35,8±0,04 <sup>c</sup>	38,69±0,02 <sup>ab</sup>	52,79±0,08 <sup>bc</sup>	4,70±0,06 <sup>a</sup>	6,41±0,07 <sup>a</sup>	3,67±0,04 <sup>a</sup>	5,01±0,04 <sup>a</sup>
FS3	27,06±0,12 <sup>c</sup>	26,12±0,12 <sup>bc</sup>	35,8±0,16 <sup>c</sup>	38,30±0,11 <sup>a</sup>	52,51±0,11 <sup>abc</sup>	4,73±0,10 <sup>a</sup>	6,48±0,15 <sup>a</sup>	3,80±0,15 <sup>ab</sup>	5,21±0,20 <sup>ab</sup>
FS4	25,35±0,06 <sup>a</sup>	26,51±0,11 <sup>bc</sup>	35,51±0,12 <sup>bc</sup>	39,19±0,32 <sup>b</sup>	52,49±0,45 <sup>abc</sup>	4,74±0,09 <sup>a</sup>	6,35±0,13 <sup>a</sup>	4,21±0,34 <sup>abc</sup>	5,64±0,45 <sup>abc</sup>
FS5	26,14±0,17 <sup>b</sup>	24,89±0,31 <sup>a</sup>	33,70±0,35 <sup>a</sup>	39,11±0,02 <sup>b</sup>	52,95±0,08 <sup>c</sup>	4,75±0,03 <sup>a</sup>	6,43±0,03 <sup>a</sup>	5,11±0,16 <sup>d</sup>	6,92±0,24 <sup>d</sup>
FS6	25,91±0,08 <sup>b</sup>	26,06±0,23 <sup>c</sup>	35,19±0,2 <sup>bc</sup>	38,81±0,23 <sup>ab</sup>	52,41±0,09 <sup>abc</sup>	4,74±0,11 <sup>a</sup>	6,41±0,15 <sup>a</sup>	4,44±0,27 <sup>c</sup>	5,99±0,37 <sup>bc</sup>
FS7	25,36±0,32 <sup>a</sup>	26,13±0,34 <sup>bc</sup>	35,00±0,47 <sup>b</sup>	39,14±0,32 <sup>b</sup>	52,44±0,30 <sup>abc</sup>	5,05±0,25 <sup>a</sup>	6,76±0,32 <sup>a</sup>	4,33±0,11 <sup>bc</sup>	5,8±0,16 <sup>abc</sup>
FS8	24,87±0,30 <sup>a</sup>	26,37±0,16 <sup>bc</sup>	35,10±0,25 <sup>bc</sup>	39,75±0,19 <sup>c</sup>	52,91±0,23 <sup>c</sup>	4,77±0,25 <sup>a</sup>	6,35±0,31 <sup>a</sup>	4,24±0,14 <sup>abc</sup>	5,64±0,19 <sup>abc</sup>
FS9	25,30±0,10 <sup>a</sup>	26,47±0,20 <sup>bc</sup>	35,44±0,22 <sup>bc</sup>	39,03±0,13 <sup>b</sup>	52,25±0,14 <sup>ab</sup>	5,00±0,18 <sup>a</sup>	6,65±0,24 <sup>a</sup>	4,23±0,35 <sup>abc</sup>	5,66±0,47 <sup>abc</sup>

FS1 : 100% NaCl; FS2: 70% NaCl; FS3: 60% NaCl; FS4: 70% NaCl + 30% KCl; FS5: 60% NaCl + 40% KCl; FS6: 70% NaCl + 10% KCl + 15% CaCl<sub>2</sub> + 5% MgCl<sub>2</sub>; FS7: 70% NaCl + 20% KCl + 5% CaCl<sub>2</sub> + 5% MgCl<sub>2</sub>; FS8: 70% NaCl + 30% KCl+ aroma Umami; FS9: 60% NaCl + 40% KCl + aroma Umami

Valors (mitjana ± desviació estàndard) en la mateixa columna amb lletra diferent comporta que són significativament diferents (p <0.05) (a- d).

Pel que respecta a la proteïna i els greixos s'observen petites diferències entre mostres que podrien ser degudes a la variabilitat del procés de curat comentat anteriorment, ja que els anàlegs de NaCl utilitzats no contenen ni proteïnes ni greixos en la seva composició.

En relació als hidrats de carboni no s'observen diferències significatives entre les diferents mostres tal i com mostren els valors resultants de l'anàlisi.

En el cas dels resultats de cendres sí que s'observen valors més baixos en el cas de les mostres FS2 i FS3 les quals podrien ser degudes al fet de la no substitució de NaCl per cap altra sal equivalent, i per tant, hi ha un menor contingut mineral; és a dir al contenir menys quantitats de sals minerals en fórmula, el contingut de cendres és menor.

En la taula 22 s'observa que les mostres on s'ha reduït el NaCl (FS2-FS9), presenten continguts de sodi reduïts.

**Taula 22.** Percentatge de reducció de NaCl en les mostres de fuet avaluades en l'estudi 1

Mostra	NaCl (%)	% Reducció NaCl	NaCl (%) sobre extracte sec	% Reducció NaCl sobre extracte sec
FS1	3,53±0,09 <sup>e</sup>	-	4,72±0,12 <sup>d</sup>	-
FS2	2,69±0,06 <sup>d</sup>	23,80%	3,67±0,08 <sup>c</sup>	22,17%
FS3	2,31±0,09 <sup>a</sup>	34,56%	3,1±0,13 <sup>a</sup>	32,82%
FS4	2,75±0,07 <sup>d</sup>	22,10%	3,69±0,09 <sup>c</sup>	21,87%
FS5	2,36±0,12 <sup>a</sup>	33,14%	3,20±0,15 <sup>a</sup>	32,23%
FS6	2,66±0,06 <sup>bcd</sup>	24,65%	3,59±0,08 <sup>c</sup>	24,01%
FS7	2,44±0,06 <sup>ab</sup>	30,88%	3,27±0,09 <sup>ab</sup>	30,67%
FS8	2,66±0,07 <sup>cd</sup>	24,65%	3,55±0,11 <sup>bc</sup>	24,90%
FS9	2,45±0,05 <sup>abc</sup>	30,59%	3,28±0,11 <sup>ab</sup>	30,62%

FS1: 100% NaCl; FS2: 70% NaCl; FS3: 60% NaCl; FS4: 70% NaCl + 30% KCl; FS5: 60% NaCl + 40% KCl; FS6: 70% NaCl + 10% KCl + 15% CaCl<sub>2</sub> + 5% MgCl<sub>2</sub>; FS7: 70% NaCl + 20% KCl + 5% CaCl<sub>2</sub> + 5% MgCl<sub>2</sub>; FS8: 70% NaCl + 30% KCl+ aroma Umami; FS9: 60% NaCl + 40% KCl + aroma Umami. Valors (mitjana ± desviació estàndard) en la mateixa columna amb lletra diferent comporta que són significativament diferents (p <0.05) (a-e).

També s'observa que a major reducció de sodi respecte la formulació estàndard, la reducció final també és major, independentment de si s'ha reemplaçat el sodi per un altre ingredient o barreja d'aquests. Així, una reducció del 30% del sodi respecte la formulació inicial representa una reducció del 23-25% de reducció final, mentre que una reducció del 40% en la formulació inicial representa una reducció entre el 30-34%. Aquesta reducció és de gran rellevància, ja que a nivell legal segons la Reglamentació relativa a les declaracions nutricionals i de propietats saludables en els aliments, per a poder fer una alegació nutricional es necessita que hi hagi una reducció de sodi del 25% respecte el producte de referència (Reglament (CE) No 1924/2006).

En quant a les propietats físiques de les mostres, observem a nivell de textura que en termes de duresa la mostra més dura és la mostra FS4 seguida de la mostra control i molt a prop de la mostra FS6. Les diferències més significatives es s'observen a les mostres FS2 i FS3 on l'NaCl no ha estat reemplaçat per cap sal, fet que es podria explicar a que es redueixi la força iònica necessària per a la dissolució i extracció de les proteïnes miofibril·lars responsables de l'emulsificació, gelatinització i capacitat de retenció d'aigua, entre d'altres. Efecte que també evidencia Horita et al., (2011). A diferència dels resultats obtinguts per Claudia Fieria (2015) que va reemplaçar NaCl per KCl, MgCl<sub>2</sub> i CaCl<sub>2</sub> en salamis. Contràriament, en aquest cas, l'addició d'aquestes sals van augmentar la duresa del producte així com també la mastegabilitat d'aquest (Fieira, 2015) en comparació amb la mostra de referència. També, dos Santos (2017) va reemplaçar el NaCl en salsitxes curades fermentades per KCl, CaCl<sub>2</sub> el qual va comportar un augment de la duresa en mostres on s'havia afegit CaCl<sub>2</sub> (dos Santos, 2017).

A la taula 23 es poden observar els resultats de textura i color de les diferents mostres d'estudi.

Com es pot veure les mostres FS2 i FS3 són les que tenen una duresa més baixa, coincidint amb les mostres que no porten cap tipus de reemplaçant del NaCl i tenen un menor contingut de NaCl, cosa que ens mostra la importància tecnològica del reemplaçat de les sals en termes de textura.

**Taula 23.** Anàlisi de textura i color instrumental

Formulació	Duresa (N)	Elasticitat (N*m)	Mastegabilitat (N/mm)	L*	b*	a*
FS1	62,73±6,14 <sup>bc</sup>	0,46±0,11 <sup>a</sup>	0,27±0,01 <sup>bc</sup>	43,43±2,29 <sup>a</sup>	15,85±1,50 <sup>a</sup>	9,83±0,38 <sup>a</sup>
FS2	41,1±1,68 <sup>a</sup>	0,52±0,11 <sup>a</sup>	0,19±0,00 <sup>a</sup>	47,02±1,03 <sup>ab</sup>	15,25±0,28 <sup>a</sup>	10,31±0,45 <sup>a</sup>
FS3	44,09±6,69 <sup>a</sup>	0,59±0,21 <sup>a</sup>	0,24±0,03 <sup>ab</sup>	48,73±1,25 <sup>b</sup>	15,2±0,88 <sup>a</sup>	9,87±0,44 <sup>a</sup>
FS4	70,92±4,87 <sup>c</sup>	0,73±0,16 <sup>a</sup>	0,3±0,03 <sup>c</sup>	49,04±2,62 <sup>b</sup>	13,99±2,44 <sup>a</sup>	9,85±1,21 <sup>a</sup>
FS5	52,31±8,75 <sup>ab</sup>	0,87±0,20 <sup>a</sup>	0,24±0,02 <sup>b</sup>	44,99±0,46 <sup>ab</sup>	16,09±0,65 <sup>a</sup>	9,81±0,34 <sup>a</sup>
FS6	62,13±3,37 <sup>bc</sup>	0,58±0,10 <sup>a</sup>	0,28±0,02 <sup>bc</sup>	46,79±1,17 <sup>ab</sup>	14,86±0,39 <sup>a</sup>	9,55±0,61 <sup>a</sup>
FS7	51,20±5,45 <sup>ab</sup>	0,73±0,37 <sup>a</sup>	0,29±0,01 <sup>bc</sup>	44,9±0,69 <sup>ab</sup>	16,35±0,41 <sup>a</sup>	9,23±0,62 <sup>a</sup>
FS8	57,65±5,78 <sup>abc</sup>	0,48±0,01 <sup>a</sup>	0,24±0,02 <sup>ab</sup>	45,72±0,78 <sup>ab</sup>	15,23±0,94 <sup>a</sup>	9,99±0,90 <sup>a</sup>
FS9	55,46±8,88 <sup>abc</sup>	0,55±0,19 <sup>a</sup>	0,24±0,02 <sup>ab</sup>	46,31±2,66 <sup>ab</sup>	15,91±0,63 <sup>a</sup>	10,17±1,12 <sup>a</sup>

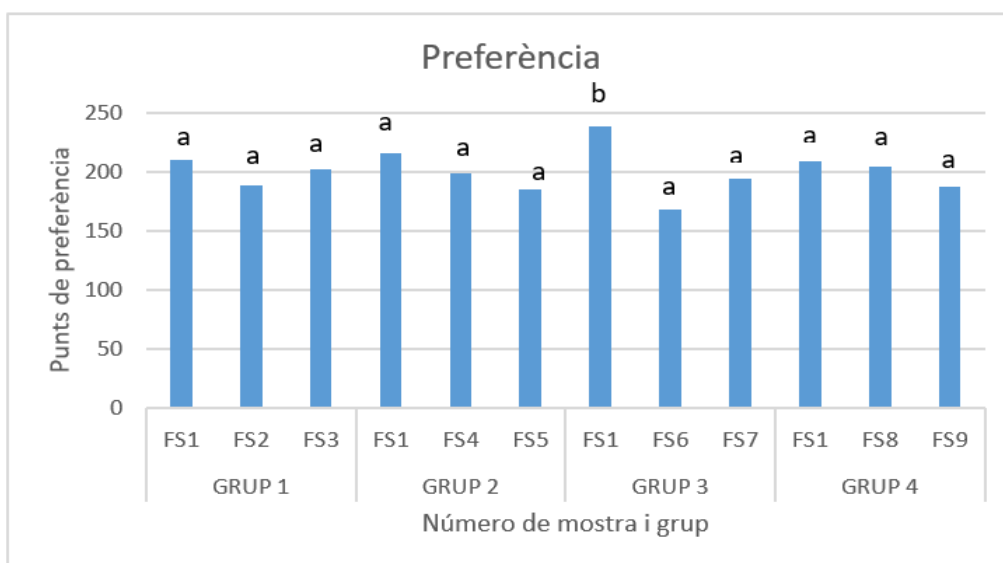
FS1 : 100%NaCl; FS2: 70%NaCl; FS3: 60%NaCl; FS4: 70%NaCl+30%KCl; FS5: 60%NaCl+40%KCl; FS6:70%NaCl+10%KCl+15%CaCl<sub>2</sub>+5%MgCl<sub>2</sub>; FS7: 70%NaCl+20%KCl+5%CaCl<sub>2</sub>+ 5%MgCl<sub>2</sub>; FS8: 70%NaCl+30%KCl+ aroma Umami; FS9: 60%NaCl+40%KCl+aroma Umami. Valors (mitjana ± desviació estàndard) en la mateixa columna amb lletra diferent comporta que són significativament diferents (p <0.05) (a - c).

El mateix resultat relacionat amb la duresa va obtenir Marta Laranjo (2016) en la reducció de sal en fuet sense la substitució per cap altre ingredient, on va revelar que a mesura que es reduïa el contingut de sal es produïa també una reducció en la duresa, la mastegabilitat i un augment en els valors d'adhesivitat (Laranjo, 2016).

## 1.2. Estudi de consumidors

Els resultats de les proves d'ordenació realitzades en l'estudi 1 en relació a la preferència i a la intensitat de gust salat es mostren en les figures 6 i 7 respectivament.

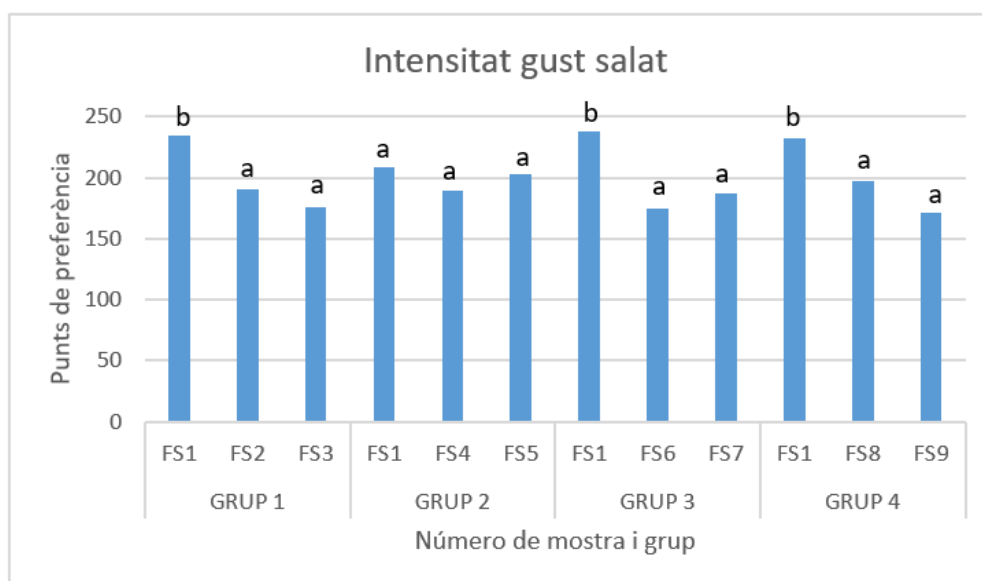
En relació a la preferència de les mostres, en general s'observa que el consumidor no percep diferències significatives entre les mostres avaluades, tot i que la mostra FS1 en tots els casos ha obtingut una puntuació major. Tan sols en les mostres del grup 3, la mostra FS1 que correspon a la mostra control de l'estudi ocupa la primera posició amb diferència significativa respecte les altres. Per tant, clarament es demostra que la substitució de NaCl per CaCl<sub>2</sub> i MgCl<sub>2</sub> perjudica l'acceptabilitat del fuet.



**Figura 6.** Prova d'ordenació segons preferència

FS1: 100% NaCl; FS2: 70% NaCl; FS3: 60% NaCl; FS4: 70% NaCl + 30% KCl; FS5: 60% NaCl + 40% KCl; FS6: 70% NaCl + 10% KCl + 15% CaCl<sub>2</sub> + 5% MgCl<sub>2</sub>; FS7: 70% NaCl + 20% KCl + 5% CaCl<sub>2</sub> + 5% MgCl<sub>2</sub>; FS8: 70% NaCl + 30% KCl+ aroma Umami; FS9: 60% NaCl + 40% KCl + aroma Umami.

Les lletres a i b diferents en un mateix grup indiquen diferències significatives (segons el test estadístic de Friedman).



**Figura 7.** Prova ordenació segons intensitat gust salat

FS1: 100% NaCl; FS2: 70% NaCl; FS3: 60% NaCl; FS4: 70% NaCl + 30% KCl; FS5: 60% NaCl + 40% KCl; FS6: 70% NaCl + 10% KCl + 15% CaCl<sub>2</sub> + 5% MgCl<sub>2</sub>; FS7: 70% NaCl + 20% KCl + 5% CaCl<sub>2</sub> + 5% MgCl<sub>2</sub>; FS8: 70% NaCl + 30% KCl+ aroma Umami; FS9: 60% NaCl + 40% KCl + aroma Umami.

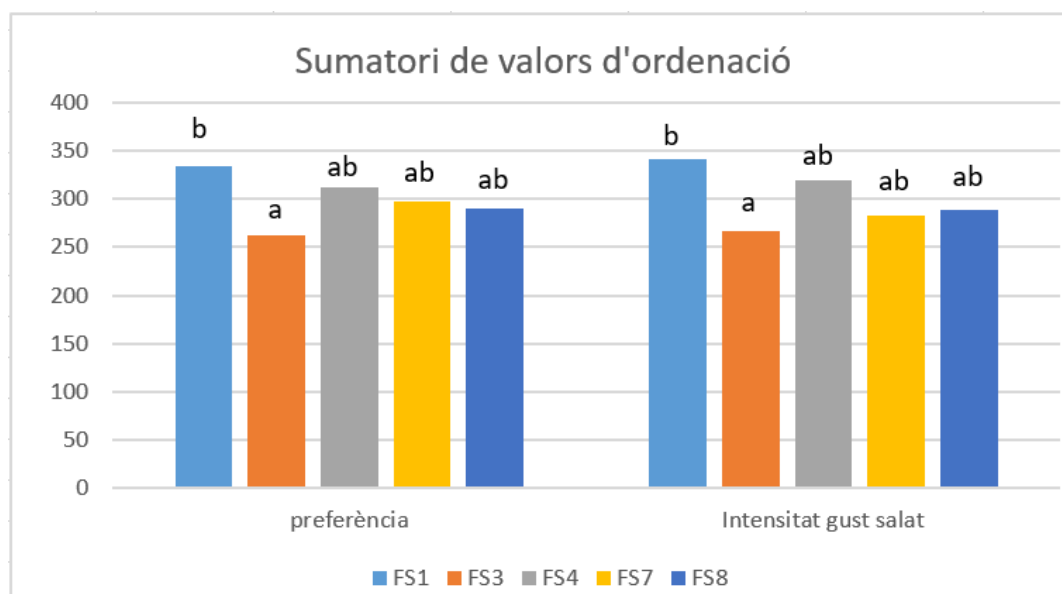
Les lletres a i b diferents en un mateix grup indiquen diferències significatives (segons el test estadístic de Friedman)



En relació a l'ordenació de les mostres segons la intensitat del gust salat, s'observen diferències significatives en 3 dels 4 grups avaluats. Aquest fet indica que reemplaçant una part del NaCl per diferents sals, KCl, MgCl<sub>2</sub> i/o CaCl<sub>2</sub> afecta significativament a la percepció del gust salat, atribut característic del producte en estudi. De la mateixa manera que en quant a la preferència, la mostra FS1 que correspon a la mostra control de l'estudi és la que sempre ocupa la primera posició, fet que indica que aquest producte és reconegut pel seu característic gust salat.

En base als resultats obtinguts en la primera part de l'estudi 1 on els productes es van avaluar a través de proves d'ordenació, es seleccionen les mostres amb una puntuació més alta de cada grup segons la preferència dels consumidors, sense tenir en compte la mostra control, per a fer de nou una avaluació a través d'una prova d'ordenació. Per tant, del grup 1 es selecciona la mostra FS3, en el grup 2 la mostra FS4, en el grup 3 la mostra FS7 i en el grup 4 la mostra FS8.

Per a dur a terme aquesta valuació també s'inclou la mostra control com a referència (figura 8).



**Figura 8.** Sumatori de valors d'ordenació assignats per cada catador a cadascuna de les mostres de l'estudi 1

FS1: 100% NaCl; FS3: 60% NaCl; FS4: 70% NaCl + 30% KCl; FS7: 70% NaCl + 20% KCl + 5% CaCl<sub>2</sub> + 5% MgCl<sub>2</sub>; FS8: 70% NaCl + 30% KCl+ aroma Umami. Les lletres a i b diferents en un mateix grup indiquen diferències significatives (segons el test estadístic de Friedman)

Tal i com mostren els resultats reflectits en la figura 8, s'observen clarament diferències significatives entre la mostra FS1 i la mostra FS3, tant pel que fa a la preferència com a la intensitat del gust salat. Pel que fa a la preferència dels consumidors la mostra FS1 queda en primera posició. En quan a la resta de mostres veiem que FS3 queda molt desbancada respecte les altres mostres, reduint la preferència significativament. Pel que fa a la resta de mostres, FS4, FS7 i FS8 es troben entremig de la mostra control i la mostra FS3.

La percepció de gust salat segueix la mateixa tendència que la preferència de les mostres en quant a acceptabilitat global; és a dir, com més salada troben la mostra més els hi agrada. Resultats que orienten a discernir que en el cas del fuet, el consumidor el consumeix el fuet pel seu sabor agradable, característicament salat, el qual li proporciona plaer al menjar-lo.

Aquests resultats indiquen que els catadors troben diferències estadísticament significatives entre les mostres tant per la preferència com per a la percepció del gust salat. En aquest sentit, les mostres FS4, FS7 i FS8 van ser percebudes com a mostres més semblants amb FS1 (control) en quant a la preferència i el gust salat que la mostra FS3. I precisament la mostra FS3 no conté cap reemplaçant del NaCl que s'ha eliminat de la formulació, per tant, l'efecte del NaCl no s'ha reemplaçat per cap altre ingredient fet que podria explicar el diferent comportament en quan a la percepció dels consumidors d'aquesta mostra.

A la taula 24 es mostren els resultats del perfil sensorial de les 5 mostres escollides en el primer estudi d'ordenació.

No es troben diferències estadísticament significatives ( $p < 0,05$ ) entre mostres pels atributs analitzats de foscor, color vermell, intensitat d'olor, gust àcid, gust amarg, mal gust, elasticitat, mastegabilitat i adhesivitat, mentre que en la lluminositat, el sabor salat i la duresa sí. Veiem en quant a la duresa que la mostra FS1 (control) és la que ha estat valorada com a més dura, seguida de la mostra FS4, la qual també han estat la que ha mostrat més duresa en l'anàlisi instrumental de textura. Es troba representat gràficament a la figura 9.

**Taula 24.** Perfil sensorial descriptiu de les mostres de l'estudi 1

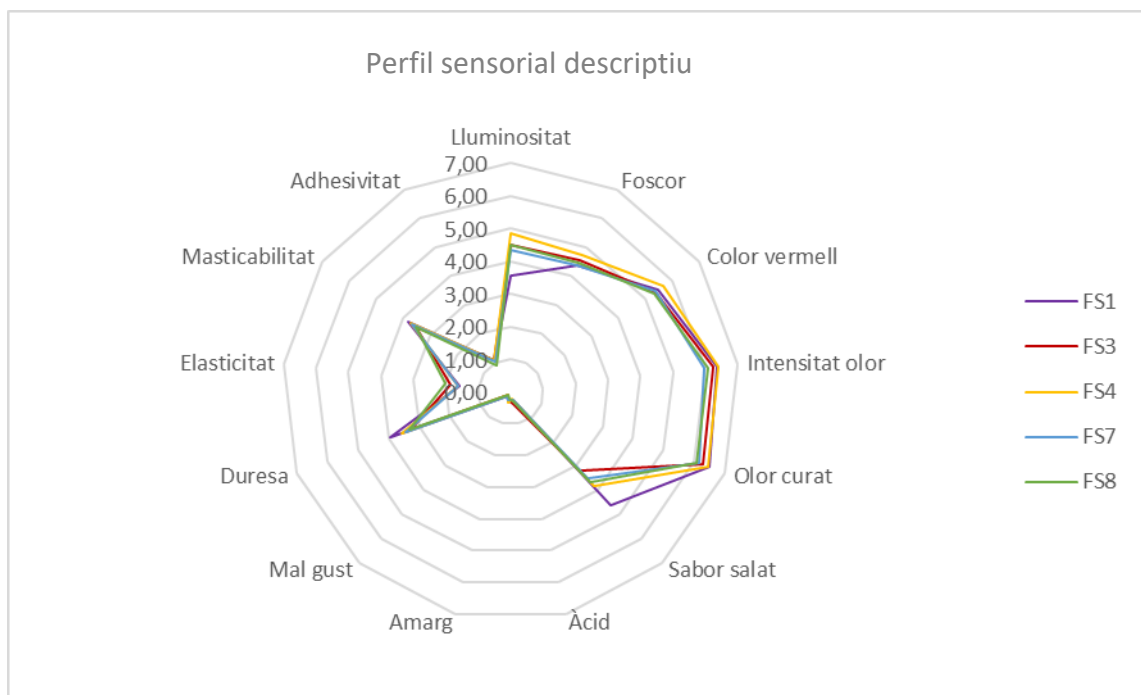
Mostres	Lluminositat	Foscor	Color vermell	Intensitat olor	Olor curat	Sabor salat	Àcid	Amarg	Mal gust	Duresa	Elasticitat	Mastegabilitat	Adhesivitat
FS1	3,57±0,42 <sup>a</sup>	4,38±0,64 <sup>a</sup>	5,47±0,54 <sup>a</sup>	6,35±0,74 <sup>a</sup>	6,48±0,90 <sup>a</sup>	4,63±0,49 <sup>c</sup>	0,25±0,16 <sup>a</sup>	0,27±0,22 <sup>a</sup>	0,19±0,33 <sup>a</sup>	3,94±0,45 <sup>b</sup>	1,5±0,52 <sup>a</sup>	3,8±0,60 <sup>a</sup>	1,08±0,27 <sup>a</sup>
FS3	4,51±0,53 <sup>b</sup>	4,55±0,70 <sup>a</sup>	5,38±0,54 <sup>a</sup>	6,25±0,71 <sup>a</sup>	6,28±0,67 <sup>a</sup>	3,19±0,38 <sup>a</sup>	0,37±0,55 <sup>a</sup>	0,25±0,14 <sup>a</sup>	0,13±0,09 <sup>a</sup>	3,26±0,17 <sup>a</sup>	1,86±0,35 <sup>a</sup>	3,51±0,32 <sup>a</sup>	1,08±0,54 <sup>a</sup>
FS4	4,83±0,52 <sup>b</sup>	4,73±0,50 <sup>a</sup>	5,68±0,62 <sup>a</sup>	6,41±0,74 <sup>a</sup>	6,48±0,71 <sup>a</sup>	3,83±0,52 <sup>b</sup>	0,23±0,11 <sup>a</sup>	0,33±0,21 <sup>a</sup>	0,11±0,07 <sup>a</sup>	3,58±0,58 <sup>ab</sup>	1,62±0,38 <sup>a</sup>	3,7±0,31 <sup>a</sup>	1,11±0,33 <sup>a</sup>
FS7	4,32±0,60 <sup>b</sup>	4,37±0,82 <sup>a</sup>	5,4±1,08 <sup>a</sup>	5,97±1,04 <sup>a</sup>	6,17±1,02 <sup>a</sup>	3,55±0,44 <sup>ab</sup>	0,24±0,14 <sup>a</sup>	0,26±0,13 <sup>a</sup>	0,16±0,15 <sup>a</sup>	3,49±0,27 <sup>a</sup>	1,61±0,33 <sup>a</sup>	3,65±0,28 <sup>a</sup>	1,05±0,25 <sup>a</sup>
FS8	4,51±0,55 <sup>b</sup>	4,43±0,79 <sup>a</sup>	5,32±0,89 <sup>a</sup>	6,07±0,57 <sup>a</sup>	6,08±0,75 <sup>a</sup>	3,67±0,73 <sup>ab</sup>	0,28±0,31 <sup>a</sup>	0,23±0,12 <sup>a</sup>	0,15±0,09 <sup>a</sup>	3,3±0,40 <sup>a</sup>	2,01±0,73 <sup>a</sup>	3,53±0,33 <sup>a</sup>	0,91±0,16 <sup>a</sup>

FS1 : 100%NaCl; FS3: 60%NaCl; FS4: 70%NaCl+30%KCl; FS7: 70%NaCl+20%KCl+5%CaCl<sub>2</sub>+ 5%MgCl<sub>2</sub>; FS8: 70%NaCl+30%KCl+ aroma Umami.

Valors (mitjana ± desviació estàndard) en la mateixa columna amb lletra diferent comporta que són significativament diferents (p <0.05).

Respecte al sabor salat, clarament la mostra FS1 obté la major puntuació com a mostra més salada. Per contra, la mostra FS3 és la mostra percebuda com a menys salada, que coincideix amb la mostra on no s'ha afegit reemplaçant del NaCl eliminat, per tant, és la mostra amb un menor percentatge de sal.

Pel que fa a la lluminositat també trobem diferències estadísticament significatives ( $p < 0,05$ ) entre la mostra control i la resta de mostres, essent la control, la mostra amb un valor més baix de lluminositat. En l'anàlisi de textura instrumental també la mostra FS1 és la mostra amb un valor de lluminositat més baix. Resultats semblants es van trobar en un estudi en salsitxes curades on es va reemplaçar parcialment l'NaCl per KCl i  $\text{CaCl}_2$ . Es va concloure que les mostres modificades tendien a tenir un color més lleuger. Aquest resultat es pot explicar ja que els reemplaçants utilitzats són de color blanc i el fet d'afegir-se al producte pot tenir una influència al color.



**Figura 9.** Perfil sensorial descriptiu de les mostres de l'estudi 1

FS1: 100% NaCl; FS3: 60% NaCl; FS4: 70% NaCl+30% KCl; FS7: 70% NaCl + 20% KCl + 5%  $\text{CaCl}_2$  + 5%  $\text{MgCl}_2$ ; FS8: 70% NaCl + 30% KCl + aroma Umami

Aquests resultats s'alinien amb els resultats obtinguts per Gou et al., (1996) en productes càrnics curats on indiquen que substitucions de fins a un 50% de NaCl per KCl no afecten a la textura o el color del producte, a més a més proporcionen un gust acceptable sense que s'aprecii un sabor amarg de manera notable (Gou et al., 1996).

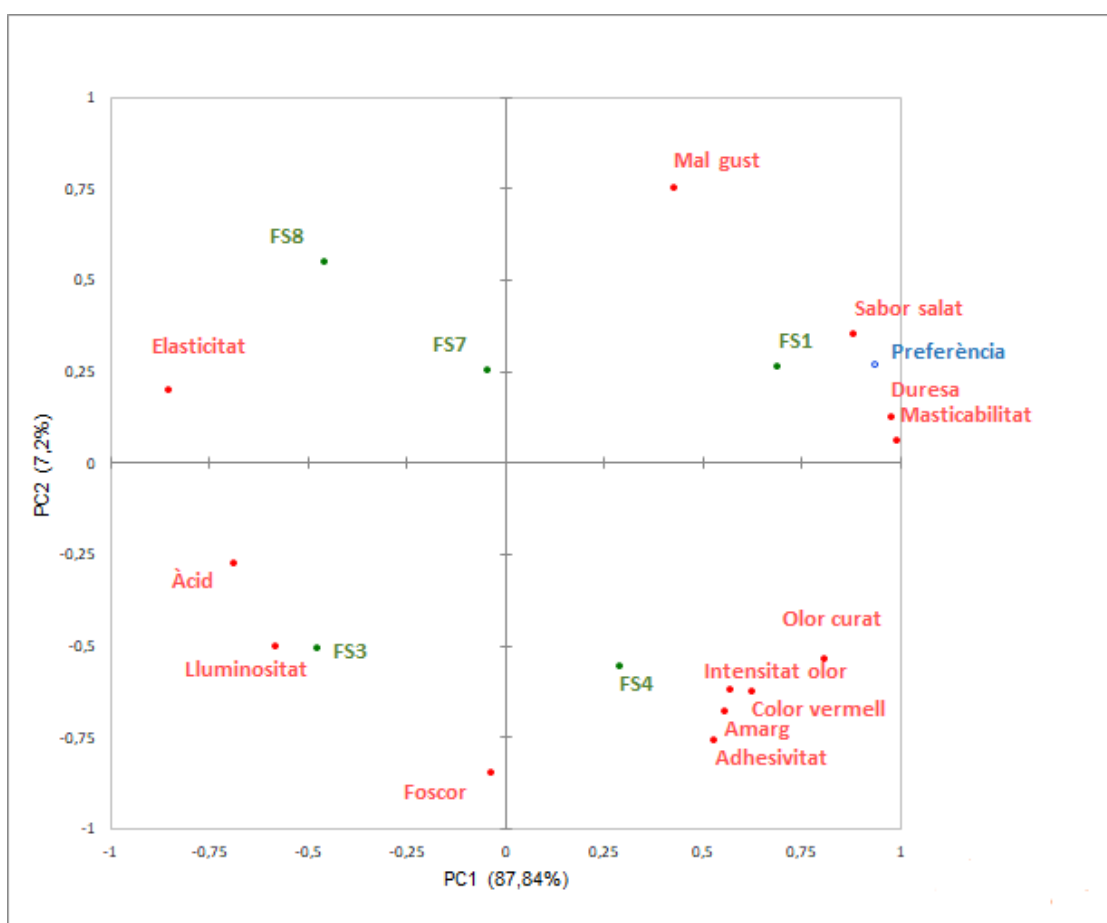
Gelabert (2003) va detectar un augment de la duresa i l'amargor amb un 40% de nivell de substitució. Per sota d'aquest percentatge les característiques sensorials no es van veure afectades per les substitucions de NaCl (Gelabert et al., 2003).

Claudia Fieria (2015) en la substitució de NaCl per KCl, CaCl<sub>2</sub> i MgCl<sub>2</sub> tampoc va trobar diferències significatives a nivell d'olor, aroma i textura entre les mostres analitzades.

Per altra banda, Emmanuela Zanardi (2010) amb la substitució del 50% de NaCl per una barreja de KCl, MgCl<sub>2</sub>, i CaCl<sub>2</sub> en salamis, va relacionar significativament la reducció del contingut de sodi amb els efectes negatius en els atributs sensorials (Zanardi, 2010).

El perfil sensorial obtingut de les mostres es va comparar mitjançant l'anàlisi de components principals (PCA) per estudiar la variabilitat dels atributs sensorials entre les mostres estudiades, obtenint-se com a resultat que els dos primers components principals (PC), explicaven el 87,84% de la variabilitat total de les dades (PC1 = 87,8% i PC2= 7,2%) (figura 10).

Essent la primera dimensió (PC1) la que explica una major variabilitat de les mostres, separant les mostres segons el tipus de producte (mostres sensorialment preferides o acceptades al costat dret i els productes restants a l'esquerra), mentre que la segona dimensió separa les mostres FS1 i FS4 de la resta (les mostres amb major acceptabilitat). La mostra FS1 es caracteritza pels termes sabor salat, duresa i mastegabilitat; la mostra FS4 es caracteritza per intensitat d'olor, olor de curat, color vermell i adhesivitat. A la part esquerra de la figura trobem la mostra FS3 que es caracteritza pels atributs de lluminositat i àcid, i les mostres FS7 i FS8 que es caracteritzen pel terme elasticitat.



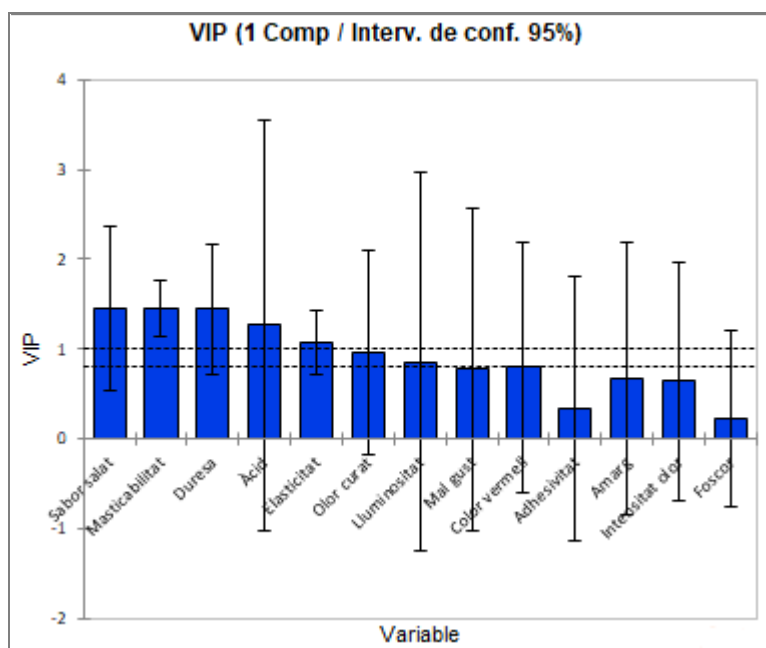
**Figura 10.** Anàlisi de components principals (PCA) que relaciona la preferència amb els atributs sensorials i les posicions.

Aquests resultats indiquen que els termes sabor salat, duresa i mastegabilitat podrien se considerats “drivers of liking” ja que la preferència general està correlacionada positivament amb ells. Contràriament, els termes àcid i elasticitat podrien se considerats com “drivers of disliking”, ja que la preferència està correlacionada negativament amb ells, pel qual fa que els productes siguin menys acceptables per als consumidors.

En altres estudis s’ha determinat que la mostra control es caracteritzava pels atributs de gust salat, sabor característic, d’àcid, d’espècies i aroma característic, mentre que les mostres amb una substitució de NaCl per KCl es relacionaven com a gust àcid (Pollonio, 2015).

Complementàriament, la figura 11 mostra la importància de la variable per la projecció (VIPs) per a cada variable explicativa en el primer i segon component de l'anàlisi de components principals. Els coeficients estàndards pels atributs sensorials obtinguts per PCA es van considerar significatius, quan la importància de la variable en la projecció (VIP) era superior a 0,8 (Wold et al. 2001) i només es van conservar els atributs significatius com a possibles motors d'agradar/no agradar (drivers of liking and disliking).

D'aquesta manera, va permetre identificar quines són les variables explicatives que contribueixen en major mesura al model d'anàlisi. Essent en aquest cas clarament el sabor salat, la mastegabilitat i la duresa els atributs que tenen una alta influència en l'acceptabilitat, mentre que l'adhesivitat i la foscor tenen una baixa influència.



**Figura 11.** Coeficients de regressió significatius per a l'acceptabilitat per ordre d'importància variable en projecció (VIP) > 0,95

## **Estudi 2: Impacte de la millora del perfil lipídic en un producte càrnic cru-curat sobre les característiques físico-químiques i sensorials.**

### **2.1 Resultats físico-químics**

Els resultats de les característiques físico-químiques de les mostres de fuet modificades a nivell lipídic mitjançant diferents percentatges d'oli de gira-sol alt oleic i oli d'oliva es mostren a la taula 25.

En relació a la humitat no s'observa una tendència clara; en algunes mostres modificades, el contingut és superior al control, mentre que en d'altres el contingut és inferior. Tendència alineada al que reporten alguns autors que refereixen que en la substitució parcial de greix de porc per oli vegetal pre-emulsificat, s'obtenien continguts d'humitats superiors que en la mostra de referència (Alejandre, 2016; Ansorena, 2002; Del Nobile et al., 2009; Laranjo, 2016; Poyato, 2015; Stajic, 2018b; Wang, 2018; Yıldız-Turp i Serdaroğlu, 2008).

En referència a la proteïna es veu que la mostra control té un contingut més elevat que la resta de mostres. Aquest paràmetre es pot justificar degut a que el greix en fórmula també conté una part de magre que té un contingut elevat de proteïna. Per contra, els anèlegs de greix vegetal no contenen proteïna en formulació. Les mostres modificades contenen un contingut de proteïna inferior que en les mostres estàndard segons Del Nobile et al., (2009) i Stajic (2018b). Contràriament, alguns autors han reportat que les mostres modificades presenten continguts superior de proteïna que el control (Ansorena, 2002; Lorenzo et al., 2016; Muguerza et al., 2001).

En quant al greix, no es veu un menor contingut de greix total en els diferents tractaments respecte el control. En oposició, alguns autors sí que identifiquen una reducció significativa en el contingut total de greix en els diferents productes càrnics desenvolupats (Alejandre, 2016; Ansorena, 2002; Lorenzo et al., 2016; Poyato et al., 2015; Wang, 2018).

En altres estudis, (Herrero, 2012; Muguerza et al., 2003b, 2001; Stajic, 2018a; Yıldız-Turp i Serdaroğlu, 2008) va trobar diferències significatives en el contingut de greix total entre mostres en productes fabricats a partir de substitucions parcials amb olis vegetals.

El contingut de cendres no es va veure afectat per la formulació, excepte per la mostra FP4 que mostra el valor més petit ( $p < 0,05$ ).



**Taula 25.** Composició físico-química de les mostres de fuet avaluades en l'estudi 2

Paràmetres	Mostres						
	FP1	FP2	FP3	FP4	FP5	FP6	FP7
Humitat (%)	23,68±0,03 <sup>a</sup>	22,05±0,04 <sup>b</sup>	21,21±0,04 <sup>c</sup>	25,54±0,05 <sup>d</sup>	24,4±0,05 <sup>e</sup>	24,01±0,07 <sup>f</sup>	22,31±0,03 <sup>g</sup>
Proteïna	29,29±0,12 <sup>a</sup>	26,39±0,04 <sup>b</sup>	26,83±0,03 <sup>c</sup>	26,41±0,05 <sup>b</sup>	26,61±0,05 <sup>d</sup>	25,95±0,03 <sup>e</sup>	26,81±0,03 <sup>c</sup>
% proteïna/extracte sec	38,38±0,15 <sup>f</sup>	33,85±0,06 <sup>a</sup>	34,05±0,03 <sup>ab</sup>	35,47±0,08 <sup>e</sup>	35,20±0,07 <sup>d</sup>	34,15±0,06 <sup>b</sup>	34,51±0,04 <sup>c</sup>
Greix (%)	38,19±0,04 <sup>a</sup>	41,62±0,08 <sup>b</sup>	41,87±0,04 <sup>c</sup>	39,15±0,05 <sup>d</sup>	38,06±0,06 <sup>e</sup>	40,43±0,06 <sup>a</sup>	41,78±0,08 <sup>c</sup>
% greix/extracte sec	50,04±0,04 <sup>a</sup>	53,40±0,10 <sup>e</sup>	53,11±0,07 <sup>d</sup>	52,58±0,03 <sup>c</sup>	50,35±0,05 <sup>b</sup>	53,21±0,04 <sup>d</sup>	53,77±0,08 <sup>c</sup>
Cendres (%)	4,84±0,02 <sup>a</sup>	4,93±0,02 <sup>b</sup>	5,19±0,01 <sup>c</sup>	3,65±0,01 <sup>d</sup>	5,41±0,02 <sup>e</sup>	4,87±0,0 <sup>f</sup>	5,12±0,01 <sup>g</sup>
%cendres/extracte sec	6,34±0,02 <sup>b</sup>	6,32±0,03 <sup>b</sup>	6,59±0,01 <sup>d</sup>	4,9±0,01 <sup>a</sup>	7,16±0,02 <sup>e</sup>	6,41±0,01 <sup>c</sup>	6,59±0,01 <sup>d</sup>
Hidrats de carboni (%)	3,94±0,05 <sup>a</sup>	5,01±0,09 <sup>b</sup>	4,92±0,05 <sup>b</sup>	5,25±0,04 <sup>c</sup>	5,51±0,06 <sup>d</sup>	4,74±0,02 <sup>e</sup>	3,98±0,04 <sup>a</sup>
% hidrats/extracte sec	5,17±0,07 <sup>a</sup>	6,43±0,011 <sup>c</sup>	6,25±0,06 <sup>bc</sup>	7,05±0,05 <sup>d</sup>	7,29±0,08 <sup>e</sup>	6,23±0,02 <sup>b</sup>	5,13±0,05 <sup>a</sup>
Sucres (%)	3,61±0,03 <sup>a</sup>	4,62±0,02 <sup>b</sup>	4,30±0,02 <sup>c</sup>	4,61±0,03 <sup>b</sup>	4,61±0,02 <sup>b</sup>	3,99±0,02 <sup>d</sup>	3,57±0,02 <sup>a</sup>

FP1: Control estàndard; FP2:15% greix porc + 25% ACESUR Oli d'oliva-gira-sol; FP3: 15% greix porc + 25% ACESUR oli de gira-sol alt oleic; FP4: 15% greix de porc + 25% BINDER Oli d'oliva-gira-sol; FP5: 15% greix de porc + 25% BINDER oli de gira-sol alt oleic; FP6: 15% greix de porc + 25% CEAMTEX Oli d'oliva-gira-sol; FP7: 15% greix de porc + 25% CEAMTEX oli de gira-sol alt oleic.

Valors (mitjana ± desviació estàndard) en la mateixa columna amb lletra diferent comporta que són significativament diferents (p <0.05).

En quant al contingut d'hidrats de carboni, les mostres modificades tenen els valors més elevats, fet que es podria explicar ja que aquestes mostres amb substituïts de greix contenien addicionalment polisacàrids d'alginat utilitzats per estabilitzar les emulsions d'oli.

Tots aquests resultats assenyalen que el desenvolupament d'aquests tipus de productes no mostren avantatges nutricionals des d'un punt de vista quantitatiu (taula 25), però sí qualitatiu tal i com es mostra en la taula 27. El fet de reemplaçar el greix animal per greix d'origen vegetal no suposa una reducció de greix total, ja que la quantitat afegida de greix és molt similar, malgrat el tipus i origen de greix sigui diferent.

Els resultats de l'anàlisi de les propietats mecàniques es resumeix en la taula 26 on s'observa que la mostra control té el valor més elevat de duresa. Per tant, la incorporació d'oli d'oliva i oli de gira-sol pre-emulsionats implica una modificació dels paràmetres de textura donant valors inferiors de duresa en els productes modificats. En la mateixa línia, alguns autors han reportat valors inferiors respecte a la duresa en productes càrnics utilitzant oli vegetal pre-emulsificat com a reemplaçant de greix (Muguerza et al., 2001; Severini et al., 2003). Contràriament, altres autors han demostrat un augment de duresa en aquests productes. (Herrero, 2012; Stajic, 2018b).

**Taula 26.** Anàlisi de textura i color instrumental

Mostres	Duresa (N)	Elasticitat (N*mm)	Mastegabilitat (N/mm)	(L*)	(a*)	(b*)
FP1	97,74±6,30 <sup>a</sup>	1,12±0,45 <sup>a</sup>	0,81±0,01 <sup>a</sup>	38,76±1,20 <sup>a</sup>	15,77±0,67 <sup>a</sup>	7,08±0,71 <sup>a</sup>
FP2	82,04±8,83 <sup>a</sup>	0,62±0,17 <sup>ab</sup>	0,65±0,04 <sup>bd</sup>	34,74±1,29 <sup>a</sup>	17,57±1,70	8,74±0,70 <sup>ab</sup>
FP3	83,21±8,33 <sup>a</sup>	0,54±0,09 <sup>b</sup>	0,52±0,03 <sup>c</sup>	37,59±0,73 <sup>a</sup>	15,96±0,48 <sup>a</sup>	7,46±0,05 <sup>ab</sup>
FP4	81,83±1,34 <sup>a</sup>	0,60±0,09 <sup>ab</sup>	0,56±0,06 <sup>c</sup>	36,53±2,23 <sup>a</sup>	16,52±1,50 <sup>a</sup>	8,12±0,69 <sup>ab</sup>
FP5	78,96±5,89 <sup>a</sup>	0,80±0,09 <sup>ab</sup>	0,57±0,01 <sup>cb</sup>	36,51±2,43 <sup>a</sup>	18,2±0,50 <sup>a</sup>	9,00±0,64 <sup>b</sup>
FP6	94,52±12,14 <sup>a</sup>	1,10±0,07 <sup>a</sup>	0,70±0,03 <sup>d</sup>	36,74±0,76 <sup>a</sup>	16,04±0,68 <sup>a</sup>	7,07±0,71 <sup>a</sup>
FP7	83,58±8,40 <sup>a</sup>	0,83±0,12 <sup>a</sup>	0,55±0,04 <sup>c</sup>	37,59±1,11 <sup>a</sup>	17,70±0,81 <sup>a</sup>	8,49±0,86 <sup>ab</sup>

FP1: Control estàndard; FP2:15% greix porc + 25% ACESUR Oli d'oliva-gira-sol; FP3: 15% greix porc + 25% ACESUR oli de gira-sol alt oleic; FP4: 15% greix de porc + 25% BINDER Oli d'oliva-gira-sol; FP5: 15% greix de porc + 25% BINDER oli de gira-sol alt oleic; FP6: 15% greix de porc + 25% CEAMTEX Oli d'oliva-gira-sol; FP7: 15% greix de porc + 25% CEAMTEX oli de gira-sol alt oleic.

Valors (mitjana ± desviació estàndard). En la mateixa columna amb lletra diferent comporta que són significativament diferents (p <0.05)

Cal destacar que les divergències entre els resultats poden estar justificades per les diferències existents entre els mateixos estudis, en termes del tipus de reemplaçant de greix utilitzat, les fórmules i el procés de producció i el curat que és diferent en tots els casos.

En referència a la mastegabilitat, la mostra control té el valor més elevat, essent contrari als resultats obtinguts en un *salsichón* espanyol amb oli de peix microencapsulat en konjac gel (Lorenzo et al., 2016).

En el cas de l'elasticitat la mostra control té la ratio més elevada, indicant que la mostra control té una elasticitat més baixa que les mostres modificades, tot i que en altres estudis no es van trobar diferències significatives respecte a l'elasticitat (Muguerza et al., 2003a).

La lluminositat és inferior en les mostres modificades que al control. Contràriament,  $a^*$  (redness) és superior en les mostres modificades respecte el control, però no estadísticament diferent.

El relació al paràmetre  $b^*$  (yellowness), aquest és lleugerament superior en les mostres modificades (excepte FP6). Aquest resultat pot indicar que el color característic de l'oli tingui un petit impacte en el color del fuet en la reducció de greix utilitzada en aquest estudi.

La taula 27 mostra el perfil d'àcids grassos en la fracció lipídica de cada mostra elaborada. Els resultats revelen que el grup control, el qual va ésser l'únic elaborat solament amb greix de porc sense afegir cap oli vegetal com a reemplaçant de greix, té els valors d'àcids grassos saturats (AGS) més elevats, en base fonamentalment d'àcid palmític i àcid esteàric. Resultats alineats als que revelen molts autors que demostren una reducció d'AGS en estudis previs en productes càrnics modificats utilitzant diferents substituïts de greix (Cavero, 2014; Poyato, 2015; Wang, 2018; Yıldız-Turp i Serdaroğlu, 2008).

En relació a la fracció d'àcids grassos insaturats, els productes modificats mostren valors superiors que el control d'àcid linoleic, excepte les mostres FP4 i FP6. L'oli de gira-sol conté al voltant d'un 60% d'àcid linoleic, mentre que l'oli d'oliva conté uns valors baixos (al voltant d'un 3%). La grassa de porc conté un 15% d'aquest àcid gras.

Aquest resultat és degut a que les mostres que contenen oli de gira-sol continguin valors més elevats d'àcid linoleic, mentre que les que contenen oli d'oliva mostren valors inferior d'aquest àcid gras.

L'àcid oleic mostra un augment en les mostres que contenen oli d'oliva com a greix de substitució, que són les mostres FP2, FP4 i FP6.

Així doncs, les mostres de fuet modificades a nivell lipídic mitjançant diferents percentatges d'oli de gira-sol alt oleic i oli d'oliva mostren una millora tant quantitativa com qualitativa en el perfil d'àcids grassos millorat respecte la mostra estàndard.

Els AGS mostren una reducció significativa en totes les mostres excepte en FP3. Aquesta disminució és degut a l'addició d'àcid oleic i linoleic, els quals són abundants en l'oli d'oliva i el l'oli de gira-sol respectivament. L'àcid palmític i l'àcid esteàric disminueixen significativament en relació amb el control, excepte en FP3 que té un valor superior.

El valor més elevat de AGMI s'obté a les mostres FP2, FP4 i FP6 degut a que l'oli d'oliva conté al voltant d'un 74% de AGMI (Foscolou, 2018). Les mostres contenint un 100% d'oli de gira-sol augmenten els AGPI, excepte en FP3.

La ratio de AGMI+AGPI/SFA augmenta significativament en les fórmules modificades respecte el control. Aquestes resultats concorden amb els estudis realitzats per Alejandro, 2016; Stajic, 2018b; Vural, Javidipour, i Ozbas, 2004.

Els resultats obtinguts en quant al perfil lipídic de les mostres reflexen que l'al·legació de "reducció de greixos saturats" es pot indicar en les mostres FP5 i FP7 perquè la suma de SFA és en aquest cas almenys un 30% menys que en el control. El contingut AGPI + AGMI permet al·legar un "contingut alt de greixos insaturats" per a les mostres FP2, FP4, FP5 i FP7 en què els àcids grassos insaturats són almenys el 70% dels àcids grassos presents al producte i proporcionen més del 20% de l'energia del producte.

Per tant, en totes les mostres en les que hi ha hagut una millora a nivell nutricional que compleixi amb el reglament 1924/2006 relatiu a les declaracions nutricionals i propietats saludables en els aliments es podrà declarar en el seu etiquetatge.

**Taula 27.** Perfil d'àcids grassos de les mostres analitzades a l'estudi 2

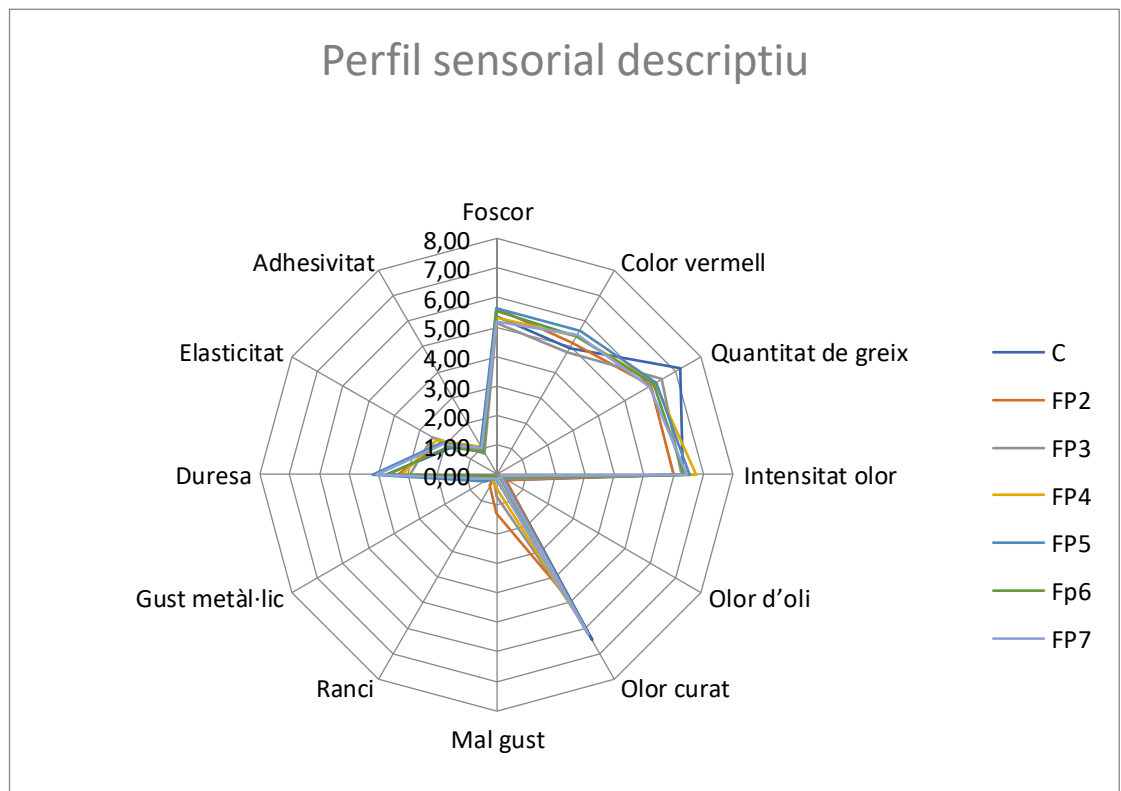
Mostres	C (16:0) Palmític	C (18:0) Esteàric	C (18:1) Oleic	C (18:2) Linoleic	C (18:3) Linolènic	Àcids grassos saturats (AGS)	Àcids grassos monoinsaturats (AGMI)	Àcids grassos poliinsaturats (AGPI)
FP1	21,86±0,14 <sup>a</sup>	10,83±0,05 <sup>a</sup>	41,59±0,32 <sup>a</sup>	18,25±0,08 <sup>a</sup>	1,61±0,07 <sup>a</sup>	35,38±0,22 <sup>a</sup>	44,27±0,29 <sup>a</sup>	20,35±0,15 <sup>a</sup>
FP2	16,72±0,28 <sup>b</sup>	8,21±0,22 <sup>b</sup>	49,16±0,24 <sup>b</sup>	21,3±0,28 <sup>b</sup>	1,08±0,03 <sup>cd</sup>	26,43±0,42 <sup>b</sup>	50,90±0,31 <sup>b</sup>	22,67±0,30 <sup>b</sup>
FP3	23,73±0,25 <sup>c</sup>	9,60±0,23 <sup>c</sup>	44,06±0,14 <sup>c</sup>	15,54±0,30 <sup>c</sup>	1,49±0,05 <sup>ab</sup>	35,92±0,36 <sup>a</sup>	46,87±0,13 <sup>c</sup>	17,22±0,36 <sup>c</sup>
FP4	19,37±0,16 <sup>d</sup>	8,08±0,11 <sup>b</sup>	47,96±0,12 <sup>d</sup>	18,19±0,15 <sup>a</sup>	1,41±0,07 <sup>b</sup>	29,47±0,29 <sup>c</sup>	50,33±0,17 <sup>d</sup>	20,2±0,15 <sup>a</sup>
FP5	14,59±0,15 <sup>e</sup>	7,02±0,14 <sup>d</sup>	38,26±0,16 <sup>e</sup>	35,69±0,09 <sup>d</sup>	1,05±0,06 <sup>c</sup>	23,43±0,21 <sup>d</sup>	39,80±0,21 <sup>e</sup>	36,77±0,04 <sup>d</sup>
FP6	20,77±0,26 <sup>f</sup>	9,28±0,12 <sup>c</sup>	48,08±0,33 <sup>d</sup>	16,82±0,20 <sup>e</sup>	1,21±0,03 <sup>d</sup>	31,69±0,35 <sup>e</sup>	50,20±0,32 <sup>d</sup>	18,11±0,20 <sup>e</sup>
FP7	15,35±0,22 <sup>g</sup>	7,30±0,21 <sup>d</sup>	40,29±0,14 <sup>f</sup>	32,05±0,12 <sup>f</sup>	1,12±0,07 <sup>cd</sup>	24,60±0,07 <sup>f</sup>	41,97±0,18 <sup>f</sup>	33,43±0,15 <sup>f</sup>

FP1: Control estàndard; FP2: 15% greix porc + 25% ACESUR Oli d'oliva-gira-sol; FP3: 15% greix porc + 25% ACESUR oli de gira-sol alt oleic; FP4: 15% greix de porc + 25% BINDER Oli d'oliva-gira-sol; FP5: 15% greix de porc + 25% BINDER oli de gira-sol alt oleic; FP6: 15% greix de porc + 25% CEAMTEX Oli d'oliva-gira-sol; FP7: 15% greix de porc + 25% CEAMTEX oli de gira-sol alt oleic. Els resultats estan expressats com a mitjana ± desviació estàndard. Els valors amb diferents lletres (a-f) dins de cada columna són significativament diferents (p <0.05).

### Perfil sensorial descriptiu

En la taula 28 es mostren els valors obtinguts per l'anàlisi sensorial descriptiu de les mostres, en les que es van avaluar pels atributs d'aparença, aroma, gust i textura. Els resultats mostren que el panell entrenat va trobar diferències estadísticament significatives ( $p \leq 0,05$ ) en els atributs de: quantitat de greix, olor de curat, mal gust i duresa. D'altra banda, no s'observen diferències significatives per la resta d'atributs: foscor, color vermell, intensitat d'olor, olor d'oli, ranci, elasticitat i adhesivitat.

En la figura 12 es mostra la representació gràfica dels resultats del perfil sensorial de les mostres.



**Figura 12.** Perfil sensorial descriptiu de les mostres de l'estudi 2

FP1: Control estàndard; FP2: 15% greix porc + 25% ACESUR Oli d'oliva-gira-sol; FP3: 15% greix porc + 25% ACESUR oli de gira-sol alt oleic; FP4: 15% greix de porc + 25% BINDER Oli d'oliva-gira-sol; FP5: 15% greix de porc + 25% BINDER oli de gira-sol alt oleic; FP6: 15% greix de porc + 25% CEAMTEX Oli d'oliva-gira-sol; FP7: 15% greix de porc + 25% CEAMTEX oli de gira-sol alt oleic

Taula 28. Atributs sensorials de l'anàlisi sensorial descriptiu

Tractament	Foscor	Color vermell	Quantitat de greix	Intensitat olor	Olor d'oli	Olor curat	Mal gust	Ranci	Duresa	Elasticitat	Adhesivitat
FP1	5,36±1,29 <sup>a</sup>	4,97±1,50 <sup>a</sup>	7,19±0,67 <sup>a</sup>	6,30±0,76 <sup>a</sup>	0,38±0,89 <sup>a</sup>	6,44±0,64 <sup>a</sup>	0,12±0,08 <sup>a</sup>	0,12±0,08 <sup>a</sup>	3,77±0,56 <sup>abc</sup>	1,84±0,22 <sup>a</sup>	1,03±0,29 <sup>a</sup>
FP2	5,63±1,25 <sup>a</sup>	5,17±1,82 <sup>a</sup>	6,04±0,78 <sup>b</sup>	5,99±1,02 <sup>a</sup>	0,34±0,59 <sup>a</sup>	4,86±0,69 <sup>b</sup>	1,30±1,28 <sup>b</sup>	0,43±0,70 <sup>a</sup>	3,34±0,45 <sup>abc</sup>	2,20±0,79 <sup>a</sup>	0,99±0,37 <sup>a</sup>
FP3	5,13±0,65 <sup>a</sup>	4,80±1,64 <sup>a</sup>	6,48±0,46 <sup>ab</sup>	6,28±0,75 <sup>a</sup>	0,28±0,46 <sup>a</sup>	5,59±0,89 <sup>ab</sup>	0,74±0,80 <sup>ab</sup>	0,18±0,21 <sup>a</sup>	2,96±0,75 <sup>d</sup>	2,49±1 <sup>a</sup>	0,83±0,28 <sup>a</sup>
FP4	5,33±1,07 <sup>a</sup>	5,43±0,53 <sup>a</sup>	6,20±1,11 <sup>ab</sup>	6,77±0,81 <sup>a</sup>	0,17±0,32 <sup>a</sup>	5,79±0,71 <sup>ab</sup>	0,44±0,89 <sup>ab</sup>	0,24±0,44 <sup>a</sup>	3,21±0,30 <sup>ad</sup>	2,32±0,73 <sup>a</sup>	1,08±0,54 <sup>a</sup>
FP5	5,64±1,07 <sup>a</sup>	5,63±0,71 <sup>a</sup>	6,24±0,53 <sup>ab</sup>	6,56±0,49 <sup>a</sup>	0,19±0,29 <sup>a</sup>	6,02±0,63 <sup>a</sup>	0,16±0,12 <sup>a</sup>	0,16±0,17 <sup>a</sup>	4,19±0,66 <sup>c</sup>	2,13±0,62 <sup>a</sup>	1,06±0,68 <sup>a</sup>
FP6	5,57±0,95 <sup>a</sup>	5,42±1,02 <sup>a</sup>	6,17±0,86 <sup>ab</sup>	6,38±0,73 <sup>a</sup>	0,14±0,25 <sup>a</sup>	5,93±0,89 <sup>a</sup>	0,12±0,08 <sup>a</sup>	0,12±0,12 <sup>a</sup>	3,7±0,5 <sup>abcd</sup>	1,87±0,46 <sup>a</sup>	0,88±0,25 <sup>a</sup>
FP7	5,19±0,92 <sup>a</sup>	5,47±1,04 <sup>a</sup>	5,99±0,97 <sup>b</sup>	6,43±0,58 <sup>a</sup>	0,13±0,17 <sup>a</sup>	6,24±1 <sup>a</sup>	0,16±0,10 <sup>a</sup>	0,13±0,09 <sup>a</sup>	4,07±0,71 <sup>bc</sup>	2,07±0,79 <sup>a</sup>	1,04±0,61 <sup>a</sup>

FP1: Control estàndard; FP2: 15% greix porc + 25% ACESUR Oli d'oliva-gira-sol; FP3: 15% greix porc+ 25% ACESUR oli de gira-sol alt oleic; FP4: 15% greix de porc + 25% BINDER Oli d'oliva-gira-sol; FP5: 15% greix de porc + 25% BINDER oli de gira-sol alt oleic; FP6: 15% greix de porc + 25% CEAMTEX Oli d'oliva-gira-sol; FP7: 15% greix de porc + 25% CEAMTEX oli de gira-sol alt oleic. Els resultats estan expressats com a mitjana ± desviació estàndard. Els valors amb diferents lletres (a-d) dins de cada columna són significativament diferents (p <0.05)

Quan es va aplicar la regressió PLS a les dades d'acceptabilitat de tots els consumidors, els dos primers factors van explicar el 81,8% de la variabilitat de l'acceptabilitat de les mostres avaluades ( $Q^2_{cum}=0,784$ ). Els coeficients estàndard pels atributs sensorials obtinguts pel PLS es van considerar significatius quan la importància de la variable en la projecció (VIP) era superior a 0,8 (Wold et al. 2001) i només es van conservar els atributs significatius com a possibles motors d'agradar/no agradar.

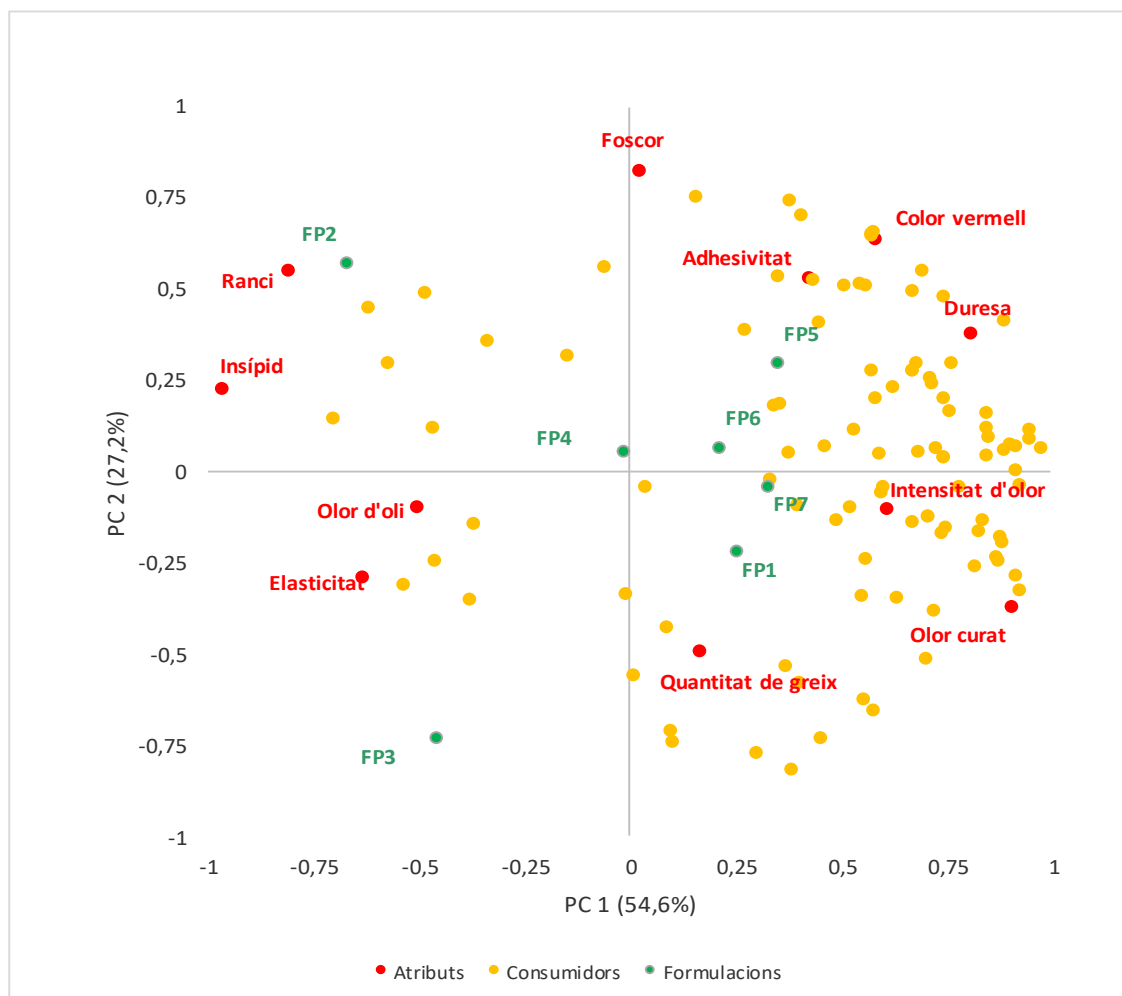
La relació trobada utilitzant el PLS (figura 13) explica aquells atributs que tenen un impacte positiu i negatiu en l'acceptabilitat dels consumidors. De manera que els atributs a la part positiva de l'eix tenen un impacte positiu en la caracterització del fuet, mentre que la part negativa de l'eix es localitzen els atributs que tenen un impacte negatiu en termes de l'acceptabilitat del fuet.

Tal com es mostra a la figura 13, la preferència va ser impulsada clarament per la quantitat de greix, olor curat i intensitat d'olor mentre que el refús va ser motivat principalment pels atributs de ranci, insípid, olor d'oli i elasticitat.

La primera dimensió tal i com es mostra en el PLS separa les mostres segons el tipus de producte (mostres sensorialment preferides o acceptades al costat dret i els productes restants a l'esquerra), mentre que una segona dimensió es separen les mostres FP1, FP6 i FP7 de la resta (les mostres amb major acceptabilitat). La mostra FP1 es caracteritza pels atributs de quantitat de greix, olor a curat i intensitat d'olor; la mostra FP6 es caracteritza per intensitat d'olor i duresa mentre que la mostra FP7 per intensitat d'olor i olor a curat.

La mostra FP5 també amb una acceptabilitat destacada es descriu pels atributs d'adhesivitat, duresa i color vermell.





**Figura 13.** Regressió Partial Least Squares (PLS) que relaciona l'acceptabilitat amb els atributs sensorials i les posicions de les mostres de fuet.

FP1: Control estàndard; FP2:15% greix porc + 25% ACESUR Oli d'oliva-gira-sol; FP3: 15% greix porc + 25% ACESUR oli de gira-sol alt oleic; FP4: 15% greix de porc + 25% BINDER Oli d'oliva-gira-sol; FP5: 15% greix de porc + 25% BINDER oli de gira-sol alt oleic; FP6: 15% greix de porc + 25% CEAMTEX Oli d'oliva-gira-sol; FP7: 15% greix de porc + 25% CEAMTEX oli de gira-sol alt oleic

A la part esquerra de la figura, trobem les mostres FP2 descrites amb els atributs ranci i insípid, mentre que les mostres FP4 i FP3 es descriuen amb els atributs d'olor d'oli i elasticitat.

Aquests resultats indiquen que els termes duresa, olor curat i intensitat d'olor són considerats “drivers of liking” ja que l'acceptabilitat general està correlacionada positivament amb ells. D'altra banda, els resultats suggereixen

que els termes ranci, insípid, olor d'oli i elasticitat són considerats “drivers of disliking”, pel qual fa que els productes siguin menys acceptables per als consumidors.

Per altra banda, s'identifica que no hi ha diferències en l'impacte sensorial en el fet d'utilitzar oli de gira-sol 100% o una barreja d'oli d'oliva i oli de gira-sol.

### Acceptabilitat

Els resultats obtinguts en aquest estudi en relació a l'acceptabilitat de les mostres avaluades es recull a la taula 29.

**Taula 29.** Acceptabilitat dels consumidors

Mostres	Acceptabilitat consumidors
FP1	6,01±2,40 <sup>a</sup>
FP2	3,19±2,21 <sup>d</sup>
FP3	3,28±2,60 <sup>d</sup>
FP4	4,98±2,14 <sup>c</sup>
FP5	5,54±2,17 <sup>b</sup>
FP6	5,89±1,89 <sup>ab</sup>
FP7	5,83±1,88 <sup>ab</sup>

FP1: Control estàndard; FP2:15% greix porc + 25% ACESUR Oli d'oliva-gira-sol; FP3: 15% greix porc+ 25% ACESUR oli de gira-sol alt oleic; FP4: 15% greix de porc+ 25% BINDER Oli d'oliva-gira-sol; FP5: 15% greix de porc+ 25% BINDER oli de gira-sol alt oleic; FP6: 15% greix de porc-fat + 25% CEAMTEX Oli d'oliva-gira-sol; FP7: 15% greix de porc + 25% CEAMTEX oli de gira-sol alt oleic. Els resultats estan expressats com a mitjana ± desviació estàndard. Els valors amb diferents lletres (a-d) dins de cada columna són significativament diferents ( $p < 0.05$ )

Les mostres amb una major acceptabilitat darrera de la mostra control (FP1) són les mostres FP6 i FP7 amb una acceptabilitat d'un 5,980 i un 5,83 respectivament que corresponent a les mostres fabricades amb l'emulsió C, trobant-se molt a prop respecte l'acceptabilitat de la mostra control amb un 6,01.

Les mostres FP4 i FP5 obtenen una acceptabilitat d'un 4,98 i un 5,54 respectivament corresponent a les mostres fabricades amb l'emulsió B.

Les mostres que contenen el preparat amb l'emulsió A (FP2 i FP3) són les menys acceptades pels consumidors, amb els valors més baixos d'acceptabilitat (3,19 i 3,28 respectivament).

Per altra banda, s'observa que no hi ha diferències significatives a nivell d'acceptabilitat en el fet d'utilitzar oli de gira-sol 100% o una barreja d'oli d'oliva i oli de gira-sol.

En quant a les diferències que trobem entre els diferents substituïts de greix s'identifica que el preparat C es prepara amb menys quantitat d'oli que A i B i necessita més quantitat d'aigua en preparar en l'elaboració. Aquest fet podria ser favorable a nivell sensorial ja que tindria menys repercussió. A més a més és l'únic fabricant que prepara l'alginat de sodi amb fibra estandarditzada el qual et podria donar més consistència i duresa en el producte final.

En quan a la penalització de l'emulsió A, a diferència de les altres, és una mostra que conté goma Karaya i cel·lulosa microcristal·lina, fet que explica el fet que els consumidors la valorin com la pitjor mostra des del punt de vista sensorial, en termes d'acceptabilitat.

Muguerza et al (2003b) va reemplaçar una part del greix del porc per oli de soja en un xoriç i malgrat aconseguir també un augment de la fracció dels PUFAs, no va detectar problemes de ranciesa en els productes contenint aquest oli. A més a més, en els productes modificats es van obtenir unes propietats sensorials similars al control (Muguerza et al., 2003a, b).

En altres investigacions, Stajic et al., (2014) el producte amb oli de llavor de raïm pretractat amb alginat també es va indicar com possiblement el més acceptable. A més, Beriain et al. (2011) va presentar bones característiques sensorials (similars al control) en substituir una part del greix del xoriç per oli d'oliva estabilitzat amb alginat (Beriain et al., 2011).

Per altra banda, Josquin et al. (2012) també van determinar que substituir una part de greix per oli d'oliva i oli de marisc va donar lloc a graus inferiors de les característiques sensorials de salsitxes fermentades (Josquin et al., 2012).

Algunes altres investigacions també van informar que es poden produir salsitxes fermentades amb característiques sensorials acceptables amb la substitució parcial del greix de porc amb oli de llavor de lli pretractat (Alejandre, 2016; Pelsler et al., 2007). Per tant, globalment es va aconseguir una reducció del 30% del greix animal sense provocar problemes d'oxidació i sense detectar diferències perceptibles pel que fa al gust i a la textura en comparació amb el producte tradicional.

### Estudi 3: Efecte de la substitució de greix per proteïna de pèsol en l'acceptabilitat i característiques sensorials del fuet utilitzant "Check all that apply" sota condicions a cegues i informades

Els resultats d'aquest estudi es troben recollits a l'annex 9 com a article publicat d'aquesta tesi: **Marina Colomer Sellas**, Dyego Leandro de Souza, Anna Vila-Martí & Miriam Torres-Moreno (2021). Effect of pork back-fat reduction and substitution with texturized pea protein on acceptability and sensory characteristics of dry fermented sausages. *CyTA - Journal of Food*, 19:1, 429-439.

#### 3.1 Resultats físico-químics

Els resultats de les característiques físico-químiques de les mostres de fuet reduïdes en greix reemplaçat mitjançant proteïna de pèsol texturitzada es mostren a la taula 30.

**Taula 30.** Composició físico-química de les mostres de fuet avaluades en l'estudi 3

Paràmetres	Mostres			
	FG1	FG2	FG3	FG4
Energia (kcal/100g)	418,67±1,53 <sup>d</sup>	407,33±1,15 <sup>c</sup>	393,67±1,15 <sup>b</sup>	370±3,61 <sup>a</sup>
Humitat (%)	29,84± 0,15 <sup>a</sup>	30,81±0,05 <sup>b</sup>	31,40±0,19 <sup>c</sup>	33,47±0,22 <sup>d</sup>
Cendres (%)	4,63±0,04 <sup>a</sup>	4,91±0,06 <sup>b</sup>	5,19±0,08 <sup>c</sup>	5,26±0,04 <sup>c</sup>
% Cendres sobre matèria seca	6,59±0,04 <sup>a</sup>	7,09±0,08 <sup>b</sup>	7,57±0,12 <sup>c</sup>	7,90±0,09 <sup>d</sup>
Proteïna (%)	27,64±0,12 <sup>a</sup>	27,77±0,13 <sup>a</sup>	27,92±0,10 <sup>a</sup>	29,11±0,73 <sup>b</sup>
% Proteïna sobre matèria seca	39,39±0,09 <sup>a</sup>	40,13±0,16 <sup>a</sup>	40,70±0,04 <sup>a</sup>	43,75±1,18 <sup>b</sup>
Greix (%)	31,30±0,31 <sup>d</sup>	30,07±0,16 <sup>c</sup>	28,05±0,11 <sup>b</sup>	25,00±0,67 <sup>a</sup>
% greix sobre matèria seca	44,62±0,39 <sup>c</sup>	43,46±0,22 <sup>c</sup>	40,89±0,17 <sup>b</sup>	37,58±0,94 <sup>a</sup>
Hidrats de carboni (%)	6,59±0,30 <sup>a</sup>	6,44±0,16 <sup>a</sup>	7,44±0,10 <sup>b</sup>	7,16±0,25 <sup>b</sup>
% Hidrats de carboni sobre matèria seca	9,40±0,45 <sup>a</sup>	9,31±0,23 <sup>a</sup>	10,85±0,12 <sup>b</sup>	10,77±0,34 <sup>b</sup>
Sucres (%)	4,84±0,06 <sup>a</sup>	5,18±0,04 <sup>b</sup>	5,16±0,08 <sup>b</sup>	5,01±0,05 <sup>a</sup>

FG1: Control 40% greix de porc; FG2: 30% greix de porc +10% proteïna de pèsol; FG3:25% greix de porc +15% proteïna de pèsol; FG4: 20% greix de porc+20% proteïna de pèsol. Valors (mitjana ± desviació estàndard). Les mitjanes en la mateixa línia amb diferents lletres són significativament diferents ( $p \leq 0,05$ ).

En relació a la humitat s'observen diferències significatives entre mostres, mentre que la mostra estàndard (FG1) té el contingut d'humitat més baix ( $p \leq 0,05$ ), la mostra reduïda del greix del 50% (FG4) obté la més alta ( $p \leq 0,05$ ). Resultats similars dels obtinguts en unes "samoses" de vedella (pasta farcida de carn) on el contingut d'aigua va augmentar amb la substitució de proteïnes vegetals texturitzades (Hidayat, B.T., Wea, A. i Andriati, 2018; Omwamba, 2014). També es va trobar un contingut d'aigua més elevat en altres productes càrnics substituïts amb proteïnes de soja (Akesowan, 2008). En canvi, l'addició de PPT i proteïna de soja texturitzada no va mostrar diferències en la humitat de mandonguilles i hamburgueses (June et al., 2016).

Els resultats a nivell del contingut de cendres de les mostres es veu afectat notablement per l'addició de PPT ( $p \leq 0,05$ ). El contingut de cendra augmenta amb una major addició de proteïnes de pèsol, amb el valor més alt en la mostra FG4 que té un percentatge més elevat de proteïna de pèsol (20%), mentre que el més baix es troba en la mostra de control (FG1).

El contingut de proteïna no es veu afectat significativament en augmentar la substitució del greix de porc per PPT en FG2 i FG3 ( $p \leq 0,05$ ). Tanmateix, el contingut de proteïna en FG4 augmenta significativament ( $p \leq 0,05$ ) a causa de l'addició de PPT. En diversos estudis, el contingut de proteïnes augmenta amb un augment de proteïnes texturitzades (Hidayat, B.T., Wea, A. i Andriati, 2018).

Com era d'esperar, el contingut de greix disminueix significativament amb l'augment del percentatge de PPT en la fórmula del fuet. La FG1 presenta el contingut més gran de greixos ( $p \leq 0,05$ ). Si es compara amb FG1, el contingut de greixos de FG2, FG3 i FG4 es redueix un 3,93%, 10,39% i 20,13%, respectivament. Aquests resultats són com en altres estudis on el contingut de greixos va disminuir significativament ( $p \leq 0,05$ ) amb l'augment de proteïnes texturitzades (Akesowan, 2008; Hidayat, B.T., Wea, A. and Andriati, 2018; June et al., 2016; Omwamba, 2014). Aquesta reducció de greixos provoca una reducció proporcional de l'energia. Així, l'energia disminueix significativament amb un augment percentual de PPT en les diferents mostres.

Si es calcula a partir d'extracte sec, les reduccions són del 2,60%, 8,36% i 15,78% respectivament, essent estadísticament significatives entre FG1, FG3 i FG4. En canvi, en la mostra FG2 la reducció no arriba a ser estadísticament significativa quan les dades s'expressen en matèria seca.

Pel què fa als hidrats de carboni augmenten significativament ( $p \leq 0.05$ ) en la FG3 i en la FG4, les mostres amb un major percentatge de substitució de greix per PPT. Aquests resultats són similars a les mandonguilles i hamburgueses en les que la carn va ser substituïda també per PPT (June et al., 2016).

### 3.2 Acceptabilitat global i qüestionari CATA del fuet

#### 3.2.1 Condició a cegues

Les puntuacions d'acceptabilitat varien significativament entre les mostres, amb valors que van des dels 5,54 fins als 6,48 (taula 31), suggerint que la resposta del consumidor a les característiques sensorials del fuet és diferent entre les mostres. La taula 31 mostra que els fuets amb un contingut en proteïna de pèsol  $\geq 15\%$  són menys acceptables pels consumidors i no hi ha diferències entre el control i la mostra formulada amb un menor percentatge de proteïna de pèsol (10%).

**Taula 31.** Valors mitjans d'acceptabilitat general ( $n = 114$ ) de les mostres d'embotits avaluades en condicions cegues i informades pels consumidors

Mostres	Condicions d'avaluació		I-C	
	A cegues (B)	Informat (I)	M	p
FG1	6,38 <sup>a</sup>	6,51 <sup>a</sup>	0,13	0,353
FG2	6,48 <sup>a</sup>	6,53 <sup>a</sup>	0,05	0,750
FG3	5,55 <sup>b</sup>	5,79 <sup>b</sup>	0,24	0,124
FG4	5,54 <sup>b</sup>	5,69 <sup>b</sup>	0,15	0,702

FG1: Control 40% greix de porc; FG2: 30% greix de porc +10% proteïna de pèsol; FG3: 25% greix de porc +15% proteïna de pèsol; FG4: 20% greix de porc +20% proteïna de pèsol.

Les mitjanes en la mateix columna amb diferents lletres (a-c) són significativament diferents ( $p < 0.05$ ).

En un estudi anterior en salsitxes de vedella on es va substituir la carn de vedella per proteïna vegetal texturitzada no es van trobar diferències significatives ( $p < 0,05$ ) en nivells de substitució del 10%, 20% i 30%, però els resultats van començar a ser significativament diferents al nivell del 40% (Hidayat, B.T., Wea, A. i Andriati, 2018).

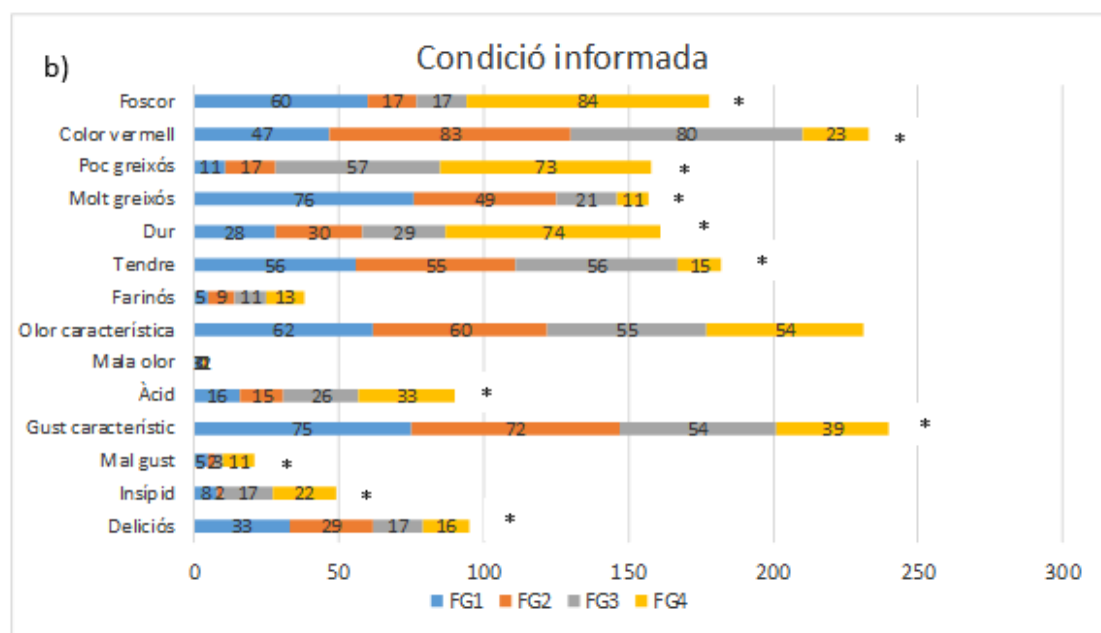
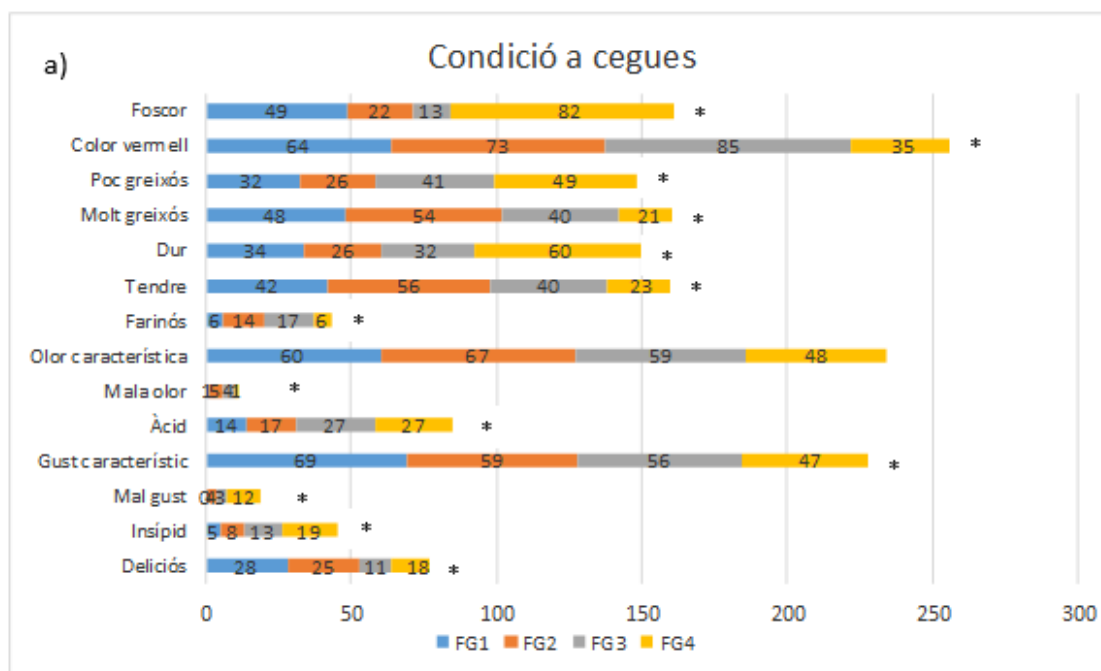
En un altre estudi on es va substituir carn picada de vedella empanada per proteïna de soja texturitzada la qualitat general del sabor va disminuir significativament ( $p < 0,05$ ) per la substitució d'un 30% de TSP, en comparació amb el control i les mostres amb només un 15% de TSP afegit (Deliza et al., 2002).

Els resultats del qüestionari CATA (figura 14) fet també a cegues mostren que hi ha diferències estadísticament significatives entre les mostres pels atributs de: color fosc, color vermell, poc greixós, molt greixós, dur, tendre, farinós, olor característic, mala olor, àcid, gust característic, desagradable, mal gust i deliciós.

Per a la mostra control, els resultats sistemàtics més comuns esmentats són color vermell (64), olor característica (60), color fosc (49) i molt greixós (48). A la mostra FG2 es donen un nombre més gran de citacions pels atributs següents: color vermell (73), olor característica (67), gust característic (59) molt greixós (54). Per a la mostra FG3, els atributs més citats són color vermell (85), olor característica (59), el sabor característic (56) i poc greixós (41). Els termes color fosc (82), poc greixós (49), olor característica (48) i gust característic (47) caracteritzen la mostra FG4. L'atribut deliciós apareix més vegades en la mostra FG1 (28) i es refereix a una millor acceptació per aquesta mostra. Aquesta formulació correspon a la mostra comercial, probablement perquè es tractava d'una formulació optimitzada disponible per al consumidor. A més, els atributs negatius amb característiques negatives, com ara el gust desagradable, el mal gust i la mala olor, es van mencionar menys a la FG1. Així, des del punt de vista



del desenvolupament d'aliments, s'haurien de tenir en compte atributs amb valors significatius a l'hora d'optimitzar els productes baixos en greixos.



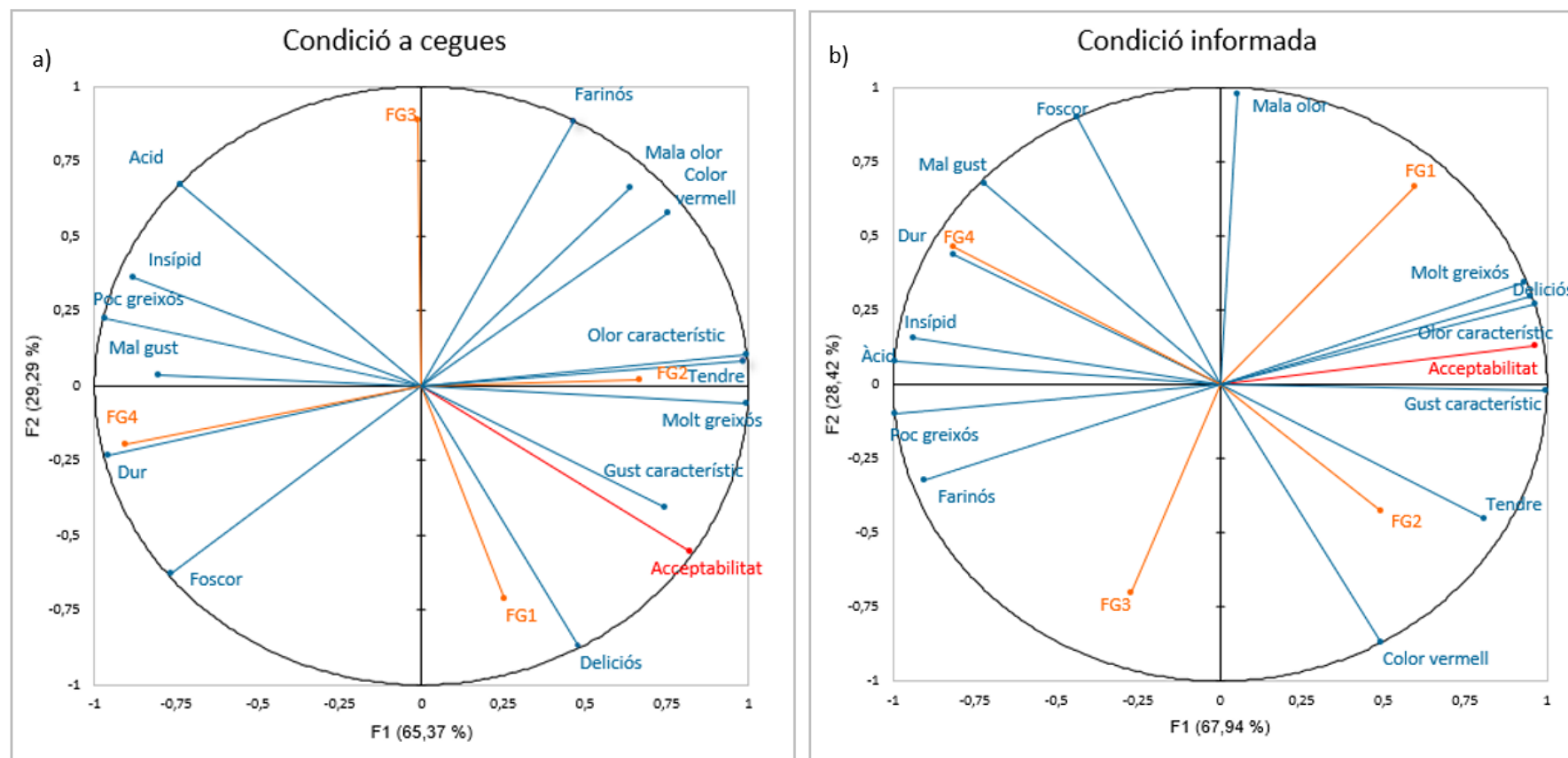
**Figura 14.** Qüestionari CATA en dues condicions: a) cegues i b) informat.

FG1: Control 40% greix de porc; FG2: 30% greix de porc +10% proteïna de pèsol; FG3:25% greix de porc +15% proteïna de pèsol; FG4: 20% greix de porc+20% proteïna de pèsol. Els atributs amb asterisc (\*) presenten diferències significatives ( $p \leq 0.05$ ) entre tractaments.

L'anàlisi multifactorial (MFA) dels atributs obtinguts en el qüestionari CATA i l'acceptabilitat dels fuets amb diferent percentatges de greix mostra que les dues primeres dimensions expliquen el 94,66% de la variabilitat de les dades (primera dimensió: 65,37%; segona dimensió: 29,29%) (Figura 15).

La primera dimensió separa les mostres segons el % de proteïna de pèsol (mostres sense proteïna de pèsol o amb un menor percentatge al costat dret i els productes amb majors percentatges de proteïna de pèsol a l'esquerra), mentre que la segona dimensió separa la mostra FG1 a la part inferior de la resta (amb percentatges diferents de proteïna de pèsol). La mostra FG1 es caracteritza pels termes gust característic i deliciós, mentre que es descriu FG2 amb els termes color vermell, olor característica, tendre i molt greixós. A la part esquerra, FG3 es descriu com àcid i farinós i FG4 com a mal gust, poc greixós, desagradable, dur i color fosc.

Aquests resultats indiquen que els termes gust característic, molt greixós i deliciós són considerats "drivers of liking", mentre que els termes àcid, mal gust i baix en greix, són considerats "drivers of disliking". Per tant, aquestes dades posen de manifest que el contingut de greix és un paràmetre important a l'hora de re-formular aquest tipus de producte, amb l'objectiu de millorar-ne el seu perfil nutricional, ja que afecta clarament l'acceptabilitat del producte.



**Figura 15.** Anàlisi multifactorial (MFA) dels atributs obtinguts del qüestionari CATA i l'acceptabilitat dels fuets amb diferent percentatge de greix: a) correlacions entre els atributs de CATA i acceptabilitat en condició a cegues i b) correlacions entre els atributs de CATA i acceptabilitat en condició informada.

FG1: Control 40% greix de porc; FG2: 30% greix de porc +10% proteïna de pèsol; FG3: 25% greix de porc +15% proteïna de pèsol; FG4: 20% greix de porc +20% proteïna de pèsol

### 3.2.2 Condició informada

Les puntuacions d'acceptabilitat varien significativament entre les mostres, amb valors que van des dels 5,69 fins als 6,53 (taula 31), suggerint que la resposta del consumidor a les característiques sensorials del fuet és diferent entre les mostres. La taula 31 mostra que els fuets amb un contingut en proteïna de pèsol  $\geq 15\%$  són menys acceptables pels consumidors i no hi ha diferències entre el control i la mostra formulada amb un menor percentatge de proteïna de pèsol (10%).

Els resultats del qüestionari CATA (figura 14) mostren diferències estadísticament significatives ( $p < 0,05$ ) entre mostres per als mateixos atributs que en la condició cega, tret de l'olor característica i la textura farinosa, que s'identifiquen amb diferències en la condició cega.

Quan s'informa als consumidors, els resultats més habituals de la FG1 que es citen són molt greixós (76), el gust característic (75), l'olor característica (62) i el color fosc (60). Els atributs més citats per a la mostra FG2 són color vermell (83), gust característic (72), olor característic (60) i tendre (55). Per a la mostra FG3, els consumidors citen els atributs color vermell (80), poc greixós (57), tendre (56) i olor característica (55). Els termes color fosc (84), dur (74), poc greixós (73) i olor característica (54) caracteritzen la mostra FG4. Tal com passa amb la condició cega, un nombre significativament més gran de citacions per a l'atribut deliciós (33) es relacionen amb una millor acceptació per a la mostra FG1, mentre que s'identifiquen un nombre menor de citacions per als atributs desagradable, mala olor i mal gust.

Pel que fa a l'anàlisi multifactorial (MFA) en la condició informada (figura 15b), les dues primeres dimensions expliquen el 96,36% de la variància de dades (67,94% i el 28,42% en la primera i la segona dimensió, respectivament). La figura 17 mostra que la variabilitat de les dades coincideix amb la condició a cegues. Així, les mostres FG1 i FG2 es troben als quadrants de la dreta, mentre que FG3 i FG4 es troben als quadrants de l'esquerra.

La mostra FG1 es caracteritza pels atributs molt greixós, deliciós i d'olor característica. La mostra d'FG2 es caracteritza pels termes gust característic, tendre i color vermell. La FG3 es caracteritza per una textura farinosa i poc greixosa, mentre que la FG4 es caracteritza per àcid, mal gust, dur, desagradable i color fosc.

Per tant, els resultats en la condició informada indiquen, com en la condició cega, que deliciós, molt greixós, sabor característic i olor es consideren “drivers of liking” del fuet, mentre que els termes àcids, mal gust, i poc greixós són “drivers of disliking”.

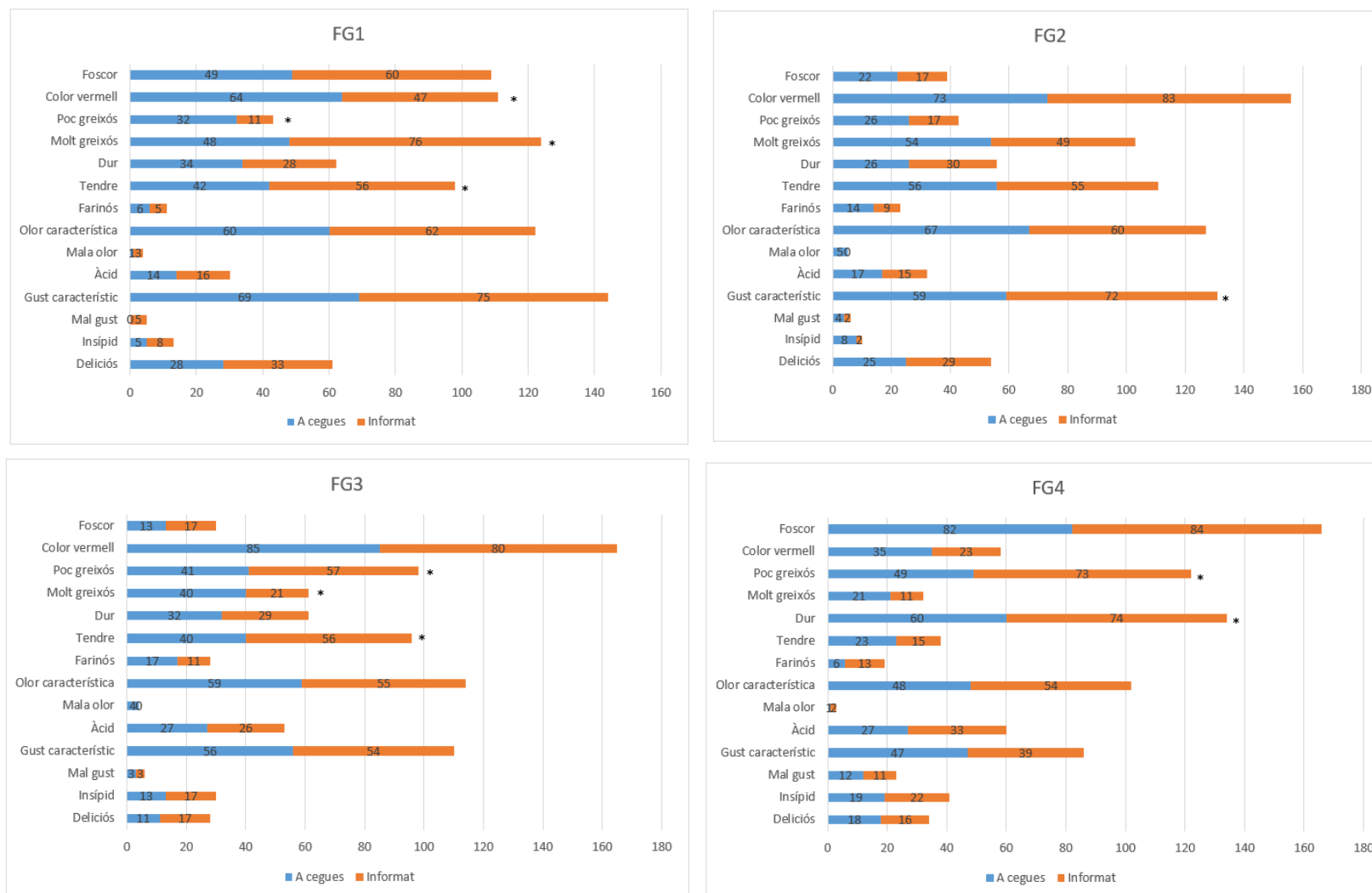
### 3.2.3 Comparativa entre les avaluacions informades i a cegues

En comparar les condicions estudiades, en totes les mostres avaluades, les puntuacions en condicions informades no difereixen significativament de les condicions a cegues (I - B), cosa que indica que la informació no afecta els resultats d'acceptabilitat (taula 31). Per tant, aquests resultats evidencien que en el cas concret del fuet, els consumidors donen més importància a les propietats sensorials del producte que a la informació de l'etiqueta. Tanmateix, en estudis amb altres tipus de productes, com ara la llet i les begudes vainilles de soja (Villegas Pascual, 2008), el iogurt reduït en calories (Johansen et al., 2010) i formatge d'untar baix en greixos (Kähkönen et al., 1996), es va identificar amb claredat un efecte de la informació. Aquest fet es reproduïx en aquest estudi cosa que indica que les puntuacions dels consumidors semblen també, condicionades per la informació de l'envàs.

Els resultats del qüestionari CATA en les dues condicions estudiades no van reflectir diferències significatives en la majoria dels atributs avaluats, excepte en aquells relacionats principalment amb el contingut de greix i textura tal i com es mostra en la figura 16. En FG1, les diferències identificades van ser en el color vermell, poc greixós, molt greixós i tendresa. Sota la condició informada, els consumidors van avaluar mostres menys vermelles i baixes en greixos, més suaus i superiors en greix. En FG2 es van identificar diferències pel gust

característic, mentre que, en condicions informades, els consumidors van avaluar mostres amb un gust característic més alt. Per a FG3 es van donar diferències per als atributs quantitat baixa en greix, quantitat alta en greix i, tendresa. Sota la condició informada, els consumidors van avaluar les mostres més tendres i amb menys quantitat de greix. Per a FG4 es van identificar diferències en quantitats baixes en greixos i dures.

Per tant, quan el consumidor tenia la informació d'etiquetatge dels ingredients i les dades nutricionals, la informació va influir en l'avaluació d'atributs específics en la condició informada, concretament els atributs relacionats amb el contingut i la textura de greixos, malgrat la informació proporcionada, no va tenir cap efecte sobre l'acceptabilitat.



**Figura 16.** Comparativa entre condicions (a cegues i informat) de la freqüència dels atributs mencionats al qüestionari CATA en cada mostra de fuet de la mostra.

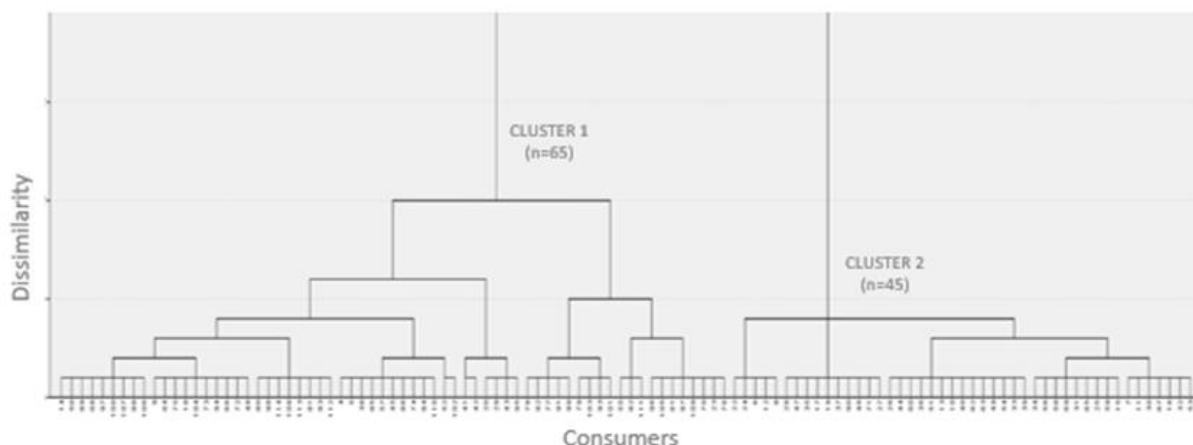
FG1: Control 40% greix de porc; FG2: 30% greix de porc +10% proteïna de pèsol; FG3:25% greix de porc +15% proteïna de pèsol; FG4: 20% greix de porc+20% proteïna de pèsol. Els atributs amb asterisc (\*) presenten diferències ( $p \leq 0.05$ ) entre les condicions de cadascuna de les mostres.

Per valorar si entre els consumidors hi havien diferents patrons de preferències i aquestes estaven relacionades amb les característiques demogràfiques o hàbits de consum (taula 32) es va realitzar un anàlisi de segmentació a través de l'anàlisi jeràrquica de clústers (figura 17). Així, els consumidors es van segmentar segons les seves puntuacions d'acceptabilitat del fuet i es van identificar dos grups de consumidors: el clúster 1 format per 65 participants i el clúster 2 de 45 participants. Només la influència de la freqüència de consum de fuet (consumidors habituals i consumidors ocasionals) explica diferències d'acceptabilitat entre els dos clústers.

**Taula 32.** Dades sociodemogràfiques i hàbits de consum (n=114)

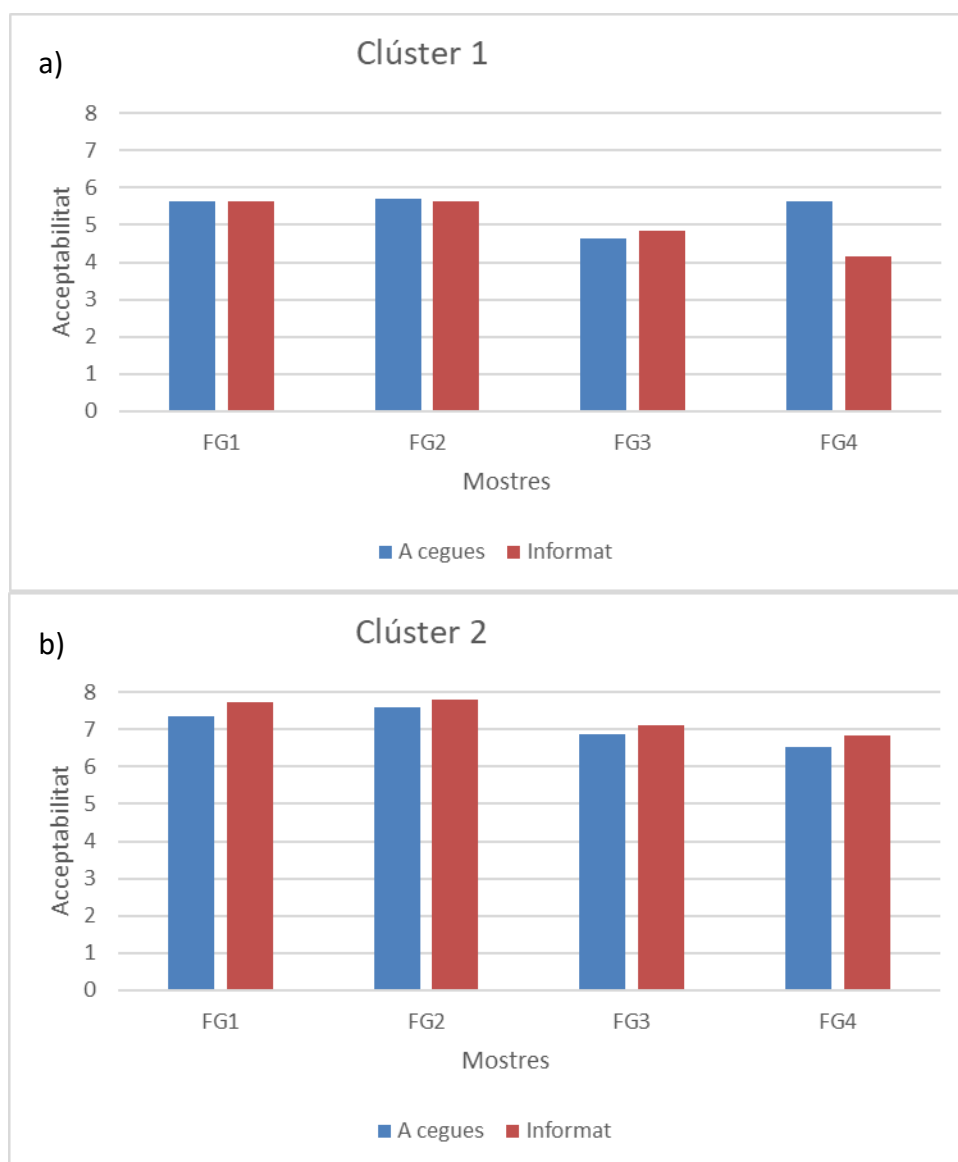
<b>Variables d'estudi</b>	<b>Categoria</b>	<b>Percentatge (%)</b>
Sexe	Home	48,2
	Dona	51,8
Edat	18-25	62,28
	26-30	16,67
	+35	21,05
Freqüència de consum de fuet	Regularment	43
	Ocasionalment	52,6
	No ho sé	4,4
Interès en consumir fuet reduït en greix	Si	89,5
	No	10,5
Intenció de pagar més diners per un fuet reduït en greix	Si	54,4
	No	24,6
	No ho sé	21,1
Quantitat de diners diposats a pagar	Res més	20,2
	25% més	42,1
	50% més	0,9
	No ho sé	36,8
Interès General per la Salut (GHI)	Interès alt (29-40)	49,1
	Interès baix (14-28)	50,9





**Figura 17.** Segmentació de consumidors: Dendrograma obtingut a partir de l'anàlisi jeràrquica del clúster de les dades d'acceptabilitat

Els consumidors del clúster 1, grup més nombrós de participants, està format principalment per a consumidors ocasionals de fuet (consum mensual: <2 vegades per setmana). En aquest cas, obtenim puntuacions baixes a totes les mostres, des dels 4,74 al 5,7 a cegues i en condicions informades de 4,14 a 5,64 (figura 18). Tot i que no agraden massa les mostres de fuet, les diferències d'acceptabilitat d'aquest clúster van seguir la mateixa tendència que les del clúster 2, format pels consumidors que consumeixen fuet regularment (consum diari: > 3 vegades a la setmana). En aquest clúster, la puntuació mitjana per a totes les mostres en general és superior tant a cegues com en condició informada. A cegues les puntuacions van de 6,53 a 7,6 i en condicions informades de 6,85 a 7,75 (figura 18). Per tant, els consumidors habituals de fuet atorguen valors d'acceptabilitat més elevats a totes les mostres. Duffy i Bartoshuk van obtenir resultats similars, arribant a la conclusió que les diferències en les respostes d'acceptabilitat no només es deuen als atributs sensorials de les mostres, sinó també a altres característiques del consumidor, com ara els hàbits del consum i les preferències individuals (Duffy i Bartoshuk, 2000). Això confirmaria la hipòtesis que el consum habitual d'aliments augmenta la seva acceptabilitat. Luckow i Delahunty van observar un augment significatiu de l'acceptabilitat d'una sèrie de begudes probiòtiques després de consumir-les diàriament durant una setmana (Luckow i Delahunty, 2004), mentre que Stein et al. va trobar una correlació positiva entre la familiaritat i les puntuacions de preferència en un estudi sobre l'acceptació de begudes (Stein et al., 2003)



**Figura 18.** Acceptabilitat dels fuels per a cada grup de consumidors, (a) clúster 1 i (b) clúster 2

FG1: Control 40% greix de porc; FG2: 30% greix de porc +10% proteïna de pèsol;  
 FG3: 25% greix de porc +15% proteïna de pèsol; FG4: 20% greix de porc+20% proteïna de pèsol.

Segons aquests resultats, arribem a la conclusió que la segmentació proporciona informació addicional, no evident en els resultats globals, però en aquest cas confirma que augmentant el percentatge de PPT, les mostres són menys acceptades per a tots els consumidors.

No s'identifiquen diferències entre clústers quan s'avaluen els atributs a través del qüestionari CATA tenint en compte els dos clústers. Els resultats de CATA en les dues condicions estudiades no reflecteixen diferències significatives per a la majoria dels atributs avaluats, tret dels relacionats amb el contingut de greix i textura (Figura 16). A la FG1 les diferències identificades són respecte color vermell, poc greixós, molt greixós i tendre. Sota la condició informada, els consumidors avaluen les mostres respecte els termes menys vermelles i baixes en greixos mentre que es valoren les mostres com a més suaus i més greixoses. A FG2 s'identifiquen diferències pel gust característic, mentre que en condicions informades, els consumidors avaluen mostres amb un gust característic més elevat. Per a FG3 es donen diferències per als atributs poc greixós molt greixós i tendre. Sota les condicions informades, els consumidors avaluen la mostra en base al terme més suau, menor en quantitat de greix i menys en greix. Per a la FG4 s'identifiquen diferències en quantitats baixes en greixos i duresa.

Per tant, quan el consumidor disposa de la informació sobre l'etiquetatge dels ingredients i la composició, repercuteix en l'avaluació d'atributs específics en la condició informada. Aquí específicament, les condicions relacionades amb el contingut de greix i la textura, malgrat la informació donada, no té cap efecte sobre l'acceptabilitat.

## **ESTUDI 4: Impacte de la reducció simultània de sal i greix producte càrnic cru-curat en les característiques físico-químiques i sensorials sota condicions a cegues i informades**

### **4.1. Resultats físico-químics**

Els resultats de les característiques físico-químics de les mostres de fuet reduïdes en sal i greix es mostren a la taula 33.

En referència a la humitat, tal i com s'observa en la taula 33 el contingut d'humitat és inferior en la mostra control (FGS1) (29,84%), degut al seu contingut superior de greix i sal, mentre que en la mostra FGS4 augmenta fins a 32,94% degut a la simultània reducció de greix i sal. Mora-Gallego va estudiar la reducció de greix i sal i va veure que suposava un lleuger augment d'humitat i activitat d'aigua (Mora-Gallego et al., 2016). Contràriament, no es van trobar diferències significatives en unes salsitxes reduïdes i en greix i sal incloent en la formulació el  $\kappa$ -carragenat i diferents sals com el clorur de potassi i calci, en diferents concentracions (Totosaus et al., 2004).

El contingut de proteïna no es va veure afectat significativament en augmentar la substitució del greix de porc per PPT en FGS2 ( $p \leq 0,05$ ). Tanmateix, el contingut de proteïna en FGS3 i FGS4 augmenta significativament ( $p \leq 0,05$ ) a causa de l'addició de PPT. En diversos estudis, el contingut de proteïnes va augmentar amb un augment de proteïnes texturitzades (Hidayat, B.T., Wea, A. i Andriati, 2018).

El contingut final de greix de la mostra FGS1 és de 31,30%, seguit de FGS2 amb un 29,72%, de FGS3 amb un 27,72% i de la FGS4 amb un 25,71%. Per tant, s'aconsegueix una reducció de greix significativa d'un 5,05% en FGS2, d'un 11,4% en FGS3 i d'un 17,87% en FGS4. Si es calcula a partir d'extracte sec, les reduccions són del 2,40%, 9,90% i 14,06% respectivament, essent estadísticament significatives entre FGS1, FGS3 i FGS4. D'altra banda, substituint el 10% del greix inicial de porc en la formulació FGS2 per proteïna de pèsol no es reflecteix en el resultat final en matèria seca, és a dir, aquesta reducció significativa del greix inicial no es veu a nivell analític en matèria seca.

**Taula 33.** Composició física-química de les mostres de fuet avaluades en l'estudi 4

Paràmetres	Mostres			
	FGS1	FGS2	FGS3	FGS4
Humitat (%)	29,84±0,15 <sup>a</sup>	31,74±0,13 <sup>b</sup>	31,67±0,50 <sup>b</sup>	32,94±0,13 <sup>c</sup>
Proteïna (%)	27,01±0,41 <sup>a</sup>	27,64±0,10 <sup>b</sup>	28,61±0,26 <sup>c</sup>	29,42±0,28 <sup>d</sup>
% proteïna/extracte sec	39,39±0,09 <sup>a</sup>	39,63±0,15 <sup>a</sup>	41,47±0,45 <sup>b</sup>	43,87±0,34 <sup>c</sup>
Greix (%)	31,30±31 <sup>d</sup>	29,72±0,36 <sup>c</sup>	27,72±0,16 <sup>b</sup>	25,71±0,50 <sup>a</sup>
% greix/extracte sec	44,61±0,39 <sup>c</sup>	43,55±0,47 <sup>c</sup>	40,20±0,26 <sup>b</sup>	38,34±0,80 <sup>a</sup>
Hidrats de carboni (%)	6,59±0,30 <sup>ab</sup>	6,55±0,23 <sup>a</sup>	7,18±0,14 <sup>b</sup>	6,91±0,21 <sup>ab</sup>
% hidrats/extracte sec	9,4±0,45 <sup>a</sup>	9,59±0,35 <sup>ab</sup>	10,41±0,21 <sup>c</sup>	10,31±0,31 <sup>c</sup>
Cendres (%)	4,63±0,04 <sup>a</sup>	4,93±0,35 <sup>b</sup>	4,48±0,21 <sup>ab</sup>	5,02±0,31 <sup>b</sup>
%cendres/extracte sec	6,59±0,04 <sup>a</sup>	7,22±0,02 <sup>b</sup>	6,99±0,10 <sup>ab</sup>	7,48±0,20 <sup>c</sup>
Energia (kcal)	419±0,15 <sup>d</sup>	402±2,18 <sup>c</sup>	393±1,72 <sup>c</sup>	376±3,02 <sup>d</sup>
Sucres (%)	4,84±0,06 <sup>a</sup>	4,98±0,06 <sup>b</sup>	4,94±0,05 <sup>ab</sup>	5,37±0,03 <sup>c</sup>
NaCl (%)	4,28±0,11 <sup>b</sup>	3,36±0,16 <sup>a</sup>	3,25±0,10 <sup>a</sup>	3,24±0,06 <sup>a</sup>
% NaCl/extracte sec	6,1±0,05 <sup>b</sup>	4,93±0,18 <sup>b</sup>	4,72±0,08 <sup>b</sup>	4,83±0,06 <sup>b</sup>

FGS1: 40% de greix de porc; FGS2: 30% greix de porc + 10% proteïna de pèsol + 70% NaCl + 30% KCl ; FGS3: 25% greix de porc + 15% proteïna de pèsol + 70% NaCl + + 30% KCl; FGS4: 20% greix de porc + 20% proteïna de pèsol + 70%NaCl + 30% KCl.

Els resultats estan expressats com a mitjana ± desviació estàndard. Els valors amb diferents lletres (a-d) dins de cada fila són significativament diferents (p <0.05).

En quan als resultats de textura instrumentals (taula 34), no es troben diferències significatives en la duresa ni mastegabilitat, mentre que l'elasticitat és significativament superior en la mostra FGS4. Contràriament, en un altre estudi en un tipus de salsitxes fermentades la reducció de NaCl va correspondre a menys fermesa del producte (Petäjä et al., 1985). La textura també es va veure afectada en un estudi on es va addicionar farina de dos bolets diferents en unes salsitxes de Frankfurt reduïdes en sal i greix el qual va donar lloc a salsitxes més suaus i menys cohesives (Cerón-Guevara et al., 2020).

**Taula 34.** Anàlisi de textura i color instrumental en l'estudi 4

Mostres	Duresa (N)	Elasticitat (N*m)	Mastegabilitat (N/mm)	L*	b*	a*
FGS1	25,75±2,77 <sup>a</sup>	494±25,05 <sup>ab</sup>	1,17±0,43 <sup>a</sup>	35,38±1,05 <sup>a</sup>	20,4±0,54 <sup>a</sup>	9,03±0,25 <sup>a</sup>
FGS2	26,91±1,76 <sup>a</sup>	459,83±57,75 <sup>a</sup>	1,46±0,07 <sup>a</sup>	36,84±0,43 <sup>a</sup>	21,30±0,84 <sup>a</sup>	9,43±0,59 <sup>a</sup>
FGS3	24,86±7,69 <sup>a</sup>	441,07±70,45 <sup>a</sup>	1,16±0,15 <sup>a</sup>	37,07±0,71 <sup>a</sup>	20,99±0,72 <sup>a</sup>	9,80±0,66 <sup>a</sup>
FGS4	26,15±4 <sup>a</sup>	622,17±52,10 <sup>b</sup>	1,33±0,68 <sup>a</sup>	36,76±0,39 <sup>a</sup>	20,98±0,54 <sup>a</sup>	10,23±0,36 <sup>a</sup>

FGS1: 40% de greix de porc; FGS2: 30% greix de porc + 10% proteïna de pèsol + 70% NaCl + 30% KCl ; FGS3: 25% greix de porc + 15% proteïna de pèsol + 70% NaCl + + 30% KCl; FGS4: 20% greix de porc + 20% proteïna de pèsol + 70%NaCl + 30% KCl. Els resultats estan expressats com a mitjana ± desviació estàndard. Els valors amb diferents lletres (a-b) dins de cada columna són significativament diferents (p <0.05).

Referent als resultats de color instrumental no s'observen diferències estadísticament significatives ni en L\*, b\* ni en a\*. En un estudi de Jiménez-Colmenero, F (2010), la incorporació de *Sea Spaghetti* i gel konjac en uns frankfurts reduïts en sal i greix va produir una disminució (p <0,05) dels valors de (L\*) i (a\*) i un augment (p <0,05) de (b\*) en comparació amb la mostra control (Jiménez-Colmenero et al., 2010). Per tant, es pot deduir que la reducció de greix i NaCl i el reemplaçament amb de proteïna de pèsol i KCL respectivament no té impacte en el color instrumental de les mostres.

## 4.2. Acceptabilitat global i qüestionari CATA del fuet

### 4.2.1. Condió a cegues

Les puntuacions d'acceptabilitat varien significativament entre les mostres, amb valors que van des dels 4,82 fins als 6,32 (taula 35), suggerint de nou que la resposta del consumidor a les característiques sensorials del fuet són diferents entre les mostres. La taula 35 mostra que l'acceptabilitat disminueix proporcionalment amb l'augment del percentatge de reemplaçament de proteïna de pèsol. La mostra FGS1 és la que obté l'acceptabilitat superior, seguit de la mostra FGS2 contenint un 10% de proteïna de pèsol texturitzada. Així, els fuets amb un contingut de proteïna de pèsol  $\geq 15\%$  i un 30% de substitució de NaCl per KCl són menys acceptades pels consumidors.

**Taula 35.** Valors mitjans d'acceptabilitat global (n = 100) de les mostres d'embotits avaluades en condicions cegues i informades pels consumidors

Mostres	Condicions d'avaluació		I-C	
	A cegues (B)	Informat (I)	M	p
FGS1	6,32 <sup>c</sup>	6,84 <sup>c</sup>	0,52	0,00
FGS2	5,85 <sup>bc</sup>	6,29 <sup>bc</sup>	0,45	0,02
FGS3	5,37 <sup>ab</sup>	5,59 <sup>b</sup>	0,22	0,36
FGS4	4,82 <sup>a</sup>	4,77 <sup>a</sup>	0,05	0,86

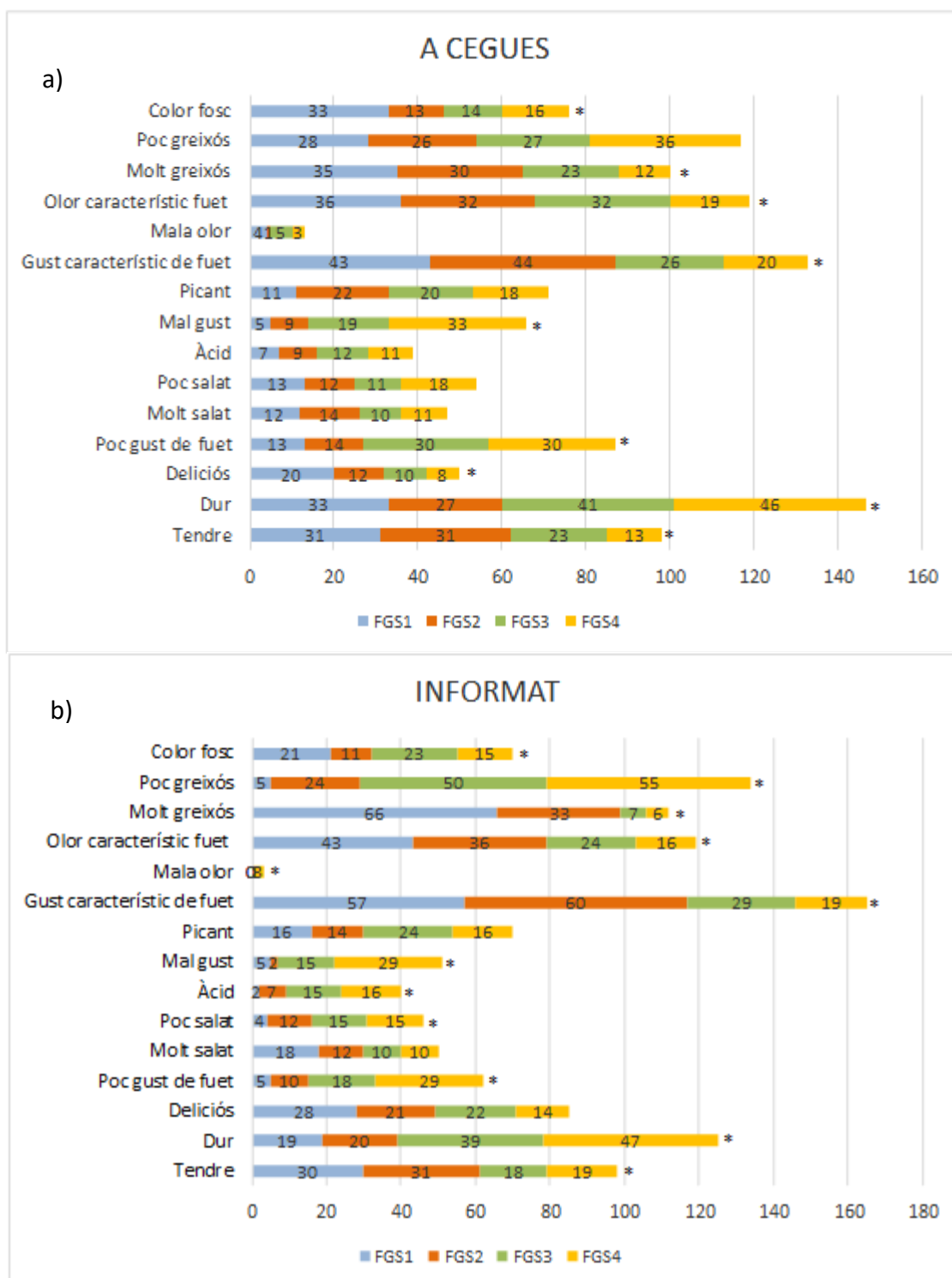
FGS1: 40% de greix de porc; FGS2: 30% greix de porc + 10% proteïna de pèsol + 70% NaCl + 30% KCl; FGS3: 25% greix de porc + 15% proteïna de pèsol + 70% NaCl + 30% KCl; FGS4: 20% greix de porc + 20% proteïna de pèsol + 70% NaCl + 30% KCl.

Les mitjanes en la mateixa columna amb diferents lletres (a-c) són significativament diferents ( $p < 0.05$ ).

Els resultats del qüestionari CATA (figura 19) mostren que hi ha diferències estadísticament significatives entre les mostres per als atributs següents en la condició a cega: color fosc, molt greixós, olor característic, gust característic, mal gust, poc gust de fuet, deliciós, dur i tendre.

Per a la mostra control (FGS1), els atributs més esmentats són gust característic de fuet (43), olor característic de fuet (36), molt greixós (35) i color fosc (33). A la mostra FGS2 es donen un nombre més gran de citacions pels atributs

següents: gust característic de fuet (44), olor característic de fuet (36) i tendresa (31).



**Figura 19.** Qüestionari CATA en dues condicions: a) cegues i b) informat.

FGS1: 40% de greix de porc; FGS2: 30% greix de porc + 10% proteïna de pèsol + 70% NaCl + 30% KCl; FGS3: 25% greix de porc + 15% proteïna de pèsol + 70% NaCl + 30% KCl; FGS4: 20% greix de porc + 20% proteïna de pèsol + 70% NaCl + 30% KCl. Els atributs amb asterisc (\*) presenten diferències significatives ( $p \leq 0.05$ ) entre tractaments



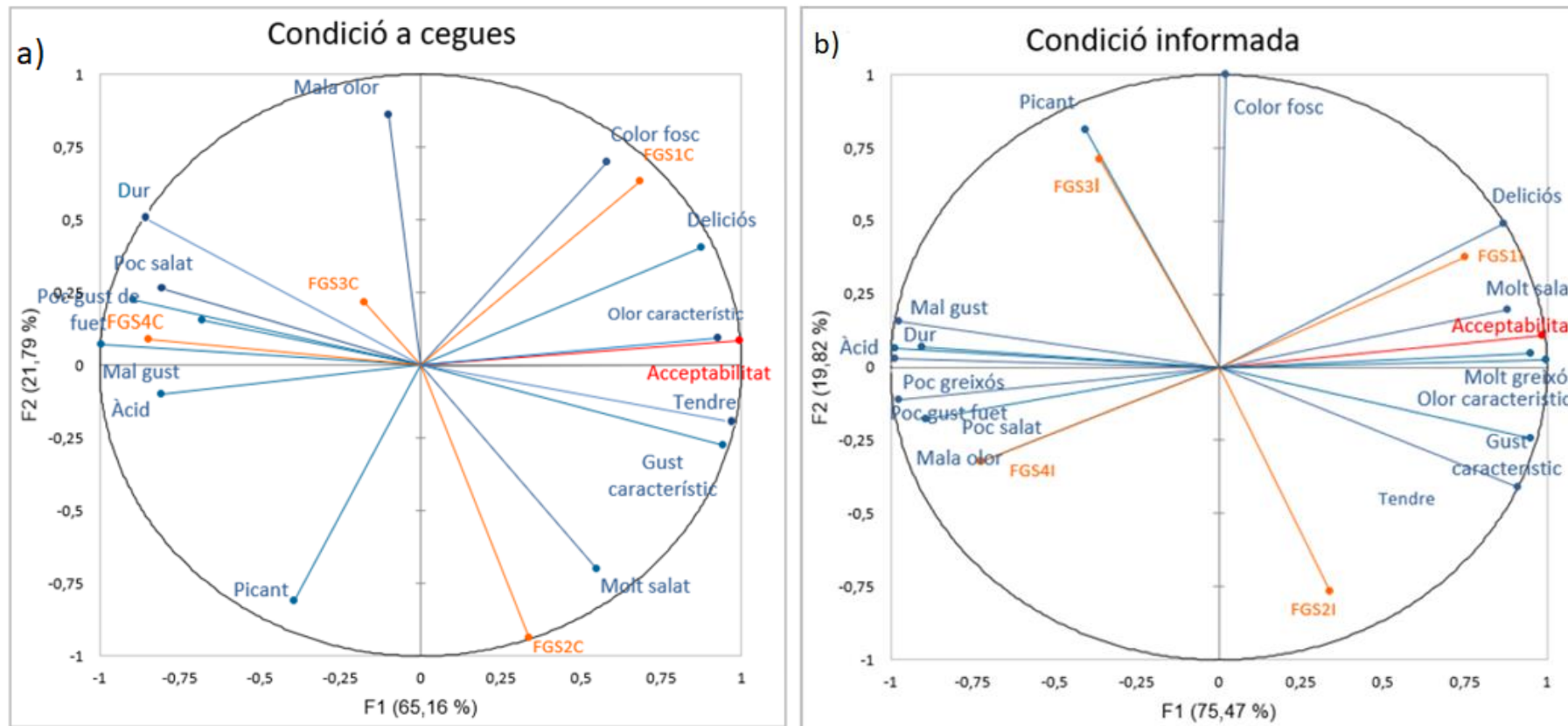
Per a la mostra FGS3, els atributs més citats són dur (41) i olor característic de fuet (32). Els termes dur (46), poc greixós (36) i mal gust (33) caracteritzen la mostra FGS4. L'atribut deliciós apareix més vegades citat en la mostra FGS1 (20) i coincideix amb una millor acceptació per aquesta mostra.

La mostra FGS1 correspon a la mostra comercial, probablement perquè es tracta d'una formulació optimitzada disponible per al consumidor. Com hem vist es citen en més quantitat els atributs amb connotacions positives i per altra banda, es mencionen menys atributs negatius com ara el gust àcid, picant i el mal gust.

L'anàlisi multifactorial (MFA) dels atributs obtinguts en el qüestionari CATA i d'acceptabilitat dels fuets amb diferent percentatges de greix mostra que les dues primeres dimensions expliquen el 86,95% de la variabilitat de les dades (primera dimensió: 65,16%; segona dimensió: 21,79%) (figura 20).

La primera dimensió separa les mostres segons el contingut de proteïna de pèsol (mostres sense proteïna de pèsol o menys percentatge i un 30% menys de NaCl al costat dret i els productes restants a l'esquerra), mentre que una segona dimensió separa la mostra FGS1 a la part superior de la resta (amb percentatges diferents de proteïna de pèsol i reducció del 30% de NaCl). A la part dreta, la mostra FGS1 es caracteritza pels termes gust característic i deliciós, mentre que es descriu FGS2 com a molt salat. A la part esquerra, FGS3 es descriu com poc greixós i mala dolor i FGS4 com a poc salat, poc gust de fuet, mal gust i àcid. Aquests resultats indiquen que els termes olor característic, molt greixós i deliciós són considerats "drivers of liking", mentre que poc gust de fuet, poc salat, mal gust i àcid són considerats "drivers of disliking".

Aquesta mateixa tendència s'observa a l'estudi 3 on només s'ha reemplaçat una part del greix per proteïna texturitzada de pèsol, sense modificar el contingut de NaCl.



**Figura 20.** MFA dels atributs del qüestionari CATA i l'acceptabilitat dels fuets amb diferent percentatge de greix sota condicions informades.

FGS1: 40% de greix de porc; FGS2: 30% greix de porc + 10% proteïna de pèsol + 70% NaCl + 30% KCl; FGS3: 25% greix de porc + 15% proteïna de pèsol + 70% NaCl + + 30% KCl; FGS4: 20% greix de porc + 20% proteïna de pèsol + 70%NaCl + 30% KCl.

#### 4.2.2 Condició informada

Les puntuacions d'acceptabilitat varien entre mostres amb valors que van dels 4,77 als 6,84 (taula 35). La taula 35 mostra que els fuets amb un contingut de proteïna de pèsol  $\geq 15\%$  i reduïts el 30% en NaCl que són els menys acceptats per als consumidors, mentre que a mostra FGS1 és la que obté l'acceptabilitat superior, seguit de la mostra FGS2 contenint un 10% de proteïna de pèsol texturitzada.

Els resultats del qüestionari CATA (figura 19) mostren diferències estadísticament significatives entre els atributs següents: color fosc, poc greixós, molt greixós, olor característic, mala olor, gust característic, mal gust, àcid, poc salat, poc gust de fuet, dur i tendre.

Quan s'informa als consumidors, els atributs en la mostra FGS1 que es citen més són: molt greixós (66), el gust característic (57), l'olor característica (43) i el tendre (30). Els atributs més citats per a la mostra FGS2 són gust característic (60), olor característic (36), molt greixós (33) i tendre (31). Per a la mostra FGS3, els consumidors citen els atributs poc greixós (50) i dur (39). Els termes poc greixós (55), dur (47), poc gust de fuet (29) i mal gust (29) caracteritzen la mostra FGS4. Tal com passa amb la condició cega, un nombre significativament més gran de citacions per a l'atribut deliciós (28) es relacionen amb una millor acceptació per a la mostra FGS1, mentre que un nombre menor de citacions per als atributs àcid i mal gust són identificats.

Pel que fa a l'anàlisi multifactorial (MFA) en la condició informada (figura 20), les dues primeres dimensions expliquen el 95,29% de la variància de dades (75,47% i el 19,82% en la primera i la segona dimensió, respectivament). La figura 22 mostra que la distribució de mostres i els atributs coincideix amb els resultats obtinguts en la condició a cegues. Com es pot observar, FGS1 i FGS2 es troben als quadrants de la dreta, mentre que FGS3 i FGS4 es troben als quadrants esquerre.

La mostra FGS1 es caracteritza pels atributs deliciós, molt salat i molt greixós. La mostra d'FGS2 es caracteritza pels termes gust característic i tendre. La FGS3 es caracteritza pels atributs picant i àcid, mentre que la FGS4 es caracteritza per àcid, dur, poc greixós, poc gust de fuet i mala olor.

Per tant, els resultats en la condició informada indiquen, com en la condició a cegues, que deliciós, molt greixós, molt salat, olor característic i gust característic es consideren “drivers of liking” del fuet, mentre que els termes àcid, dur, poc greixós, poc gust de fuet, poc salat i mala olor són “drivers of disliking”.

#### 4.2.3 Comparativa entre les avaluacions informades i a cegues

En comparar les condicions estudiades en totes les mostres avaluades, les puntuacions en condicions informades difereixen significativament de les condicions a cegues (I - B) per les mostres FGS1 i FGS2. Les dues mostres obtenen puntuacions més altes un cop s'ha informat de la seva composició.

En les mostres FGS3 i FGS4 no s'observen diferències significatives entre les mostres informades i a cegues.

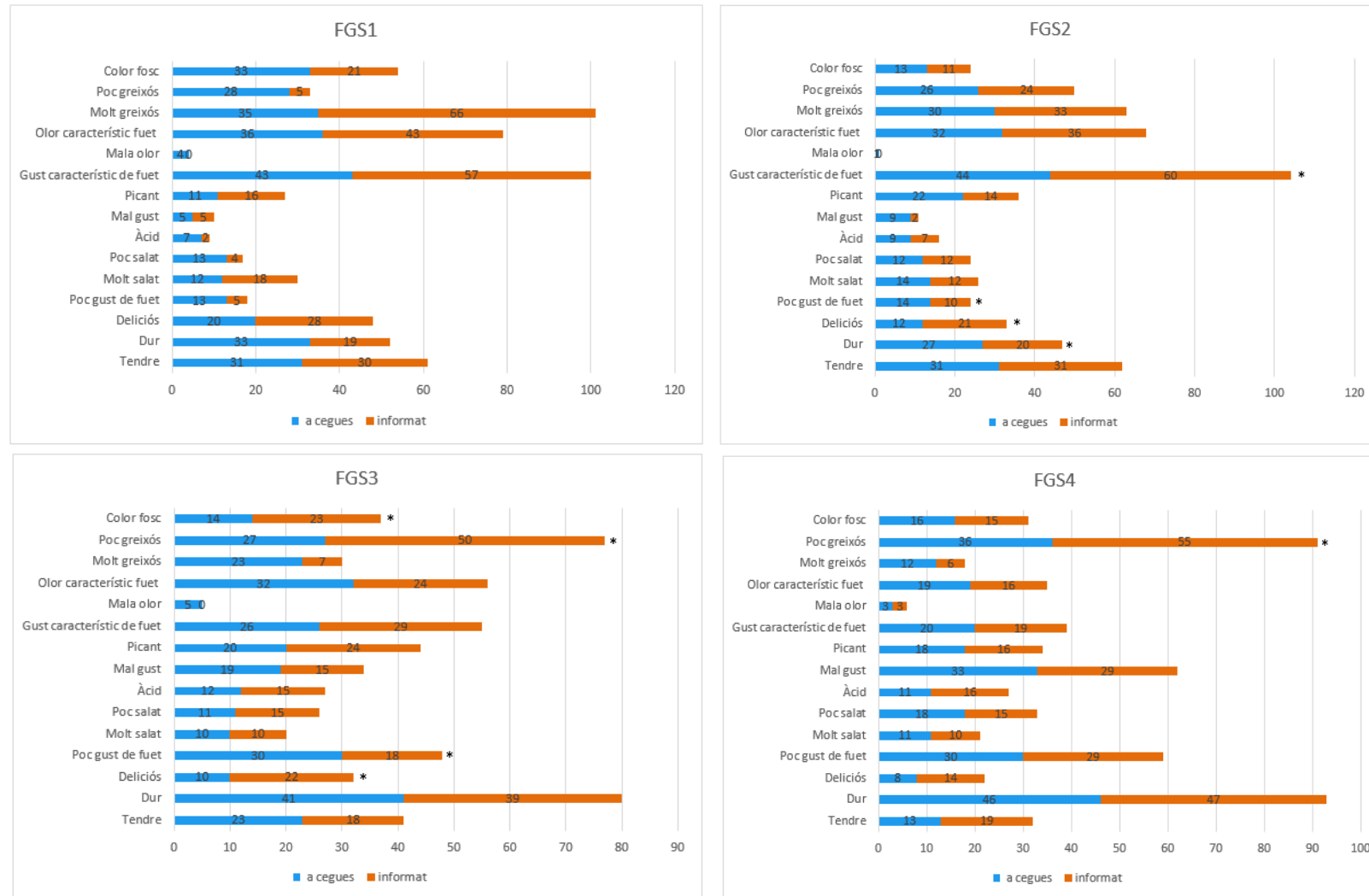
Els resultats del qüestionari CATA en les dues condicions estudiades no reflecteixen diferències significatives per a la majoria dels atributs avaluats, tret dels relacionats amb el contingut de greix i textura (Figura 21). A la FGS1 no identifiquem diferències significatives en cap atribut entre la condició cega i informada, fet que indica que en aquest cas la informació no afecta els resultats d'acceptabilitat informats.

A FGS2 s'identifiquen diferències pel gust característic, poc gust de fuet, deliciós i dur. En condicions informades, els consumidors avaluen les mostres amb un gust característic més intens, poc gust de fuet menor, deliciós més elevat i dur inferior. Per a FGS3 s'identifiquen diferències per als atributs color fosc, poc greixós, poc gust de fuet i deliciós.

Sotala condició informada, els consumidors avaluen la mostra més fosca, menys greixosa, menys gust de fuet i més deliciosa. Per a la FGS4 s'identifiquen diferències en l'atribut poc greixós.

Per tant, quan el consumidor disposa de la informació sobre l'etiquetatge dels ingredients i la composició, aquesta repercuteix en l'avaluació d'atributs específics en la condició informada. Aquí específicament, es veu un clar efecte en els atributs relacionats amb el contingut de greix i la textura, malgrat aquest efecte de la informació donada, no tingui cap impacte sobre l'acceptabilitat. En un estudi en pernil cuit reduït en sal les respostes relacionades amb aquest atribut es van alterar quan els consumidors van tastar els productes i van observar les seves etiquetes (condició informada), cosa que suggereix l'efecte de la informació de l'etiqueta sobre la percepció del consumidor sobre el producte (Henrique et al., 2015).

Resultats similars es van obtenir en un estudi d'un salami italià fabricat amb diferents carns i processos on la informació inclosa en l'etiquetatge no va modificar la percepció hedònica però va influir en la descripció sensorial (de Andrade et al., 2018).



**Figura 21.** Comparativa entre condicions (a cegues i informat) de la freqüència dels atributs mencionats al qüestionari CATA en les mostres de fuet.

FGS1: 40% greix de porc; FGS2: 30% greix de porc + 10% proteïna de pèsol + 70% NaCl + 30% KCl; FGS3: 25% greix de porc + 15% proteïna de pèsol + 70% NaCl + + 30% KCl; FGS4: 20% greix de porc + 20% proteïna de pèsol + 70%NaCl + 30% KCl.

Els atributs amb asterisc (\*) presenten diferències ( $p \leq 0.05$ ) entre les condicions de cadascuna de les mostres.

### 4.3 Resultats avaluació de les mostres de l'estudi 4 a través de l'escala Just About Right (JAR)

Les escales JAR són àmpliament utilitzades en el desenvolupament de nous productes, com a tècnica d'investigació de consumidors. Es fan servir per identificar si els atributs presents en l'aliment estan ben optimitzats o si, per contra, necessiten augmentar o reduir la seva intensitat. En aquesta tècnica s'utilitzen escales pels diferents atributs que es volen avaluar, a través de les que els consumidors han de dir si cada atribut està en el punt ideal, o si li falta o li sobra intensitat.

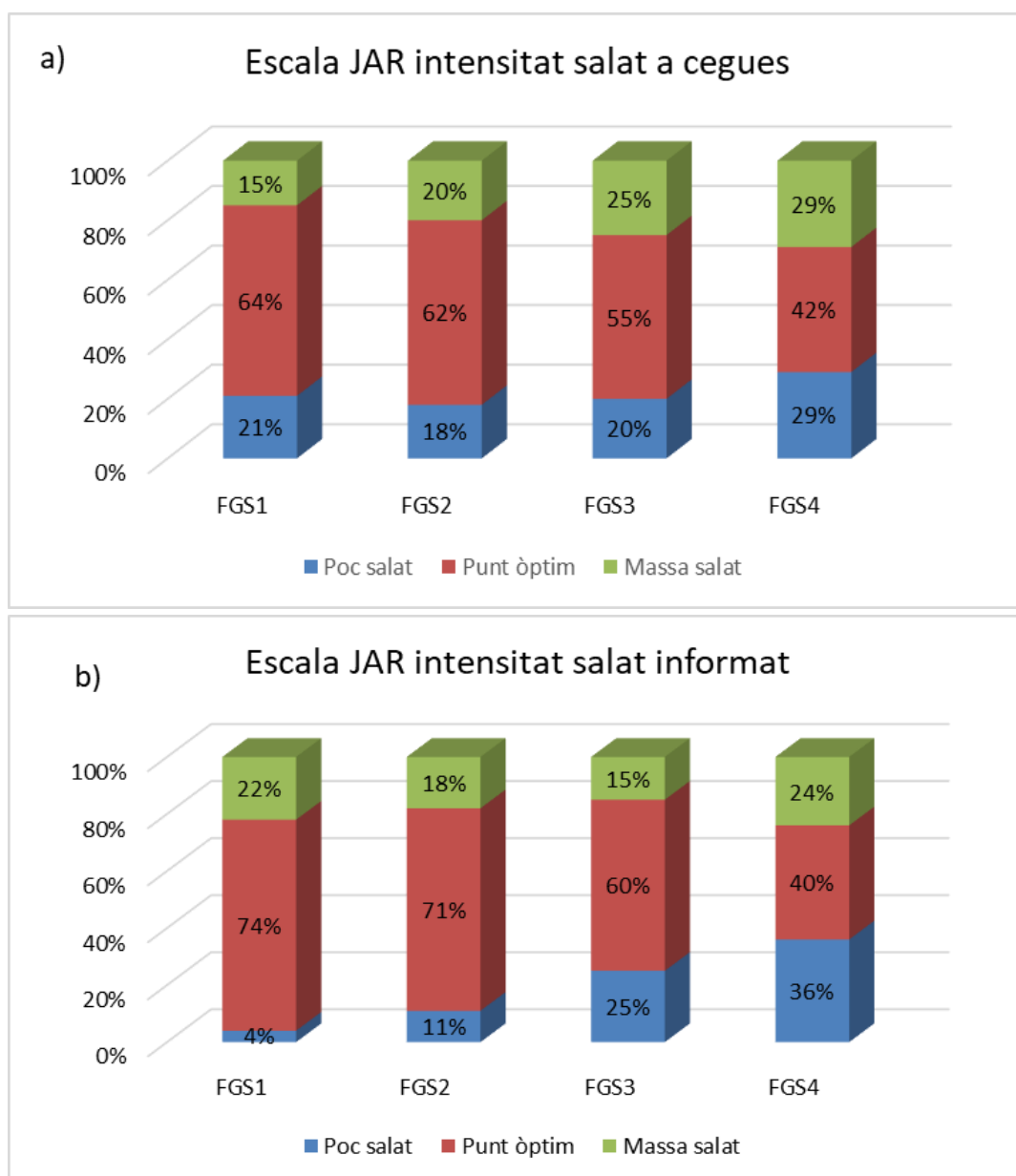
Per tant, en aquest estudi es va utilitzar l'avaluació de les mostres a través de l'escala JAR per a conèixer la intensitat de sal i la intensitat de gust de fuet que tenen les mostres, tant per la condició a cegues com informada.

A les figures 22 i 23 es poden observar els resultats obtinguts en l'escala JAR en relació a la intensitat del gust salat i la intensitat de gust de fuet en les dues condicions.

#### 4.3.1 Condició a cegues

En quan a la intensitat de gust salat, totes les mostres han estat valorades de manera similar, excepte FGS4 que és la que obté la major puntuació indicant com a mostra poc salada. El fet que sigui la mostra que conté menor percentatge de greix podria confondre al consumidor ja que conté la mateixa quantitat de NaCl que les mostres FGS3 i FGS2. A més a més, la mostra FGS4 també és la mostra amb major puntuació com a mostra massa salada, el qual ens podria indicar que els consumidors tenen gustos diferents.

En quan a la intensitat de gust de fuet amb la valoració a cegues veiem que per les mostres FGS1 i FGS2 s'han obtingut puntuacions semblants, amb les mateixes puntuacions per cada costat del JAR, fet que podria indicar disparitat entre gustos. Les mostres FGS3 i FGS4 han obtingut una puntuació d'un 40,9% i un 35% respectivament de poc intens. Al contenir menys greix de porc que les mostres FGS1 i FGS2 el desenvolupament de l'aroma i el gust característic del producte ha sigut menor, provocant una reducció d'aquest gust.



**Figura 22.** Avaluació de les mostres de l'estudi 4 a través d'una escala JAR per valorar la intensitat de sal: a) condició cegues i b) condició informada.

FGS1: 40% de greix de porc; FGS2: 30% greix de porc + 10% proteïna de pèsol + 70% NaCl + 30% KCl;  
 FGS3: 25% greix de porc + 15% proteïna de pèsol + 70% NaCl + + 30% KCl; FGS4: 20% greix de porc +  
 20% proteïna de pèsol + 70%NaCl + 30% KCl



#### 4.3.2 Condició informada

En la condició informada es veu una tendència clara en els resultats respecte la intensitat de gust salat (Figura 22). Mentre que FGS1 obté un 4% com a mostra poc salada, la resta de mostres veuen augmentada aquesta puntuació a mesura que es redueix el greix en les mostres.

Segons els resultats a cegues la mostra FGS2 es podria considerar com a fórmula ben optimitzada, ja que el percentatge escollit com a ideal és molt semblant a la mostra control.

El mateix passa amb la intensitat de gust de fuet una vegada els consumidors han estat informats. A mesura que augmenta la reducció de greix augmenta el percentatge indicant com a producte amb poc gust de fuet, arribant a un 47% en la mostra FGS4.

#### 4.3.3 Comparativa entre les avaluacions informades i a cegues

En la mostra FGS1 en la intensitat del gust salat es veu clarament que quan el consumidor coneix realment el valor de sal del producte fa que augmenti la seva percepció de gust salat. En la mostra FGS1 veiem que quan es valora a cegues hi ha un 21% de respostes valorades com a poc salades, mentre que quan es valora una vegada s'ha informat al consumidor, aquest percentatge de percepció com a una mostra poc salada cau al 4%. Contràriament passa a la mostra FGS4, quan és valorada a cegues el 29% de respostes són valorades com a poc salades, mentre que quan s'informa que és la mostra que menys sal aporta aquest percentatge augmenta al 36%.

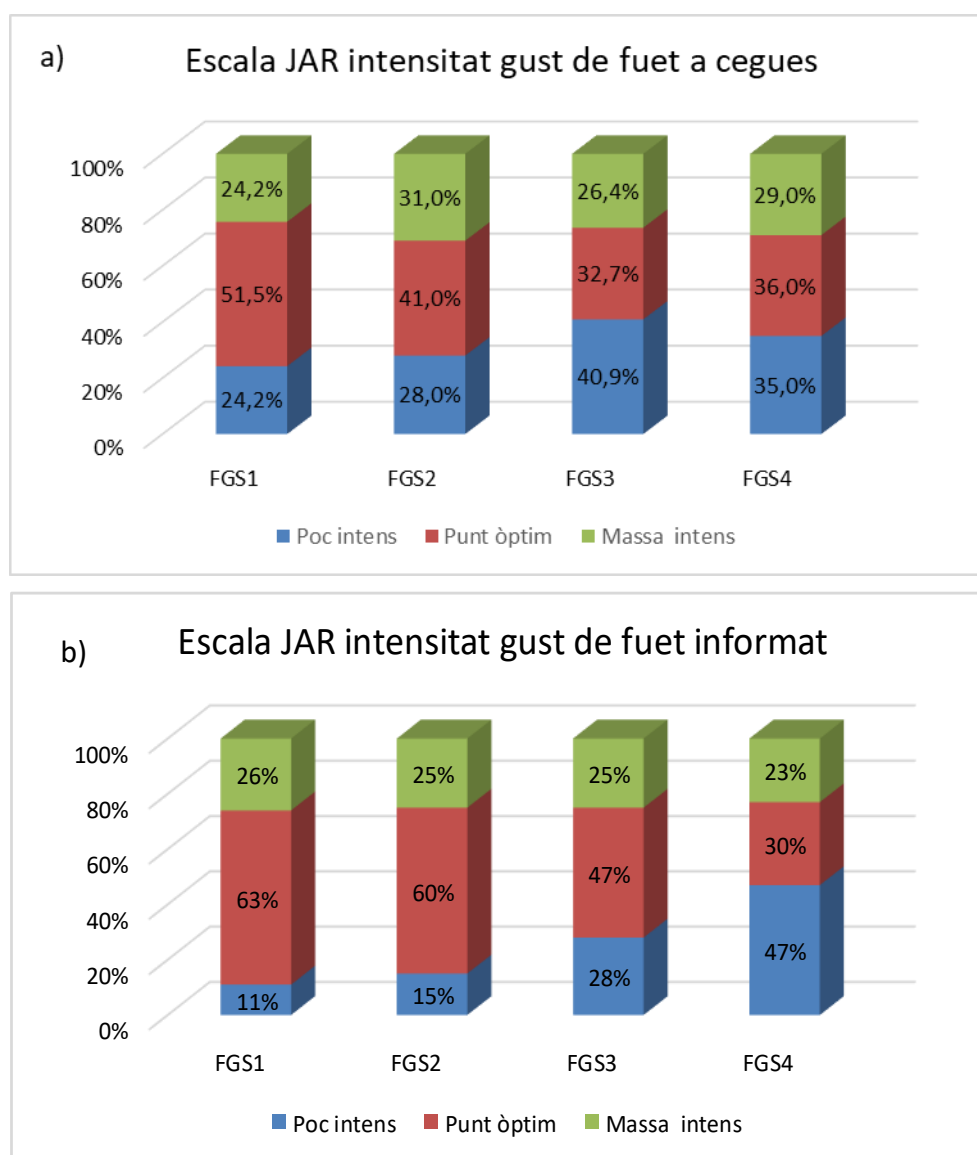
Veiem que la reducció de greix té un impacte en la percepció del consumidor del gust salat del fuet, ja que amb la mateixa quantitat de sal per a les mostres FGS2, FGS3 i FGS4 l'opció de poc salat augmenta a major reducció de greix.

En quan a la intensitat de gust de fuet (figura 23) també veiem diferències quan se'ls informa que la mostra està formulada amb proteïna de pèsol. La mostra FGS1 veiem que a cegues un percentatge del 24,2% la valoren com a poca intensitat de fuet; quan s'informa que es tracta de la mostra control sense proteïna de pèsol afegida aquest percentatge es redueix al 11%.

Contràriament ocórrer a la mostra FGS4, mentre que a cegues el percentatge que la valora com a mostra poc intensa de gust de fuet és del 35%, quan s'informa que és la

mostra que conté la major proporció de proteïna de pèsol aquest percentatge augmenta al 47%.

Per tant, s'evidencia que la substitució de greix de porc per proteïna de pèsol texturitzada redueix clarament la intensitat de gust característic de fuet.



**Figura 23.** Avaluació de les mostres de l'estudi 4 a través d'una escala JAR per valorar la intensitat de gust de fuet: a) condició cegues i b) condició informada.

FGS1: 40% de greix de porc; FGS2: 30% greix de porc + 10% proteïna de pèsol + 70% NaCl + 30% KCl; FGS3: 25% greix de porc + 15% proteïna de pèsol + 70% NaCl + 30% KCl; FGS4: 20% greix de porc + 20% proteïna de pèsol + 70%NaCl + 30% KCl

#### 4.4 Anàlisi de penalitzacions

La figura 24 mostra les anàlisis de penalització que s'han realitzat per cadascuna de les mostres en condicions a cegues i informada.

##### 4.4.1 Condició a cegues

En relació a la mostra FGS1C un 25% dels consumidors creuen que té poca intensitat de gust de fuet i un 21% creuen que la mostra és poc salada.

Referent a la mostra FGS2C un 28% dels consumidors el penalitzen com a poca intensitat de gust de fuet, mentre que tan sols un 18% dels consumidors el penalitzen com a poc salat.

En quan a la mostra FGS3C un 35% dels consumidors el penalitzen com a poca intensitat de gust de fuet, mentre que un 20% el qualifiquen de poc salat, però gairebé no ha estat penalitzat a l'hora de valorar l'acceptació global ("mean drop" <1). Els mateixos resultats es van obtenir en un estudi de salami reduït en sal on l'atribut salat no va ser decisiu en la disminució de l'acceptació segons l'escala JAR (Montes et al., 2017).

Finalment, en la mostra FGS4C un 37% i un 29% l'ha penalitzat amb poca intensitat de gust de fuet i amb poca intensitat de salat respectivament. Els dos atributs s'han vist penalitzats a l'hora de valorar l'acceptació global.

##### 4.4.2 Condició informada

En la mostra FGS1 només un 11% dels consumidors creuen que té poca intensitat de gust de fuet, mentre que només un 4% creuen que la mostra és poc salada coneixent l'etiquetatge de la mostra.

Referent a la mostra FGS2I solament un 15% dels consumidors el penalitzen com a poca intensitat de gust de fuet, mentre que tan sols un 11% dels consumidors el penalitzen com a poc salat.

En relació a la mostra FGS3I un 28% dels consumidors el penalitzen com a poca intensitat de gust de fuet, mentre que un 25% el qualifiquen de poc salat amb un "mean drop" superior a 1. Per tant, en aquest cas sí que els atributs han estat penalitzats a l'hora de valorar l'acceptació global.

Els resultats en la mostra FGS4I s'ha penalitzat amb un 47% i un 36% poca intensitat de gust de fuet i amb poca intensitat de salat respectivament. Els dos atributs s'han vist penalitzats a l'hora de valorar l'acceptació global.

#### 4.4.3 Comparativa entre les avaluacions informades i a cegues

La FGS1 no trobem cap atribut que hagi estat penalitzat significativament de forma negativa en cap de les dues condicions. Un cop han conegut la informació nutricional de la mostra s'ha reduït la penalització pels dos atributs analitzats, és a dir, el fet d'informar al consumidor fa reduir la percepció de poc salat.

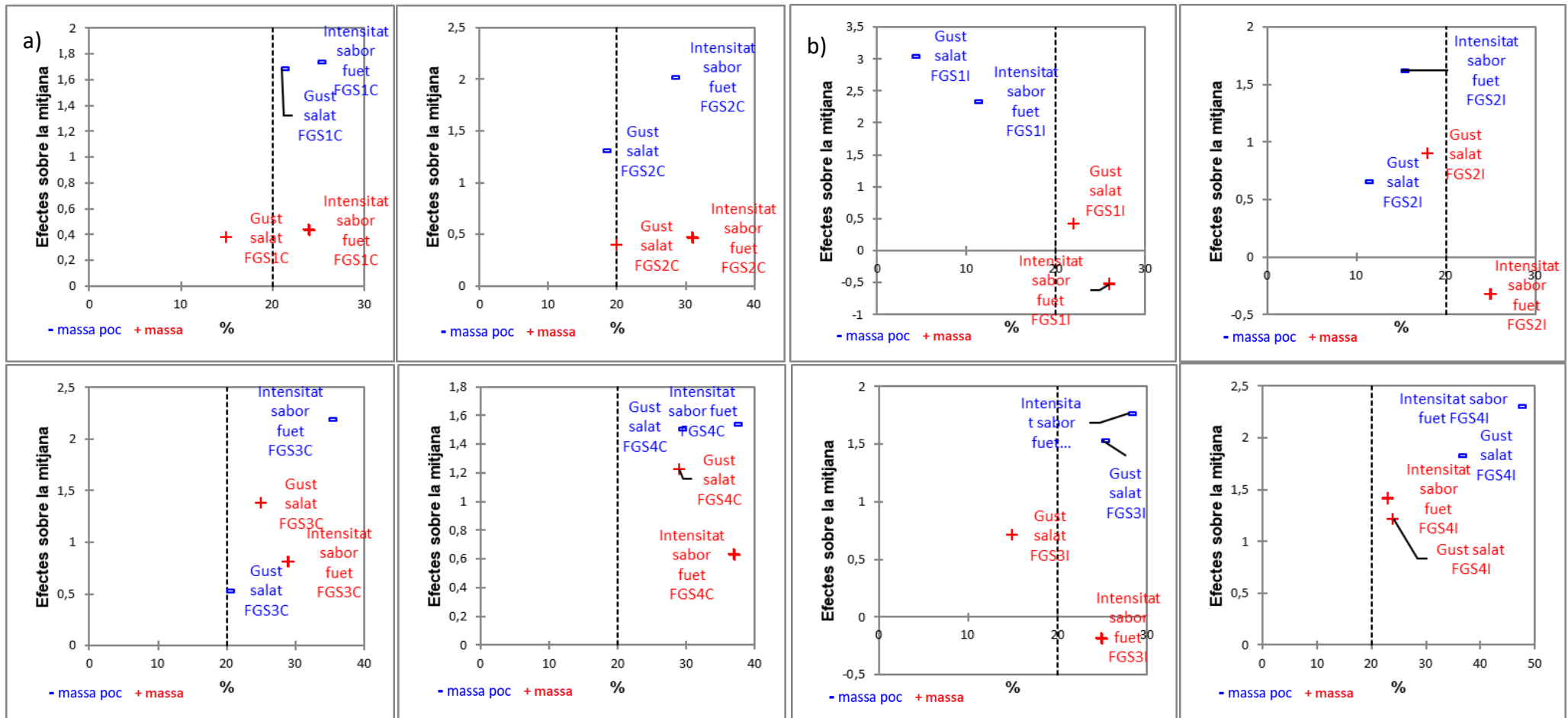
Un cop s'ha informat al consumidor la mostra FGS2 es redueix la penalització dels dos atributs estudiats, intensitat de gust de fuet i intensitat de salat.

En la mostra FGS3 el fet de conèixer la composició nutricional del producte ha fet modificar els resultats de l'anàlisi de penalitzacions. Conclusions contràries es van trobar a l'estudi de Nilda Doris (2017) on es va avaluar l'efecte de les al·legacions nutricionals i de salut en l'etiquetatge d'un salami reduït en sal. En aquest cas, l'absència de gust característic de salami a causa de la reducció de sal va provocar que les afirmacions de salut causessin poc impacte en l'acceptabilitat del consumidor (Montes et al., 2017).

En la mostra FGS4 no hi ha hagut diferències en la penalització d'atributs segons si el consumidor provava la mostra a cegues o amb coneixement de l'etiquetatge.

Podem concloure per tant que la mostra FGS2C és la formulació que està més ben optimitzada. Independentment de la reducció de sal, com menys quantitat de greix animal i més quantitat de proteïna de pèsol la percepció de gust salat i de gust de fuet es redueix.

S'evidencia que la substitució de greix de porc per proteïna de pèsol texturitzada redueix clarament la intensitat de gust característic de fuet.



**Figura 24.** Anàlisi de penalitzacions: a) condició cegues i b) condició informada. El color blau correspon a “massa baix” i el color vermell a “massa alt”.

FGS1: 40% de greix de porc; FGS2: 30% greix de porc + 10% proteïna de pèsol + 70% NaCl + 30% KCl; FGS3: 25% greix de porc + 15% proteïna de pèsol + 70% NaCl + 30% KCl; FGS4: 20% greix de porc + 20% proteïna de pèsol + 70%NaCl + 30% KCl



## V. DISCUSSIÓ GLOBAL DELS RESULTATS

---





En aquesta secció de la tesi, es discuteixen els resultats més rellevants en relació amb els diferents estudis realitzats. Malgrat aquests resultats ja han estat discutits parcialment en la secció de cada estudi, l'objectiu d'aquest apartat és aportar una visió més global i integradora.

La tesi doctoral s'ha centrat en la millora del perfil nutricional del fuet, per tal que sigui un perfil nutricional més saludable, en termes de millora del perfil lipídic, reducció de greix i sal, intentant mantenir al màxim els atributs originals del producte (gust, aroma, sabor i la textura). Per això, s'ha avaluat aquesta millora del perfil nutricional en termes d'impacte sensorial en els consumidors, és a dir, com afectava la millora nutricional del fuet en els diferents atributs sensorials que el consumidor percep.

La discussió general d'aquests resultats s'exposen en 3 apartats:

- 1) L'efecte que tenen les modificacions nutricionals del fuet sobre les característiques físic-químiques.
- 2) L'efecte que tenen les modificacions nutricionals del fuet sobre les propietats sensorials.
- 3) L'efecte que la informació de l'etiquetatge del fuet té en l'acceptabilitat dels consumidors i l'avaluació sensorial.

### 1) Característiques físico-químiques

En aquesta primera part de la tesi es pretén estudiar com afecta en les característiques físico-químiques els canvis en les formulacions dels fuets sobre: la humitat, les cendres, els greixos totals, els hidrats de carboni, el contingut de proteïna, el perfil lipídic i el sodi.

Com s'ha comentat a la introducció, el fuet és un producte característic per les seves propietats sensorials, el seu aroma, gust i textura proporcionat bàsicament pel greix que conté i el procés de curat que es du a terme. Les seves propietats físico-químiques depenen principalment d'aquesta quantitat i/o qualitat de greix que conté o qualsevol element que hi pugui interaccionar.

En quan a la reducció del clorur de sodi conegut com a “sal comuna”, ha tingut una especial importància al llarg de l'evolució de l'home representant un dels additius més utilitzats. La sal exerceix diverses funcions als aliments i, de fet, s'utilitza durant el procés d'elaboració d'una gran varietat d'aquests (Reddy i Marth, 1991), sent en els productes càrnics on probablement tingui major rellevància, utilitzant-se pel control del creixement microbià i a més a més contribueix a la capacitat de retenció d'aigua del producte, facilita la solubilització de les proteïnes miofibril·lars i confereix el sabor típic salat del producte. A més a més, afecta a reaccions enzimàtiques com la proteòlisis, la lipòlisis i la oxidació que influeixen directament en el desenvolupament de les característiques organolèptiques del producte (Andrés et al., 2004).

Malgrat els esmentats beneficis tecnològics i sensorials per a la indústria alimentària del NaCl, un gran consum de sodi es troba relacionat amb l'augment de la pressió arterial (Doyle i Glass, 2010), provocant problemes cardiovasculars en la població. Per això, l'actual demanda de productes cardiosaludables ha provocat que els organismes governamentals (AESAN) promoguin la reducció del contingut de NaCl i per això, la indústria càrnica s'ha centrat en reduir el contingut de NaCl d'aquests productes.

En l'estudi 1 es va aconseguir una reducció d'entre un 25-30% del contingut de sodi, proporcionant així un producte amb menys sal i per extensió, més cardiosaludable pels consumidors.

Quan l'NaCl del fuet es redueix sense utilitzar cap reemplaçant s'observa un augment en la humitat i una disminució de la duresa. Això es deu a que sense reemplaçar les sals de NaCl té lloc una disminució de la força iònica el qual redueix també la solubilització de proteïnes, afectant a tota la funcionalitat en el sistema i reduint-ne la capacitat de retenció d'aigua. Aquesta força iònica es pot equilibrar utilitzant altres tipus de sals divalents. S'ha reportat que les sals de calci, magnesi o potassi milloren aquesta solubilització de proteïnes en productes càrnics facilitant i millorant l'estabilitat de l'emulsió i afavorint una gelificació ordenada de les proteïnes (Chemistry, 2000; Nayak i R., 1998). Per tant, s'explicaria la inferior duresa de les mostres sense reemplaçant del NaCl, ja que el fet de no reemplaçar implicaria que la força iònica reduiria la solubilització de proteïnes afectant a la consistència del sistema càrnic.

Utilitzant el KCl com a reemplaçant del NaCl hem vist poca afectació a nivell nutricional, de textura i color, ja que aquests paràmetres són en tots els casos molt similars a la mostra estàndard.

Respecte l'ús de KCl en sistemes càrnics sembla ser que aquesta sal es comporta de manera similar que el NaCl en la desnaturalització de les proteïnes de la carn, provocant una bona estabilitat en el producte, considerant-se el substitut principal de sal en la indústria alimentària, malgrat el sabor amarg que pot donar (Barbut i Findlay, 1991). Per tant, l'ús de KCl ha resultat essencial com a substitut de NaCl per mantenir la textura dels embotits. També s'ha utilitzat sals de magnesi i de calci, les quals han perjudicat sensorialment l'acceptabilitat de les mostres que els contenien.

En relació a la modificació del perfil lipídic del fuet utilitzant anàlegs d'origen vegetal, en l'estudi 2 hem pogut veure que malgrat no s'ha aconseguit una reducció del greix, sí que s'ha aconseguit una reducció dels àcids grassos saturats significativa, les mostres amb oli d'oliva mostren un augment

estadísticament significatiu dels AGMI mentre que les mostres que contenen un 100% d'oli de gira-sol augmenten els AGPI estadísticament significatiu.

Un elevat consum d'AGS té molts efectes negatius per la salut cardiovascular ja que, augmenta els nivells de colesterol LDL, augmenta la trombogènesis, la resistència a la insulina i l'emmagatzemament de greixos, entre d'altres (Berciano i Ordovás, 2014).

La ratio d'AGMI+AGPI/SFA augmenta significativament en les fórmules modificades respecte el control. Aquests èxits són altament rellevants des del punt de vista nutricional, ja que s'ha demostrat que es poden obtenir reduccions modestes de la taxa de malalties coronàries a causa de disminucions addicionals del greix saturat si el greix saturat és substituït per una combinació d'AGPI i AGMI (Willett, 2012). A més a més, alguns estudis demostren que el consum d'àcids grassos insaturats, AGMI i AGPI, pot promoure efectes nocius sobre el metabolisme de la glucosa i els lípids, així com la inflamació metabòlica, la microbiota intestinal i el metabolisme hepàtic (Figuereido P, et al. 2017).

La reducció de greix total del fuet és una bona estratègia per reduir el contingut calòric del producte i millorar-lo a nivell cardiovascular. En l'estudi 3 s'ha aconseguit la reducció de greix d'un 20% utilitzant proteïna de pèsol texturitzada, per tant, s'ha aconseguit una reducció de greix estadísticament significativa que alhora té impacte a nivell de la reducció calòrica del fuet. No obstant això, aquesta reducció de greixos provoca un augment d'humitat i hidrats de carboni, fet que podria provocar problemes microbiològics o un augment de temps de curació del producte provocant una augment del temps de fabricació i conseqüentment un augment del cost.

Així doncs, en relació als resultats físic-químics obtinguts en la tesi, podem afirmar que tant el contingut de greix total, com el perfil d'àcids grassos, com el contingut de proteïna i el contingut d'humitat, són paràmetres determinants de les característiques del fuet i que poden influir significativament en la qualitat del producte final.

## VI. CONCLUSIONS

---



De l'estudi realitzat sobre la influència de les característiques físico-químiques i sensorials del fuet en la reducció de sal i/o greix i en la modificació del perfil lipídic se'n poden establir les següents conclusions generals:

- 1- S'aconsegueix una reducció del sodi en producte final del voltant d'un 30% sense provocar canvis significatius en la composició centesimal, sempre que el NaCl sigui reemplaçat per altres sals, com podrien ser KCl o una barreja de  $\text{KCl} + \text{CaCl}_2 + \text{MgCl}_2$ . Contràriament, quan el sodi no és substituït per cap altra sal, s'observa un augment significatiu de la humitat del producte, fet que podria provocar a més de defectes de textura, problemes microbiològics.

En la substitució del greix de porc amb oli de gira-sol pre-emulsionat i oli d'oliva fins a un 25% en una formulació tradicional d'embotits catalans afectava significativament el perfil d'àcids grassos. Aquesta substitució és beneficiosa en relació a l'augment d'AGMI i AGPI. A més a més, s'aconsegueix la reducció de la fracció d'àcids grassos saturats. La ratio de AGMI+AGPI/SFA augmenta significativament en les fórmules modificades respecte el control.

Amb l'addició de proteïna de pèsol texturitzada el contingut de humitat, d'hidrats de carboni i de cendres augmenten significativament i proporcionalment, mentre que el contingut de proteïna no veu afectat significativament en augmentar la substitució del greix de porc per PPT. Per altra banda, el contingut de greix disminueix significativament amb l'augment del percentatge de PPT en la fórmula del fuet.

En la reducció de greix i sal simultània s'aconsegueix una reducció de greix d'un 7-20% i d'un 26% respectivament. El contingut d'humitat és inferior en la mostra control degut al seu contingut superior de greix i sal, mentre que amb la reducció simultània de greix de porc i sal augmenta el contingut d'humitat. En quan als resultats de textura instrumentals, no es troben diferències significatives amb la duresa ni mastegabilitat, mentre que l'elasticitat és significativament superior en la mostra que conté més

quantitat de proteïna de pèsol. Referent als resultats de color instrumental no veiem diferències significatives ni en L\*, b\* ni en a\*.

- 2- Referent a les propietats sensorials quan hi ha una reducció en el contingut de sal, trobem diferències significatives en els atributs de sabor salat, duresa i lluminositat; al substituir el NaCl per KCl o una barreja de KCl+CaCl<sub>2</sub>+MgCl<sub>2</sub> perdem duresa i potència de sabor salat mentre que augmenta la lluminositat.

Quan no es reemplaça el NaCl per cap sal alternativa aquesta reducció de duresa i potència de sabor salat encara es fa més evident.

En quant als “drivers of liking” els resultats indiquen que ho són els termes sabor salat, duresa i masticabilitat; per tant, tenen una alta influència a l'hora de valorar aquest producte.

En relació als efectes sensorials en els fuets modificats en base al perfil lipídic del greix, les mostres amb major acceptabilitat són definides pels atributs quantitat de greix, olor curat i intensitat d'olor, duresa i color vermell. Per altra banda, els “drivers of disliking” serien descrits pels termes ranci, insípid, olor d'oli i elasticitat.

No es van observar diferències en l'impacte sensorial en el fet d'utilitzar oli de gira-sol 100% o una barreja d'oli d'oliva i oli de gira-sol.

En la reducció de greix reemplaçat per els resultats van mostrar que l'acceptació pels fuets depèn de les característiques sensorials del producte, cosa que indica que qualsevol millora del perfil nutricional del producte afecta les característiques sensorials i l'acceptabilitat. Tot i que un reemplaçament de 25, 37,5 i 50% de greixos de porc amb PPT en fuet és tecnològicament factible per obtenir una millora nutritiva, l'efecte dels reemplaçants de greix sobre les propietats sensorials del producte depèn de la dosi i la formulació.



- 3- En relació a la influència de la informació de l'etiqueta del fuet, quan es van comparar les puntuacions a cegues amb les informades en les mostres reduïdes en greix, no troben diferències estadísticament significatives, cosa que indica que la informació no afecta els nivells d'acceptació. Per tant, a diferència d'altres productes, els fuets es consumeixen pel seu gust característic i les puntuacions d'acceptabilitat al consumidor es basen fortament en allò que perceben al tastar-les i gairebé no es veuen afectades per la informació.

Tant en la condició cega com informada els "drivers of liking" del fuet són deliciós, molt greixós, molt salat, olor característic i gust característic, mentre que els termes àcid, dur, poc greixós, poc gust de fuet, poc salat i mala olor es consideren "drivers of disliking".

Quan el consumidor disposa de la informació sobre l'etiquetatge dels ingredients i la composició del producte (condició informada), aquest fet repercuteix en l'avaluació d'atributs específics. Aquí específicament, les condicions relacionades amb el contingut de greix i la textura, malgrat la informació donada, no té cap efecte sobre l'acceptabilitat.



## VII. FUTURES LÍNIES DE RECERCA

---

- Cerca de nous ingredients substitutius de greix i sal que permetin avançar en la reducció i que permetin mantenir la qualitat dels productes pel que fa a textura, aroma i sobretot sabor, element essencial per aconseguir l'acceptació dels consumidors.
- Eliminació de nitrits i nitrats: possibilitat d'incloure extractes naturals mitjançant tècniques de microencapsulació. D'aquesta manera, la substància addicionada protegeix davant d'agents externs sense interferir en les característiques sensorials i fins i tot es pot aconseguir un alliberament perllongat. A més a més també va enfocat a reduir els additius del llistat d'ingredients i aconseguir una etiqueta més neta.
- Ingredients funcionals: optimització del valor nutricional de les carns i derivats alhora que s'enriqueix amb ingredients naturals.
- Producció més sostenible: des de les matèries primeres. transport, producció, distribució.
- Cerca d'ingredients alternatius a la proteïna animal per a la formulació de productes anàlegs:
  - Ingredients vegetals: alguns d'aquests productes arriben a tenir una gran similitud amb la carn, havent avançat molt la tecnologia en aquest camp.  
Insectes: s'està estudiant el potencial dels insectes per a l'assegurament del subministrament de proteïnes d'origen animal, fonamentat en el menor impacte ambiental associat a la cria i al valor nutricional.
  - Carn in vitro: s'obté a partir d'una cèl·lula animal que es replica a nivell de laboratori sota condicions controlades utilitzant medis de cultiu adequats. Tenen unes propietats tecnològiques i nutricionals molt similars a les de la carn tradicional, però sense necessitat de criar ni sacrificar animals i utilitzant menys recursos naturals, necessaris per abastir l'alta demanda de proteïnes de carn.



## VIII. BIBLIOGRAFIA

---



**A**

- Aikman, S. N., i Crites, S. L. (2007). Structure of food attitudes: Replication of aikman, crites, and fabrigar (2006). *Appetite*, 49(2), 516–520.
- Akesowan, A. (2008). Effect of soy protein isolate on quality of light pork sausages containing konjac flour. *African Journal of Biotechnology*, 7(24), 4586–4590.
- Alejandre, M. (2016). Linseed oil gelled emulsion: A successful fat replacer in dry fermented sausages. *Meat Science*, 121, 107–113.
- Análisis sensorial. Guía general para la selección, entrenamiento y control de catadores y catadores expertos. (ISO 8586:2012).
- Andrés, A. I., Cava, R., Ventanas, J., Muriel, E., i Ruiz, J. (2004). Lipid oxidative changes throughout the ripening of dry-cured Iberian hams with different salt contents and processing conditions. *Food Chemistry*, 84(3), 375–381.
- Anvisa, D. I. D. De. (2017). Entrevista con Andrés Benezet, director de I+D de Anvisa.
- AOAC International. (1997). Official methods of analysis. In Official methods of analysis (16th ed.).
- Appel, L. J. (2009). ASH position paper: Dietary approaches to lower blood pressure. *Journal of the American Society of Hypertension*, 3(5), 321–331.
- Aristoy, M.-C., i Toldrá, F. (1995). Isolation of flavor peptides from raw pork meat and dry-cured ham. *Developments in Food Science*, 37, 1323–1344.
- Aro Aro, J. M., Purevdorj, N-O., Tsuji, K., Shimada, K. I., Fukushima, M., i Sekikawa, M. (2010). The effect of starter cultures on proteolytic changes and amino acid content in fermented sausages. *Food Chemistry*, 119(1), 279–285.
- Astiasaran, I. (2016). Linseed oil gelled emulsion: A successful fat replacer in dry fermented sausages. *Meat Science*, 121, 107–113.

**B**

- Barbut, S., i Findlay, C. J. (1991). Influence of sodium, potassium and magnesium chloride on thermal properties of beef muscle. *Journal of Food Science*, 56(1), 180–182.

- Behrens, J. H., Villanueva, N. D. M., i da Silva, M. A. A. P. (2007). Effect of nutrition and health claims on the acceptability of soyamilk beverages. *International Journal of Food Science i Technology*, 42(1), 50–56.
- Berciano, S., i Ordovás, J. M. (2014). Nutrición y salud cardiovascular. *Revista Española de Cardiología*, 67(9), 738–747.
- Beriain, M. J., Gómez, I., Petri, E., Insausti, K., i Sarriés, M. V. (2011). The effects of olive oil emulsified alginate on the physico-chemical, sensory, microbial, and fatty acid profiles of low-salt, inulin-enriched sausages. *Meat Science*, 88(1), 189–197.
- Berizi, E., Shekarforoush, S. S., Mohammadinezhad, S., Hosseinzadeh, S., i Farahnaki, A. (2017). The use of inulin as fat replacer and its effect on texture and sensory properties of emulsion type sausages. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 18(4), 253–257.
- Botella, F., Alfaro, J., i Hernández, A. (2015). Uso y abuso de la sal en la alimentación humana. *Nutrición Clínica en Medicina*, 9(3), 189–203.
- Briz-Escribano, J., y García-Faure, R. (2004). *Análisis sensorial de productos alimentarios* (2ª ed.) Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaría General Técnica.

## C

- Cabezas-Zábala, C. C., Hernández-Torres, B. C., Vargas-Zarate, M., Cabezas-Zábala, C. C., Hernández-Torres, B. C., i Vargas-Zárate, M. (2016). Aceites y grasas: efectos en la salud y regulación mundial. *Revista de La Facultad de Medicina*, 64(4), 761-768.
- Campagnol, P. C. B., dos Santos, B. A., Wagner, R., Terra, N. N., i Pollonio, M. A. R. (2011). The effect of yeast extract addition on quality of fermented sausages at low NaCl content. *Meat Science*, 87(3), 290–298.
- Campagnol, P. C. B., dos Santos, B. A., Wagner, R., Terra, N. N., i Rodrigues Pollonio, M. A. (2012). Amorphous cellulose gel as a fat substitute in fermented sausages. *Meat Science*, 90(1), 36–42.



- Caponio, F., Summo, C., Minervini, F., i Gobetti, M. (2006). Characterisation and quality assessment of ripened sausages in relation to the origin of raw material used. *European Food Research and Technology*, 222(3–4), 376–379.
- Cappuccio, F. P., Beer, M., i Strazzullo, P. (2019). Population dietary salt reduction and the risk of cardiovascular disease. A scientific statement from the European Salt Action Network. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 29(2), 107–114.
- Carrillo Fernández, L., Dalmau Serra, J., Martínez Álvarez, J. R., Solà Alberich, R., i Pérez Jiménez, F. (2011). Grasas de la dieta y salud cardiovascular. *Anales de Pediatría*, 74(3), 192.e1-192.e16.
- Casey, D. E., Thomas, R. J., Bhalla, V., Commodore-Mensah, Y., Heidenreich, P. A., Kolte, D., Muntner, P., Smith, S. C., Spertus, J. A., Windle, J. R., Wozniak, G. D., i Ziaeian, B. (2019). 2019 AHA/ACC Clinical performance and quality measures for adults with high blood pressure: A report of the American College of Cardiology / American Heart Association task force on performance measures. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*, 12(11).
- Cavero, R. Y. (2014). Reduced fat bologna sausages with improved lipid fraction. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 94(4), 744-751.
- Cerón-Guevara, M. I., Rangel-Vargas, E., Lorenzo, J. M., Bermúdez, R., Pateiro, M., Rodríguez, J. A., Sánchez-Ortega, I., i Santos, E. M. (2020). Reduction of salt and fat in frankfurter sausages by addition of *Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus* flour. *Foods*, 9(6), 760.
- Chemistry, F. (2000). Formulation protocol and dicationic salts affect. *Journal of Food Science*, 65(7), 1151–1154.
- Choi, Y. S., Kim, H. W., Hwang, K. E., Song, D. H., Choi, J. H., Lee, M. A., Chung, H. J., i Kim, C. J. (2014). Physicochemical properties and sensory characteristics of reduced-fat frankfurters with pork back fat replaced by dietary fiber extracted from makgeolli lees. *Meat Science*, 96(2), 892–900.
- Comité Científico de AESAN, Farré Rovira, R., Martín Bermudo, F., Cameán Fernández, A. M., Cepeda Sáez, A., Domingo Álvarez, M., Herrera Marteache, A., Lorente Toledano, F., Martín de Santos, M. R., Martínez de Victoria Muñoz, E., Martínez Larrañaga, M. R., Martínez López, A., Nerín de la Puerta, C., Ortega Hernández-

- Agero, T., Paseiro Losada, P., Picó Segura, C., Pintó Solé, R. M., Pla Martínez, A., Ramón Vidal, D., ... (AESAN), J. M. B. A. (2012). Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre criterios para incentivar la disminución del contenido de determinados nutrientes en los alimentos transformados, cuya reducción es de interés para la. *Revista Del Comité Científico*, 15, 43–55.
- Cook, N. R., Cutler, J. A., Obarzanek, E., Buring, J. E., Rexrode, K. M., Kumanyika, S. K., Appel, L. J., i Whelton, P. K. (2007). Long term effects of dietary sodium reduction on cardiovascular disease outcomes: observational follow-up of the trials of hypertension prevention (TOHP). *BMJ*, 334(7599), 885.
- Corral, S. (2013). Salt reduction in slow fermented sausages affects the generation of aroma active compounds. *Meat Science*, 93(3), 776–785.
- Costell, E., Tárrega, A., i Bayarri, S. (2010). Food Acceptance: The Role of Consumer Perception and Attitudes. *Chemosensory Perception*, 3, 42-50.

## D

- De Andrade, J. C., Nalério, E. S., Giongo, C., de Barcellos, M. D., Ares, G., i Deliza, R. (2018). Consumer sensory and hedonic perception of sheep meat coppa under blind and informed conditions. *Meat Science*, 137, 201–210.
- De La Sierra, A., Gorostidi, M., Marín, R., Redón, J., Banegas, J. R., Armario, P., Puig, J. G., Zarco, J., Llisterri, J. L., Sanchís, C., Abarca, B., Palomo, V., Gomis, R., Otero, A., Villar, F., Honorato, J., Tamargo, J., Lobos, J. M., Macías-Núñez, J., ... Ruilopea, L. M. (2008). Evaluación y tratamiento de la hipertensión arterial en España. Documento de consenso. *Medicina Clinica*, 131(3), 104–118.
- Del Nobile, M. A., Conte, A., Incoronato, A. L., Panza, O., Sevi, A., i Marino, R. (2009). New strategies for reducing the pork back-fat content in typical Italian salami. *Meat Science*, 81(1), 263–269.
- Deliza, R., Serna Saldivar, S. O., Germani, R., Benassi, V. T., i Cabral, L. C. (2002). The effects of colored textured soybean protein (TSP) on sensory and physical attributes of ground beef patties. *Journal of Sensory Studies*, 17(2), 121–132.

- Domínguez, R., Pateiro, M., Agregán, R., i Lorenzo, J. M. (2017). Effect of the partial replacement of pork backfat by microencapsulated fish oil or mixed fish and olive oil on the quality of frankfurter type sausage. *Journal of Food Science and Technology*, 54(1), 26-37.
- Dos Santos, B.A., Campagnol, P. C. B., Fagundes, M. B., Wagner, R., i Pollonio, M. A. R. (2015). Generation of volatile compounds in Brazilian low-sodium dry fermented sausages containing blends of NaCl, KCl, and CaCl<sub>2</sub> during processing and storage. *Food Research International*, 74, 306–314.
- Dos Santos, B.A. (2017). Adding Blends of NaCl, KCl, and CaCl<sub>2</sub> to low-sodium dry fermented sausages: effects on lipid oxidation on curing process and shelf Life. *Journal of Food Quality*, 2017.
- Doyle, M.E., i Glass, K.A. (2010). Sodium reduction and its effect on food safety, food quality, and human health. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(1), 44–56.
- Drewnowski, A. (2003). Symposium : sugar and fat — from genes to culture strategies for intervention: commentary and debate 1. *American Society for Nutritional Sciences*, 133(3), 844–847.
- Duffy, V. B., i Bartoshuk, L. M. (2000). Food acceptance and genetic variation in taste. *Journal of the American Dietetic Association*, 100(6), 647–655.
- Dumler, F. (2009). Dietary sodium intake and arterial blood pressure. *Journal of Renal Nutrition*, 19(1), 57–60.

## E

- Espinosa, J., Torricella, R., i Rodríguez, L.M. (2007). *Evaluación sensorial de los alimentos*. Editorial Universitaria.

## F

- Fernández-Diez, A., Caro, I., Castro, A., Salvá, B. K., Ramos, D. D., i Mateo, J. (2016). Partial fat replacement by boiled quinoa on the quality characteristics of a dry-cured sausage. *Journal of Food Science*, 81(8), C1891–C1898.

- Fernández-Fernández, E., Vázquez-Odériz, M., i Romero-Rodríguez, M. (2002). Sensory characteristics of Galician chorizo sausage packed under vacuum and under modified atmospheres. *Meat Science*, 62(1), 67–71.
- Fieira, C. (2015). Partial replacement of sodium chloride in Italian salami and the influence on the sensory properties and texture. *Acta Scientiarum: Technology*, 37(2), 293–299.
- Figueredo P., Inada A., Marcelino G. (2017). Fatty Acids Consumption: The role metabolic aspects involved in obesity and its associated disorders. *Nutrients*, 9(10), 1158.
- Foscolou, A., Critselis, E. i Panagiotakos, D. (2018). Olive oil consumption and human health: A narrative review. *Maturitas*, 118, 60–66.
- French, S. A., Story, M., Neumark-Sztainer, D., Fulkerson, J. A., i Hannan, P. (2001). Fast food restaurant use among adolescents: Associations with nutrient intake, food choices and behavioral and psychosocial variables. *International Journal of Obesity*, 25(12), 1823–1833.
- French, S.A, Story, M., i Jeffery, R. W. (2001). Environmental influences on eating and physical activity. *Annual Review of Public Health*, 22(1), 309–335.

## G

- García, M. L., Cáceres, E., i Selgas, M. D. (2006). Effect of inulin on the textural and sensory properties of mortadella, a Spanish cooked meat product. *International Journal of Food Science and Technology*, 41(10), 1207–1215.
- García, M., Dominguez, R., Galvez, M., Casas, C., i Selgas, M. (2002). Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. *Meat Science*, 60(3), 227–236.
- Gelabert, J., Gou, P., Guerrero, L., i Arnau, J. (2003). Effect of sodium chloride replacement on some characteristics of fermented sausages. *Meat Science*, 65(2), 833–839.
- Gimeno, O. (2001). Calcium ascorbate as a potential partial substitute for NaCl in dry fermented sausages: effect on colour, texture and hygienic quality at different concentrations. *Meat Science*, 57(1), 23–29.

- Gimeno, O, Astiasarán, I., i Bello, J. (1999). Influence of Partial Replacement of NaCl with KCl and CaCl<sub>2</sub> on Texture and Color of Dry Fermented Sausages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(3), 873–877.
- González-Fernández, C., Santos, E. M., Rovira, J., i Jaime, I. (2006). The effect of sugar concentration and starter culture on instrumental and sensory textural properties of chorizo-Spanish dry-cured sausage. *Meat Science*, 74(3), 467–475.
- Gou, P., Guerrero, L., Gelabert, J., i Arnau, J. (1996). Potassium chloride, potassium lactate and glycine as sodium chloride substitutes in fermented sausages and in dry-cured pork loin. *Meat Science*, 42(1), 37–48.
- Guàrdia, M. D., Guerrero, L., Gelabert, J., Gou, P., i Arnau, J. (2008). Sensory characterisation and consumer acceptability of small calibre fermented sausages with 50% substitution of NaCl by mixtures of KCl and potassium lactate. *Meat Science*, 80(4), 1225–1230.

## H

- Henrique, N. A., Deliza, R., i Rosenthal, A. (2015). Consumer sensory characterization of cooked ham using the Check-All-That-Apply (CATA) methodology. *Food Engineering Reviews*, 7(2), 265–273.
- Herrero, A. M. (2012). Lipid and protein structure analysis of frankfurters formulated with olive oil-in-water emulsion as animal fat replacer. *Food Chemistry*, 135(1), 133–139.
- Hidayat, B.T., Wea, A. and Andriati, N. (2018). Sausage substituted with texturized vegetable ptein. *Food Research International*, 2, 20–31.
- Horita, C. N., Morgano, M. A., Celeghini, R. M. S., i Pollonio, M. A. R. (2011). Physico-chemical and sensory properties of reduced-fat mortadella prepared with blends of calcium, magnesium and potassium chloride as partial substitutes for sodium chloride. *Meat Science*, 89(4), 426–433.

## I

ISO (International Organization for Standardization) EN ISO 13299:2010. Sensory analysis – Methodology – General guidance for establishing a sensory profile.

## J

Jiménez-Colmenero, F., Cofrades, S., López-López, I., Ruiz-Capillas, C., Pintado, T., i Solas, M. T. (2010). Technological and sensory characteristics of reduced/low-fat, low-salt frankfurters as affected by the addition of konjac and seaweed. *Meat Science*, 84(3), 356–363.

Jimenez, F, i Carballo, J. (2014). Pricipios Basicos De Elaboracion De Embutidos. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Johansen, S. B., Næs, T., i Hersleth, M. (2011). Motivation for choice and healthiness perception of calorie-reduced dairy products. A cross-cultural study. *Appetite*, 56(1), 15–24.

Johansen, S. B., Næs, T., Oyaas, J., i Hersleth, M. (2010). Acceptance of calorie-reduced yoghurt: Effects of sensory characteristics and product information. *Food Quality and Preference*, 21(1), 13–21.

Jordana, J. (2009): “Hacia dónde va la industria agroalimentaria (IAA)”; en *Mediterráneo Económico* (15); pp. 207-227.

Jorge, É. da C., Mendes, A. C. G., Auriema, B. E., Cazedey, H. P., Fontes, P. R., Ramos, A. de L. S., i Ramos, E. M. (2015). Application of a check-all-that-apply question for evaluating and characterizing meat products. *Meat Science*, 100, 124–133.

Josquin, N. M., Linssen, J. P. H., i Houben, J. H. (2012). Quality characteristics of Dutch-style fermented sausages manufactured with partial replacement of pork back-fat with pure, pre-emulsified or encapsulated fish oil. *Meat Science*, 90(1), 81–86.

## K

- Kaack, K., i Pedersen, L. (2005). Application of by-products from industrial processing of potato flour and yellow peas as ingredients in low-fat high-fibre sausages. *European Food Research and Technology*, 221(3–4), 313–319.
- Kähkönen, P., Tuorila, H., i Rita, H. (1996). How information enhances acceptability of a low-fat spread. *Food Quality and Preference*, 7(2), 87–94.
- Karppanen, H., i Mervaala, E. (2006). Sodium intake and hypertension. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 49(2), 59–75.
- Kassama, L. S., Ngadi, M. O., i Raghavan, G. S. V. (2003). Structural and instrumental textural properties of meat patties containing soy protein. *International Journal of Food Properties*, 6(3), 519–529.
- Kayaardı, S., i Gök, V. (2004). Effect of replacing beef fat with olive oil on quality characteristics of Turkish soudjouk (sucuk). *Meat Science*, 66 (1), 249–257.
- Kirsten, B., Glenn, M. C., Pamela, G., Moran, A. E., Lightwood, J. M., Pletcher, M. J., i Goldman, L. (2011). Reductions in dietary salt. *National Institutes of Health*, 362(7), 590–599.

## L

- Laranjo, M. (2016). Characterisation of “Catalão” and “Salsichão” Portuguese traditional sausages with salt reduction. *Meat Science*, 116, 34–42.
- Lawless, H. T., Rapacki, F., Horne, J., Hayes, A., i Wang, G. (2004). The taste of calcium chloride in mixtures with NaCl, sucrose and citric acid. *Food Quality and Preference*, 15(1), 83–89.
- Lewington, S., Clarke, R., Qizilbash, N., Peto, R., i Collins, R.(2002). Age-specific relevance of usual blood pressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies. *Lancet*, 360(9349), 1903–1913.
- Liu, H. (2008). Fat reduction in emulsion sausage using an enzyme-modified potato starch. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(9), 1632–1637.

- Lorenzo, J. M., Munekata, P. E. S., Pateiro, M., Campagnol, P. C. B., i Domínguez, R. (2016). Healthy Spanish salchichón enriched with encapsulated n – 3 long chain fatty acids in konjac glucomannan matrix. *Food Research International*, 89, 289–295.
- Lücke, F. K. (1994). Fermented meat products. *Food Research International*, 27(3), 299–307.
- Luckow, T., i Delahunty, C. (2004). Which juice is ‘healthier’? A consumer study of probiotic non-dairy juice drinks. *Food Quality and Preference*, 15(7–8), 751–759.
- Luckow, T., Sheehan, V., Fitzgerald, G., i Delahunty, C. (2006). Exposure, health information and flavour-masking strategies for improving the sensory quality of probiotic juice. *Appetite*, 47(3), 315–323.

## M

- Macfie, H.J., Bratchell, N., Greenhoff, K. i Vallis, L.V. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in Hall Tests. *Journal of Sensory Studies* 4, 129–148
- Man, C. M. D. (2007). Technological functions of salt in food products. Dins D. Kilcast i F. Angus (Ed.), *Reducing Salt in Foods*, (pp. 157–173). Woodhead Publishing Limited.
- Sancho, J., Bota, E., i de Castro, J. J. (2020). *Introducción al análisis sensorial de los alimentos*. (1ª ed.). Edicions de la Universitat de Barcelona.
- Méndez-Zamora, G., García-Macías, J. A., Santellano-Estrada, E., Chávez-Martínez, A., Durán-Meléndez, L. A., Silva-Vázquez, R., Quintero-Ramos, A., Méndez-Zamora, G., García-Macías, J. A., Santellano-Estrada, E., Chávez-Martínez, A., Durán-Meléndez, L. A., Silva-Vázquez, R., i Quintero-Ramos, A. (2015). Fat reduction in the formulation of frankfurter sausages using inulin and pectin. *Food Science and Technology*, 35(1), 25–31.
- Mendoza, E., García, M. L., Casas, C., i Selgas, M. D. (2001). Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages. *Meat Science*, 57(4), 387–393.



- Ministerio de Agricultura, Pesca y Agricultura. (2018). Informe del Consumo Alimentario en España 2017.
- Montes, N., Contreras-Castillo, C. J., de Almeida, M., Pinto, J., i Saldaña, E. (2017). Are sensory attributes and acceptance influenced by nutritional and health claims of low-sodium salami? Preliminary study with Brazilian consumers. *Scientia Agropecuaria*, 8(4), 389–399.
- Mora-Gallego, H., Serra, X., Guàrdia, M. D., i Arnau, J. (2014). Effect of reducing and replacing pork fat on the physicochemical, instrumental and sensory characteristics throughout storage time of small caliber non-acid fermented sausages with reduced sodium content. *Meat Science*, 97(1), 62–68.
- Mora-Gallego, H., Guàrdia, M. D., Serra, X., Gou, P., i Arnau, J. (2016). Sensory characterisation and consumer acceptability of potassium chloride and sunflower oil addition in small-caliber non-acid fermented sausages with a reduced content of sodium chloride and fat. *Meat Science*, 112, 9–15.
- Moretti, V. M., Madonia, G., Diaferia, C., Mentasti, T., Paleari, M. A., Panseri, S., Pirone, G., i Gandini, G. (2004). Chemical and microbiological parameters and sensory attributes of a typical Sicilian salami ripened in different conditions. *Meat Science*, 66(4), 845–854.
- Muguerza, E. (2003a). Effect of fat level and partial replacement of pork backfat with olive oil on the lipid oxidation and volatile compounds of greek dry fermented sausages. *Journal of Food Science*, 68(4), 1531–1536.
- Muguerza, E., Ansorena, D., i Astiasarán, I. (2003b). Improvement of nutritional properties of Chorizo de Pamplona by replacement of pork backfat with soy oil. *Meat Science*, 65(4), 1361–1367.
- Muguerza, E., Gimeno, O., Ansorena, D., Bloukas, J.G., i Astiasarán, I. (2001). Effect of replacing pork backfat with pre-emulsified olive oil on lipid fraction and sensory quality of Chorizo de Pamplona — a traditional Spanish fermented sausage. *Meat Science*, 59(3), 251–258.
- Muguerza, E., Fista, G., Ansorena, D., Astiasaran, I. i Bloukas, J.G. (2002) Effect of fat level and partial replacement of pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. *Meat Science*, 61(4), 397-404.

## N

Nayak, i R. (1998.). Myofibrillar protein solubility of model beef batters as affected by low levels of calcium, magnesium and zinc chloride. *Journal of Food Science*, 63(6), 951-954.

## O

Omwamba, M. (2014). Effect of texturized soy protein on quality characteristics of beef samosas. *International Journal of Food Studies*, 3(1), 74–81.

Organización Mundial de la Salud. (2013). Directrices: Ingesta de sodio en adultos y niños: resumen. Organización Mundial de La Salud, 1–7.

Ortega, R. M., López-Sobaler, A. M., Ballesteros, J. M., Pérez-Farinós, N., Rodríguez-Rodríguez, E., Aparicio, A., Perea, J. M., i Andrés, P. (2011). Estimation of salt intake by 24 h urinary sodium excretion in a representative sample of Spanish adults. *British Journal of Nutrition*, 105(5), 787–794.

## P

Paglarini, C. de S., Martini, S., i Pollonio, M. A. R. (2019). Using emulsion gels made with sonicated soy protein isolate dispersions to replace fat in frankfurters. *LWT- Food Science and Technology*, 99, 453–459.

Pelser, W. M., Linssen, J. P. H., Legger, A., i Houben, J. H. (2007). Lipid oxidation in n – 3 fatty acid enriched Dutch style fermented sausages. *Meat Science*, 75(1), 1–11.

Perera, C. (2011). Evaluation of meat analogues made with texturized pea protein for their functionality and applications in nutritionally improved meatless formula. Conference paper: Institute of food Technologist, New Orleans.

Pérez-Cacho, M. P. R., Galán-Soldevilla, H., León Crespo, F., i Molina Recio, G. (2005). Determination of the sensory attributes of a Spanish dry-cured sausage. *Meat Science*, 71(4), 620–633.

Petäjä, E., Kukkonen, E., i Puolanne, E. (1985). Effect of post-mortem temperature on beef tenderness. *Meat Science*, 12(3), 145–154.

- Pollonio, M. (2015). Check all that apply and free listing to describe the sensory characteristics of low sodium dry fermented sausages: Comparison with trained panel. *Food Research International*, 76, 725–734.
- Poyato, C. (2015). A new polyunsaturated gelled emulsion as replacer of pork back-fat in burger patties: Effect on lipid composition, oxidative stability and sensory acceptability. *LWT-Food Science and Technology*, 62(2), 1069–1075.
- Prescott, i J. (1995.). Cross-cultural determinants of food acceptability- recent research on sensory perceptions and preferences. *Trends in Food Science*, 6(6), 201-205.

## R

- Ramírez, M.J. (2012). Análisis Sensorial: Pruebas Orientadas al Consumidor. *Revisiones de la Ciencia, Tecnología e Ingeniería de los Alimentos*, 12(1), 84-102.
- RD 474/2014. Real Decreto 474/2014, de 13 de junio, por el que se aprueba la norma de calidad de derivados cárnicos.
- Reddy, K. A., i Marth, E. H. (1991). Reducing the sodium content of foods: A review. *Journal of Food Protection*, 54(2), 138–150.
- Reglamento 1924/2006. (2006). Reglament del Parlamento Europeu y del Consejo de 20 de diciembre de 2006 relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimento. Diario Oficial de La Unión Europea, L404, 9–25.
- Reixac, B. (1999). Cambios sociales y cambios en los comportamientos alimentarios en la españa de la segunda mitad del siglo XX. *Anuario de Psicología/The UB Journal of Psychology*, 30(2), 25–42.
- Roininen, K., Lähteenmäki, L., i Tuorila, H. (1999). Quantification of consumer attitudes to health and hedonic characteristics of foods. *Appetite*, 33(1), 71–88.
- Rolls, B. J., Morris, E. L., i Roe, L. S. (2002). Portion size of food affects energy intake in normal-weight and overweight men and women. *American Journal of Clinical Nutrition*, 76(6), 1207–1213.
- Ros, E., López-Miranda, J., Pico, C., Rubio, M.A. Babio, N., Bulló, M., Escrich, E., Pérez-Jiménez, F., Sala-Vila, A. i Solanas, M. (2015). Consenso sobre las grasas y aceites en la alimentación de la población española adulta : Postura de la

Federación Española de Sociedades de Alimentación, Nutrición y Dietética (FESNAD).

- Rothman, L. (2007). The use of just-about-right (JAR) scales in food product development and reformulation. Dins H. MacFie (Ed.) *Consumer-Led Food Product Development* (pp. 407–433). Woodhead Publishing Limited.
- Ruiz-Capillas, C. (2012). Konjac gel as pork backfat replacer in dry fermented sausages: Processing and quality characteristics. *Meat Science*, 92(2), 144–150.
- Ruusunen, M. (2005). Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science*, 70 (3 SPEC. ISS.), 531–541.

## S

- Sabbe, S., Verbeke, W., Deliza, R., Matta, V., i Van Damme, P. (2009). Effect of a health claim and personal characteristics on consumer acceptance of fruit juices with different concentrations of açai (*Euterpe oleracea Mart.*). *Appetite*, 53(1), 84–92.
- Sacks, F. M., Svetkev, L. P., Volmer, W. M. Appel, L. J., Bray, G. A., Harsha, D. ... i Lin, P. H. (2001). Effects on blood pressure of reduced dietary sodium and the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet. DASH-Sodium Collaborative Research Group. *The New England Journal Of Medicine*, 344(81), 3-10.
- Salazar, P., García, M. L., i Selgas, M. D. (2009). Short-chain fructooligosaccharides as potential functional ingredient in dry fermented sausages with different fat levels. *International Journal of Food Science and Technology*, 44(6), 1100–1107.
- Sanhueza Catalán, J., Durán Agüero, S., i Torres García, J. (2015). Los ácidos grasos dietarios y su relación con la salud. *Nutrición Hospitalaria*, 32(3), 1362–1375.
- Scarborough, P., Rayner, M., van Dis, I., i Norum, K. (2010). Meta-analysis of effect of saturated fat intake on cardiovascular disease: overadjustment obscures true associations. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 92(2), 458–459.
- Schluter, G. (1999). Changing Food Consumption Patterns: Their Effect on the U.S. Food System, 1972-92. *Food Consumption*, 35–37.

- Severini, C., De Pilli, T., i Baiano, A. (2003). Partial substitution of pork backfat with extra-virgin olive oil in 'salami' products: effects on chemical, physical and sensorial quality. *Meat Science*, 64(3), 323–331.
- Siró, I., Kápolna, E., Kápolna, B., i Lugasi, A. (2008). Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance—A review. *Appetite*, 51(3), 456–467.
- St-Onge, M. P., Keller, K. L., i Heymsfield, S. B. (2003). Changes in childhood food consumption patterns: A cause for concern in light of increasing body weights. *American Journal of Clinical Nutrition*, 78(6), 1068–1073.
- Stajic, S. (2018a). Use of linseed oil in improving the quality of chicken frankfurters. *Journal of Food Processing*, 42(2), 1–11.
- Stajic, S. (2018b). Physico-chemical characteristics and sensory quality of dry fermented sausages with flaxseed oil preparations. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 68(4), 367–375.
- Stein, L. J., Nagai, H., Nakagawa, M., i Beauchamp, G. K. (2003). Effects of repeated exposure and health-related information on hedonic evaluation and acceptance of a bitter beverage. *Appetite*, 40(2), 119–129.

## T

- Toldrá, F., Sanz, Y., i Flores, M. (2001). Meat fermentation technology. *Meat Science and Applications*, 537–561.
- Totosaus, A., Alfaro-rodriguez, R. H., i Pérez-chabela, M. L. (2004). Fat and sodium chloride reduction in sausages using  $\kappa$ -carrageenan and other salts. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 55(5), 371–380.
- Tuorila, H. (2007). 2 - Sensory perception as a basis of food acceptance and consumption. *Consumer-Led Food Product Development*, 34–65.

## V

- Valencia, I., Ansorena, D., i Astiasarán, I. (2006a). Nutritional and sensory properties of dry fermented sausages enriched with n-3 PUFAs. *Meat Science*, 72(4), 727–733.
- Valencia, I., Ansorena, D., i Astiasarán, I. (2006b). Stability of linseed oil and antioxidants containing dry fermented sausages: A study of the lipid fraction during different storage conditions. *Meat Science*, 73(2), 269–277.
- Van Kleef, E., van Trijp, H. C., Luning, P., i Jongen, W. M. (2002). Consumer-oriented functional food development: how well do functional disciplines reflect the ‘voice of the consumer’? *Trends in Food Science i Technology*, 13(3), 93–101.
- Vanderstoep, J. (2002). Nitrite curing of meat, the n-nitrosamine problem and nitrite alternatives. *Food Research International*, 35(4), 411.
- Velasco, L. (2013). *Opinión y respuesta del consumidor frente a quesos con contenido reducido en sal y/o en grasa: interés en su consumo e influencia de la información nutricional en su aceptabilidad* (Tesi doctoral). Universidad Politècnica de València.
- Verbeke, W. (2005). Consumer acceptance of functional foods: socio-demographic, cognitive and attitudinal determinants. *Food Quality and Preference*, 16(1), 45–57.
- Verbeke, W. (2006). Functional foods: Consumer willingness to compromise on taste for health? *Food Quality and Preference*, 17(1–2), 126–131.
- Vidal, J. L. (1997). Tecnología de los embutidos curados. *CYTA-Journal of Food*, 1(5), 129-133.
- Villegas, B., Carbonell, I., i Costell, E. (2008). Effects of product information and consumer attitudes on responses to milk and soybean vanilla beverages. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(14), 2426–2434.
- Villegas Pascual, B. (2008). *Efecto de la adición de Inulina en las características físicas y sensoriales de batidos lácteos* (Tesi doctoral). Universidad Politècnica de Valencia.

- Visseren, F. L. J., Mach, F., Smulders, Y. M., Carballo, D., Koskinas, K. C., Bäck, M., Benetos, A., Biffi, A., Boavida, J.-M., Capodanno, D., Cosyns, B., Crawford, C., Davos, C. H., Desormais, I., Di Angelantonio, E., Franco, O. H., Halvorsen, S., Hobbs, F. D. R., Hollander, M., ... i Williams, B. (2021). 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: Developed by the Task Force for cardiovascular disease prevention in clinical practice with representatives of the European Society of Cardiology and 12 medical societies. *European Heart Journal*, 42(34), 3227–3337.
- Vural, H., Javidipour, I., i Ozbas, O. O. (2004). Effects of interesterified vegetable oils and sugarbeet fiber on the quality of frankfurters. *Meat Science*, 67(1), 65–72.

## W

- Wang, X. (2018). Effects of partial replacement of pork back fat by a camellia oil gel on certain quality characteristics of a cooked style Harbin sausage. *Meat Science*, 146, 154–159.
- WHO and FAO. (2003). Diet, Nutrition, and the Prevention of Chronic Diseases (Report of a joint WHO and FAO Expert Consultation). *WHO Technical Report Series*, 916.
- Willett, W. C. (2012). Dietary fats and coronary heart disease. *Journal of Internal Medicine*, 272(1), 13–24.
- Wold, S., Trygg, J., Berglund, A., & Antti, H. (2001). Some recent developments in PLS modeling. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 58(2), 131–150.
- Yıldız-Turp, G., i Serdaroğlu, M. (2008). Effect of replacing beef fat with hazelnut oil on quality characteristics of sucuk – A Turkish fermented sausage. *Meat Science*, 78(4), 447–454.

## Z

- Zanardi, E. (2010). Mineral composition of Italian salami and effect of NaCl partial replacement on compositional, physico-chemical and sensory parameters. *Meat Science*, 86(3), 742–747.

Zhao, Y. (2018). Effect of regenerated cellulose fiber on the physicochemical properties and sensory characteristics of fat-reduced emulsified sausage. *LWT-Food Science and Technology*, 97, 157–163.



## IX. ANNEXES

---



## ANNEX 1. Atributs sensorials avaluats en el perfil sensorial de l'estudi 1



Home

Dona

Edat

Valora la intensitat dels atributs següents

Lluminositat	_____	
	gens	molt
Foscor	_____	
	gens	molt
Color vermell	_____	
	gens	molt
Intensitat olor	_____	
	gens	molt
Olor curat	_____	
	gens	molt
Sabor salat	_____	
	gens	molt
Àcid	_____	
	gens	molt
Amarg	_____	
	gens	molt
Mal gust	_____	
	gens	molt
Duresa	_____	
	gens	molt
Elasticitat	_____	
	gens	molt
Mastegabilitat	_____	
	gens	molt
Adhesivitat	_____	
	gens	molt

**ANNEX 2.** Model de qüestionari de les proves d'ordenació per avaluar segons intensitat de sal i preferència en l'estudi 1

Home       Dona   
Edat \_\_\_\_\_

**GRUP 1**

Prova les 3 mostres següents i ordena-les:  
De la més salada (1) a la menys (3)

1

2

3

De la que t'agradi més (1) a la que t'agradi menys (3)

1

2

3

**GRUP 2**

Prova les 3 mostres següents i ordena-les:  
De la més salada (1) a la menys (3)

1

2

3

De la que t'agradi més (1) a la que t'agradi menys (3)

1

2

3

**GRUP 3**

Prova les 3 mostres següents i ordena-les:  
De la més salada (1) a la menys (3)

1

2

3

De la que t'agradi més (1) a la que t'agradi menys (3)

1

2

3

**GRUP 4**

Prova les 3 mostres següents i ordena-les:  
De la més salada (1) a la menys (3)

1

2

3

De la que t'agradi més (1) a la que t'agradi menys (3)

1

2

3

**ANNEX 3.** Proves d'ordenació segons intensitat de sal, preferència i intensitat de gust de fuet de l'estudi 1



Home  Dona   
Edat \_\_\_\_\_

Prova les 5 mostres següents i ordena-les:

De la que t'agradi més (1) a la que t'agradi menys (5)

1

2

3

4

5

De la més salada (1) a la menys (5)

1

2

3

4

5

Segons la intensitat de gust de fuet 1-molt, 5-poc

1

2

3

4

5

#### ANNEX 4. Atributs sensorials avaluats en el perfil sensorial de l'estudi 2



UNIVERSITAT DE VIC  
UNIVERSITAT CENTRAL  
DE CATALUNYA

Home

Dona

Edat

Valora la intensitat dels atributs següents

Foscor	_____	
	gens	molt
Color vermell	_____	
	gens	molt
Quantitat de greix	_____	
	gens	molt
Intensitat olor	_____	
	gens	molt
Olor d'oli	_____	
	gens	molt
Olor curat	_____	
	gens	molt
Mal gust	_____	
	gens	molt
Ranci	_____	
	gens	molt
Gust metàl·lic	_____	
	gens	molt
Duresa	_____	
	gens	molt
Elasticitat	_____	
	gens	molt
Adhesivitat	_____	
	gens	molt

**ANNEX 5.** Model de qüestionari en l'estudi de consumidors de l'estudi 2

**UVIC**  
UNIVERSITAT DE VIC  
UNIVERSITAT CENTRAL  
DE CATALUNYA

EDAT

Sexe

**Valora l'acceptabilitat de les mostres següents.**

**Proveu les mostres en ordre aleatori**

<b>129</b>	_____	
	no m'agrada gens	m'agrada molt
<b>524</b>	_____	
	no m'agrada gens	m'agrada molt
<b>265</b>	_____	
	no m'agrada gens	m'agrada molt
<b>345</b>	_____	
	no m'agrada gens	m'agrada molt
<b>462</b>	_____	
	no m'agrada gens	m'agrada molt
<b>294</b>	_____	
	no m'agrada gens	m'agrada molt
<b>486</b>	_____	
	no m'agrada gens	m'agrada molt
<b>223</b>	_____	
	no m'agrada gens	m'agrada molt
<b>421</b>	_____	
	no m'agrada gens	m'agrada molt

## ANNEX 6. Enquesta socio-demogràfica i qüestionari d'interès general per a la salut (estudi 3)



Home   
Edat \_\_\_\_\_

Dona

### Respon les següents preguntes en relació a la teva alimentació

1. Ets consumidor habitual de fuet i llonganissa SI  NO
2. Amb quina freqüència consumeixes fuet o llonganissa?  
Diària (almenys 1 cop)  > 2-3 cops a la setmana  < de 2-3 cops setmana
3. Consideres que el fuet/llonganissa és un producte ric en greix? SI  NO  NO HO SÉ
4. Estaries interessat en consumir un fuet/llonganissa amb menys greix? SI  NO
5. Estaries disposat a pagar més per un fuet/llonganissa reduït en greix? SI  NO  NO HO SÉ
6. Quant de més estaries disposat a pagar per aquest producte reduït en greix?  
Res  +25%  +50%  NO HO SÉ

### 7. Marca el teu grau d'acord amb les següents afirmacions:

	Totalment en desacord	Bastant en desacord	Ni d'acord ni en desacord	Bastant d'acord	Totalment d'acord
Quan trio un aliment m'importa poc que sigui o no saludable.					
Considero important que els aliments que consumeixo siguin saludables.					
Menjo el que m'agrada sense preocupar-me si és o no saludable.					
Per mi és important que la meua dieta sigui baixa en greix.					
Sempre segueixo un dieta equilibrada i saludable.					
Per mi és important que la meua alimentació sigui rica en vitamines i minerals.					
Quan prenc alguna cosa d'aperitiu o entre hores, no em preocupa que sigui o no saludable.					
No em privo de prendre alguns aliments tot i que el seu consum pugui elevar el meu colesterol.					



**ANNEX 7. Model de qüestionari en l'estudi de consumidors i CATA estudi 3**

EDAT  SEXE

CODI



**Instruccions:**

- >Apunta el número de mostra que estàs avaluant
- >Prova les mostres de fuet i contesta les preguntes següents
- >Recorda prendre aigua entre mostres i menjar un biscote

**Mostra N°** \_\_\_\_\_

**Quan t'agrada aquest fuet?**

\_\_\_\_\_

No m'agrada gens

M'agrada molt

**Marca totes les paraules que consideres adequades per descriure aquest producte**

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Color fosc                 | <input type="checkbox"/> Gust característic de fuet |
| <input type="checkbox"/> Color vermellós            | <input type="checkbox"/> Mal gust                   |
| <input type="checkbox"/> Poc greixós                | <input type="checkbox"/> Àcid                       |
| <input type="checkbox"/> Molt greixós               | <input type="checkbox"/> Dur                        |
| <input type="checkbox"/> Olor característic de fuet | <input type="checkbox"/> Tendre                     |
| <input type="checkbox"/> Mala olor                  | <input type="checkbox"/> Deliciós                   |
| <input type="checkbox"/> Desagradable               | <input type="checkbox"/> Farinós                    |

## ANNEX 8. Model de qüestionari en l'estudi de consumidors de l'estudi 4

**UVIC**  
UNIVERSITAT DE VIC  
UNIVERSITAT CENTRAL  
DE CATALUNYA

Home

Dona

Edat

Número de mostra

CODI

1 Acceptació global

0 |-----| 10

2 A continuació avalua els paràmetres següents posant una creu al quadre corresponent de l'escala:

❖ Intensitat sabor a fuet (global):

Massa poc intens     Molt poc intens     Adequat     Molt intens     Massa intens

❖ Gust salat:

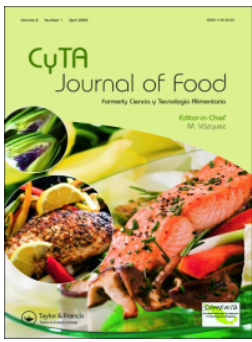
Massa poc salat     Molt poc salat     Punt just de salat     Molt salat     Massa salat

3 Marca totes les paraules que consideres adequades per descriure aquest producte:

- |   |   |   |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Color fosc                 | <input type="checkbox"/> Gust característic de fuet | <input type="checkbox"/> Molt salat       |
| <input type="checkbox"/> Poc greixós                | <input type="checkbox"/> Picant                     | <input type="checkbox"/> Poc gust de fuet |
| <input type="checkbox"/> Molt greixós               | <input type="checkbox"/> Mal gust                   | <input type="checkbox"/> Deliciós         |
| <input type="checkbox"/> Olor característic de fuet | <input type="checkbox"/> Àcid                       | <input type="checkbox"/> Dur              |
| <input type="checkbox"/> Mala olor                  | <input type="checkbox"/> Poc salat                  | <input type="checkbox"/> Tendre           |

**ANNEX 9.** Article publicat arran de l'estudi 3





# Effect of pork back-fat reduction and substitution with texturized pea protein on acceptability and sensory characteristics of dry fermented sausages

Marina Colomer Sellas, Dyego Leandro de Souza, Anna Vila-Martí & Miriam Torres-Moreno

To cite this article: Marina Colomer Sellas, Dyego Leandro de Souza, Anna Vila-Martí & Miriam Torres-Moreno (2021) Effect of pork back-fat reduction and substitution with texturized pea protein on acceptability and sensory characteristics of dry fermented sausages, *CyTA - Journal of Food*, 19:1, 429-439, DOI: [10.1080/19476337.2021.1912188](https://doi.org/10.1080/19476337.2021.1912188)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/19476337.2021.1912188>



© 2021 The Author(s). Published with license by Taylor & Francis Group, LLC.



Published online: 05 May 2021.



Submit your article to this journal [↗](#)



Article views: 161



View related articles [↗](#)



View Crossmark data [↗](#)

## Effect of pork back-fat reduction and substitution with texturized pea protein on acceptability and sensory characteristics of dry fermented sausages

Marina Colomer Sellas<sup>a</sup>, Dyego Leandro de Souza<sup>a,b</sup>, Anna Vila-Martí<sup>a</sup> and Miriam Torres-Moreno<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Research Group on Methodology, Methods, Models and Outcomes of Health and Social Sciences (M<sub>3</sub>O), Faculty of Health Sciences and Welfare, Centre for Health and Social Care Research (CESS), University of Vic-Central University of Catalonia (UVIC-UCC), Vic, Spain; <sup>b</sup>Federal University of Rio Grande do Norte, Department of Collective Health, Postgraduate Programme in Collective Health, Natal, Brazil

### ABSTRACT

Dry fermented sausages reduced in pork back-fat and replaced with texturized pea protein (TPP – 0, 10, 15, and 20%) were evaluated for acceptability and sensory properties using a Check-All-That-Apply (CATA) questionnaire under blind and informed conditions. Differences in acceptance were identified in both conditions, indicating that fat reduction and substitution with <15% TPP has a positive impact. Informed liking scores showed no difference from the blind ones. Hence, consumers gave more importance to sensory properties than to label. CATA results indicated that characteristic taste, high-fat amount and delicious can be considered drivers of liking, while acid, off-flavour and low-fat amount are of disliking. Frequency of consumption showed that regular consumers gave higher acceptability to samples, being those with ≥15% TPP less acceptable. Under both conditions, CATA reflected differences for attributes related with fat and texture. Reduction of fat and its replacement with 10% TPP was feasible with no detrimental impact on acceptability.

### Efecto de la reducción de la grasa de cerdo y su sustitución por proteína de guisante texturizada sobre la aceptabilidad y características sensoriales de salchichas curadas fermentadas

### RESUMEN

La aceptabilidad y las propiedades sensoriales de salchichas curadas fermentadas reducidas en grasa de cerdo y reemplazada con proteína de guisante texturizada (TPP - 0, 10, 15 y 20%) se evaluaron mediante un cuestionario Check-All-That-Apply (CATA) bajo dos condiciones a ciegas e informado. En ambas condiciones se identificaron diferencias en la aceptabilidad, lo que indica que la reducción de grasa y su sustitución con <15% de TPP tiene un impacto positivo. Las puntuaciones de aceptabilidad bajo condición informado no mostraron diferencias con la condición a ciegas. Por tanto, los consumidores dieron más importancia a las propiedades sensoriales que a la información del etiquetado. Los resultados de CATA indicaron que el sabor característico, la cantidad elevada de grasa y delicioso pueden considerarse determinantes de aceptabilidad, mientras que los atributos, ácido, sabor desagradable y cantidad baja en grasa lo son de desagrado. La frecuencia de consumo mostró que los consumidores habituales dieron mayores puntuaciones de aceptabilidad a las muestras, siendo las menos aceptables aquellas con ≥15% TPP. En ambas condiciones, los resultados de CATA reflejaron diferencias en los atributos relacionados con la grasa y la textura. La reducción de la grasa y su reemplazo con un 10% de TPP es factible y no tiene un impacto perjudicial sobre la aceptabilidad.

### ARTICLE HISTORY

Received 7 October 2020  
Accepted 27 March 2021

### KEYWORDS

Dry fermented sausages; fat reduction; fat substitution; texturized pea protein; consumer studies; Check-All-That-Apply (CATA)

### PALABRAS CLAVE

Salchichas curadas fermentadas; Reducción de grasa; Sustitución de grasa; Proteína de guisante texturizada; Estudio de consumidores; Marque todo lo que corresponda (CATA)



## Introduction

Excessive fat intake has been widely discussed by public health agencies concerned about the increased risk for chronic diseases like obesity, diabetes, hypercholesterolemia, and cardiovascular diseases. They have reported guidelines to aid with an optimal dietary fat intake, which should ideally account for 20 to 35% of the total diet energy (EFSA, 2017; WHO, 2007). In developed countries, the primary source of fat and saturated fats is from processed foods, especially meat products. Sausages are meat products especially important to the meat industry in Europe, particularly in countries like Germany and those of the Mediterranean area (Spain, Italy, France...), contributing to the diet fat intake. Thus, because of their high fat and

sodium content, public health organisations recommend limiting their consumption (Kloss et al., 2015).

Moreover, consumers are becoming more demanding, favouring food with healthy and nutritional characteristics. Although many consumers prefer foods with lower fat and energy, they also want foods that taste good (Sampaio et al., 2004). Therefore, the food industry faces the challenge of providing nutritious and healthy foods while ensuring that the product has appealing sensory properties (Alejandro et al., 2017; Lorenzo et al., 2016).

Fat is an essential component of meat products as it provides several features positively related to their sensory and technological quality (Jiménez Colmenero, 2000; Mendoza et al., 2001).

**CONTACT** Miriam Torres-Moreno  [miriam.torres@uvic.cat](mailto:miriam.torres@uvic.cat)  Research Group on Methodology, Methods, Models and Outcomes of Health and Social Sciences (M<sub>3</sub>O), Faculty of Health Sciences and Welfare, Centre for Health and Social Care Research (CESS), University of Vic-Central University of Catalonia (UVIC-UCC), C.Sagrada Família 7, Vic 08500, Spain

© 2021 The Author(s). Published with license by Taylor & Francis Group, LLC.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

The reduction of fat in meat products can be achieved by reducing, or partially replacing fat with other compounds like carbohydrates, proteins, or lipid-based substitutes. However, fat reduction affects some important features like salty flavour (Ruusunen, 2005), water release during drying (Wirth, 1988) or texture (Bloukas et al., 1997; Muguerza, 2003).

In fermented meat products, a reduction up to 80% total fat is possible from a technological and microbiological point of view (Fernández-Diez et al., 2016; Mendoza et al., 2001; Ruiz-Capillas et al., 2012). However, in hedonic sensory studies with consumers, many authors have reported that when a greater reduction is applied less acceptable are the products, related to a reduction of juiciness and tenderness, an increase of pungent flavour and an increase of hardness (Fernández-Diez et al., 2016; Ruiz-Capillas et al., 2012).

Pea protein has been positioned as one of the most viable fat replacer since it possesses good nutritional quality and is regarded as a healthy choice because it is low in calories, has a good protein efficiency ratio, an essential amino acid content, and has potential as a dietary protein fortifier (Owusu-Ansah & Mc Curdy, 1991). Still, researchers indicate that legumes protein products like texturized pea protein (TPP) can exhibit weaker gel strength, viscosity, and texture than egg, soy, and meat proteins (Jones, 2016). However, new extraction and drying technologies, such as hydrothermal treatments, can improve the functional attributes of pea proteins (Arntfield & Maskus, 2011), although there is still little research.

Soy proteins have traditionally been the ingredients used as fat replacers for meat products, like smoked sausages (Rao et al., 1984), meatballs, burgers (Perera & America, 2011), meat patties (Kassama et al., 2003), or ground beef patties (Deliza et al., 2002). However, there are no studies regarding the physicochemical and sensorial effects of fat replacement in dry fermented sausages.

Additionally, it is important to consider that during the development or reformulation of food products, the ingredients of the formulation and its effect on consumer acceptance should be considered. Evidence reveals that the provision of nutritional information may allow consumers to switch consumption away from “unhealthy” products in favour of “healthy” food products (Zarkin & Anderson, 1992). Several studies have shown that consumer attitudes and beliefs interact with knowledge provided via label information, resulting in differential changes in sensory ratings of labelled test stimuli products (Hellemann et al., 1990; Solheim & Lawless, 1996; Tuorila, 1987).

Thus, the aim of this study was to evaluate the effect of fat reduction and substitution with texturized pea protein on chemical composition, acceptability and sensory characteristics of *fuet*.

## Material and methods

### Sample description

Four different *fuet*s (a dry-fermented sausage obtained from a mixture of ingredients based on pork and pork back-fat typical in Spain) were produced following the experimental design showed in Table 1. Formulation one (F1) was the control prepared with 60% lean pork and 40% pork back-fat, the other three formulas were prepared with different fat reductions, based on pork back-fat decrease and substitution with TPP. The remaining ingredients (considering that nothing changed on lean pork), the

Table 1. Formulation of samples.

Tabla 1. Formulación de las muestras.

Sample Code	Formulation			Rehydrated texturized pea protein (%)*
	Lean pork (%)	Pork back-fat (%)	Pork back-fat reduction (%)	
F1	60	40	0	0
F2	60	30	25	10
F3	60	25	37.5	15
F4	60	20	50	20

\*ratio water:texturized pea protein 3:1.

Sample code: F1 (control): 40% pork back-fat; F2: 30% pork back-fat + 10% texturized pea protein; F3: 25% pork back-fat + 15% texturized pea protein; F4: 20% pork back-fat + 20% texturized pea protein.

\*proporción agua:proteína de guisante texturizada 3:1.

Código de muestra: F1 (control): 40% grasa de cerdo; F2: 30% grasa de cerdo + 10% proteína de guisante texturizada; F3: 25% grasa de cerdo + 15% proteína de guisante texturizada; F4: 20% grasa de cerdo + 20% proteína de guisante texturizada.

additives (salt, lactose, dextrin, dextrose and species), antioxidants (sodium ascorbate and sodium citrate), preservatives (sodium nitrite and potassium nitrate) and starter culture containing *Staphylococcus xylosum* were added in equal proportions in all formulations.

*Fuet* manufacturing process followed 5 main steps. First, raw meat materials (lean pork and pork back-fat) were homogenised and ground for 1 min in a chilled cutter (2°C). Second, after grounding, the additives, antioxidants, preservatives and starter culture were added to the ground meat and hydrated pea protein and mixed for 1 min. Third, the entire batter was homogenised under vacuum for at least 2 min. The final temperature was less than 14°C in all cases. Fourth, the meat mixture was stuffed into collagen casings of 40–42 mm diameter (Van Hessen) and fifth, the sausages were subjected to drying at 10–12°C and 70–85% HR for 21 days until reaching an Aw below 0.920. All the formulations were developed in a pilot plant (Splendid Foods, S.A., Seva, Spain).

Lean pork meat and pork back-fat were obtained from Patel SAU, a supplier of Splendid Foods, S.A. Salt, lactose, dextrin, dextrose, sodium ascorbate, sodium citrate, sodium nitrite, potassium nitrate, and starter culture were obtained from Cargill SLU (Martorell, Barcelona, Spain). The fat replacer was Peatex® Flakes (AM Nutrition Ingredients, Denmark), composed of 100% yellow peas (*Pisum sativum* L.). The fat replacer emulsion was prepared by pre-hydrating the texturized pea protein with cold water with a ratio 3:1 (water:texturized pea protein) for 20–30 minutes then it was ready for grinding with the meat.

### Proximate composition

Analysis of moisture, ash, protein, fat, and sugar contents were performed according to the Association of Official Analytical Chemists Methods (AOAC International, 1997). Moisture content of the samples was determined by the gravimetric method by drying 2 g of the ground sample at 103 ± 2°C to constant weight in an air oven (AOAC official method 950.46). Ash content was determined using a muffle furnace at 550–600°C for 4 h (AOAC official method 920.153). Fat was determined in a Soxhlet apparatus using petroleum ether as an extraction solvent (AOAC official method 985.15). Total organic nitrogen was determined using the macro Kjeldahl procedure. Protein content of samples was calculated using 6.25 as the conversion factor (AOAC official method 992.15).

Total carbohydrate content was estimated by difference and energy by calculation. Sugars were determined using the Luff-Schoorl method (Instituto Español de Normalización, 1984, UNE 34, 199–84). All analyses were performed at the end of the curing process in triplicate using three sausage samples per treatment. All chemicals and solvents were analytical grade, unless otherwise specified.

### Consumer test

One-hundred fourteen participants, all consumers of *fuet*, from 18 to 63 years old, 52% women and 48% men, were recruited from the consumer database set up by the “Research group on Methodology, Methods, Models, and Outcomes of Health and Social Sciences (M<sub>3</sub>O) (Faculty of Health Sciences and Welfare, The University of Vic-Central University of Catalonia (UVIC-UCC, Vic, Spain)) based on their consumption of the focal products (all consumers).

All consumers took part in two evaluation conditions, blind and informed. In the first session, only the samples were presented (blind condition (B)) to consumers, so they could evaluate their overall acceptability after completing a Check-All-That-Apply (CATA) questionnaire. Acceptability was scored using a nine-point hedonic scale ranging from one (“I extremely dislike”) to nine (“I extremely like”). In the CATA questionnaire, participants were asked to check which among 14 terms list were appropriate when describing each of the *fuet* samples. These terms were darkness, redness, low-fat amount, high-fat amount, hard, soft, floury, characteristic odour, characteristic taste, delicious, acid, off-odour, off-flavour and distasteful (Figures 1(a) and 2(a)). The terms were selected based on previous studies (Jorge et al., 2015; Pollonio, 2015).

Prior to evaluation, consumers were told how the sensory test would be conducted, they filled out a survey about demographic characteristics, meat and sausages consumption habits, willingness to consume meat products reduced in fat, and the willingness to pay more money for these products (Table 2). They also completed a questionnaire designed to measure their interest in eating healthy with a multiple scale labelled as “General Health Interest”, proposed by Roininen (Roininen et al., 1999). This multi-scale comprised eight statements and the corresponding Likert’s five-point agreement subscales, with the categories ranging from one (strongly disagree) to five (strongly agree). The statements were positive or negative.

In the second session, 1 month later, consumers were given the packaging and the corresponding product for tasting (informed condition (I)). In this session they rated both acceptability and CATA questionnaire.

Labels were especially prepared for this study with the aid of the Bizerba program (Intermec PC43t, Joppa, USA), they included an image of the packaging and information about the product type (Table 3). All consumers attended the two sessions at the UVIC-UCC Taste Laboratory (Vic, Spain).

Samples (*fuet* slices of 3 mm thick) were served at room temperature (20–23°C) in white plastic dishes; mineral water and plain crackers were provided for mouth rinsing. Samples and their packaging were identified with three-digit random codes. To avoid first-position distortions and carry-over effects, the presentation order followed a Williams design for four samples (Macfie et al., 1989) within each of the two conditions, and they were presented monadically. The sensory terms listed in

CATA were balanced across consumers, following William’s Latin Square experimental design, each consumer received the CATA question with the terms in a different order; this order was modified from sample to sample through the test.

### Statistical method

For each formulation, results were expressed as the mean and standard error of the results obtained from the three batches. The difference between the mean of values was determined using analysis of variance (ANOVA); when significant  $p \leq .05$ , the means were separated using Tukey’s test.

The CATA results were analysed by frequency analysis of citations for each sensory term of each treatment. Using SPSS, Cochran’s Q test was performed to find differences between the treatments for each attribute assigned in CATA. The values were evaluated in blind and informed conditions using SPSS, McNemar test. Statistical analysis was carried out with IBM SPSS Statistics V.26.0 (IBMCORP, Armonk, NY, USA) and XLSTAT for Windows (version 2010, Addinsoft, Paris, France).

A multiple-factor analysis (MFA) was performed in the frequency table containing the responses of the CATA questionnaire. This analysis was conducted using XLSTAT with a 5% significance level.

To study the influence of gender, age, consumption frequency, willingness to consume this product, willingness to pay more, and the interest in eating healthy consumers were grouped according to their characteristics: gender (male and female), age group (18–25 years, 26–35 years, and >35 years), and *fuet* consumption frequency (regular consumers: consumption daily or weekly >3 times per week; occasionally: consumption monthly or occasionally < 2 times per week).

Segmentation of consumers according to their acceptability of samples under conditions was obtained through hierarchical cluster analysis with squared Euclidian distances and Ward’s method. For segments obtained by cluster, Pearson Chi-Square and t-Student analysis were used to study the effect of the age, gender, consume frequency of *fuet*, willingness to consume this product reduced in fat, willingness to pay more for this product, and interest in eating healthy on acceptability of *fuet* samples. Significant differences between means were established by Pearson Chi-Square and t-Student ( $p \leq .05$ ).

## Results and discussion

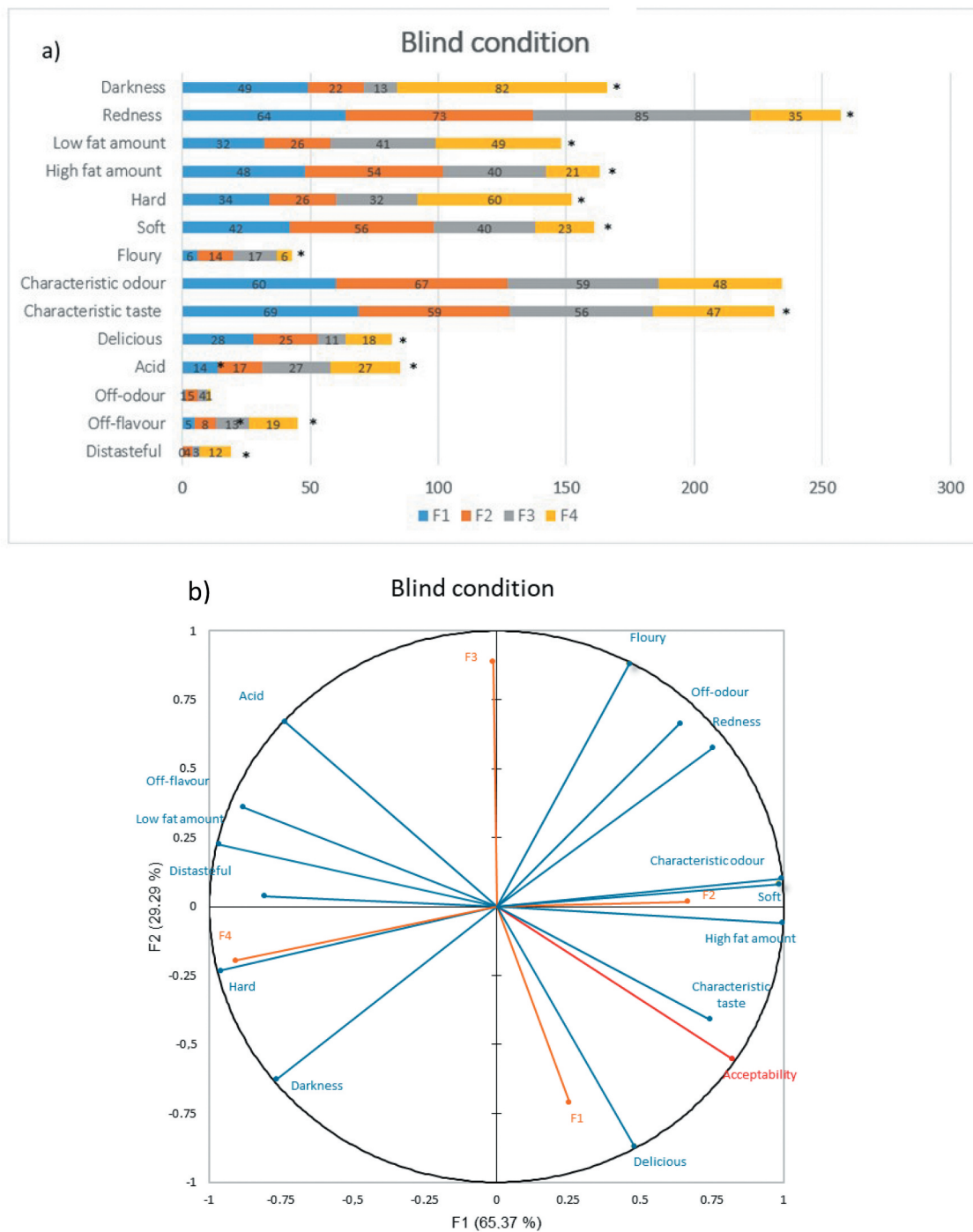
### Proximate composition

The chemical composition and energy level of *fuet*s are summarised in Table 4.

While standard sample (F1) has the lowest moisture content ( $p \leq .05$ ), the 50% reduced pork back-fat fat sample (F4) shows the highest ( $p \leq .05$ ). Similar results were obtained in a sausage and beef samosas where the water content increased with the fat substitution with texturised vegetable protein (Hidayat et al., 2017; Omwamba, 2014). Higher water content was also found in the other meat products substituted with soy protein (Akesowan, 2008).

The results of statistical analyses indicate that the ash content of the samples was significantly ( $p \leq .05$ ) affected by TPP addition. Ash content increases with greater pea protein addition,





**Figure 1.** Blind condition: (a) Frequency mentioned attributes by CATA in each sample of *fuet* and (b) Multiple factor analysis (MFA) of CATA attributes and acceptability of *fuet*s with different fat percentage: Plot of MFA correlations among CATA attributes, acceptability and samples.

Attributes with asterisk (\*) presented differences ( $p \leq .05$ ) between treatments. Sample code: F1 (control): 40% pork back-fat; F2: 30% pork back-fat + 10% texturized pea protein; F3: 25% pork back-fat + 15% texturized pea protein; F4: 20% pork back-fat + 20% texturized pea protein.

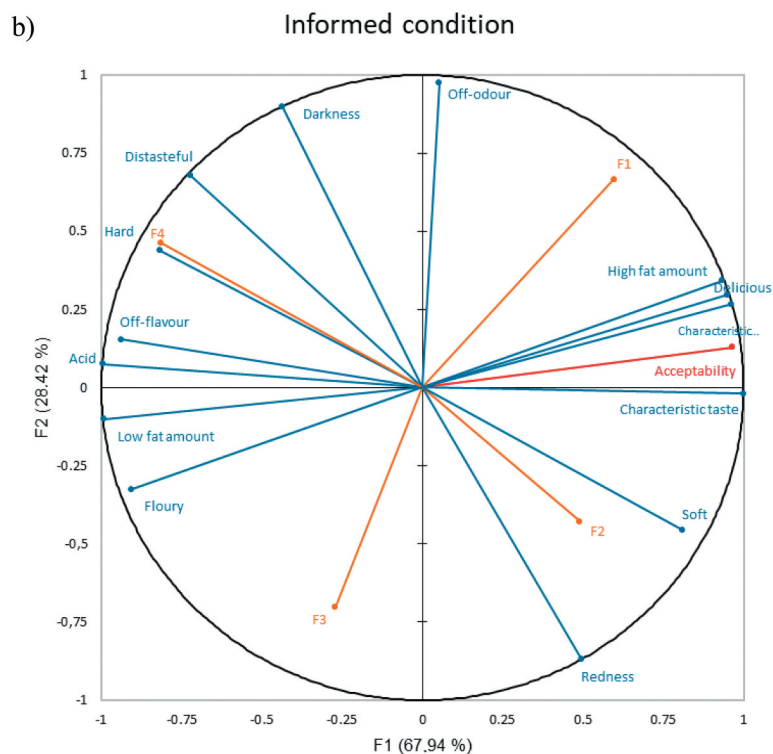
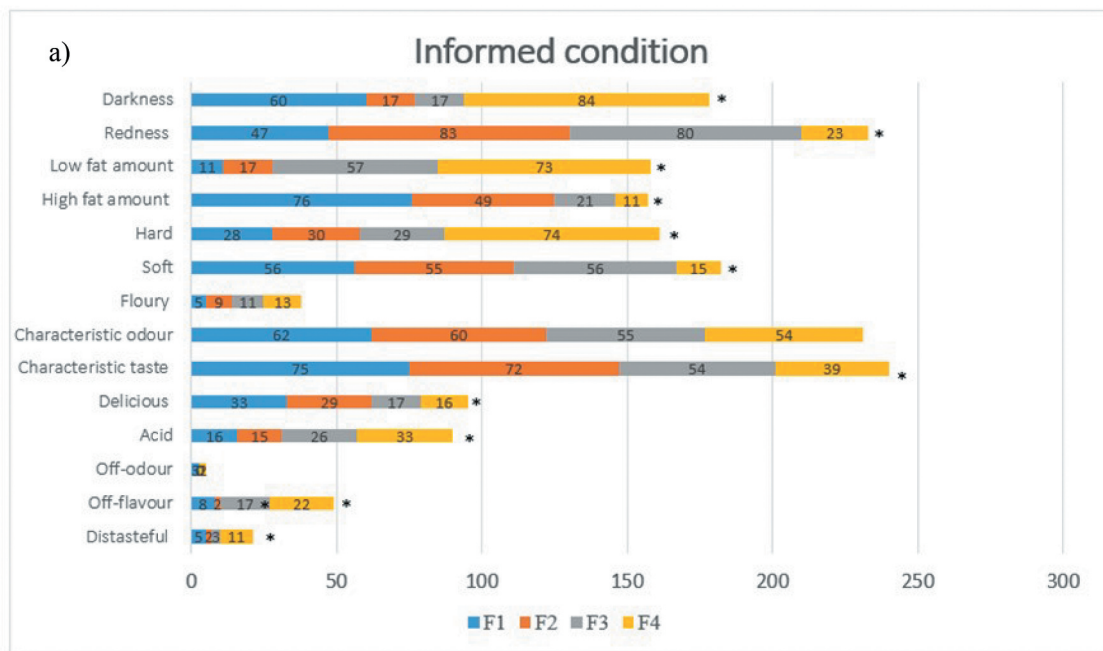
**Figura 1.** Condición a ciegas (sin información): (a) Frecuencia de mención de atributos de CATA en cada muestra de *fuet* y (b) Análisis de factores múltiples (MFA) de atributos de CATA y aceptabilidad de *fuet*s con diferente porcentaje de grasa: Gráfico de correlaciones MFA entre atributos de CATA, aceptabilidad y muestras.

Atributos con asterisco (\*) presentan diferencias ( $p \leq .05$ ) entre tratamientos. Código de muestra: F1 (control): 40% grasa de cerdo; F2: 30% grasa de cerdo + 10% proteína de guisante texturizada; F3: 25% grasa de cerdo + 15% proteína de guisante texturizada; F4: 20% grasa de cerdo + 20% proteína de guisante texturizada.

with the highest value for 20% of pea protein added (F4) and the lowest value for the control sample (F1).

The protein content was not significantly affected by increasing the substitution of pork fat with TPP in F2 and F3 ( $p \leq .05$ ). However, in F4 protein content increases significantly ( $p \leq .05$ ) because of the addition of TPP. In several studies protein content increased with an increase of texturised protein (Hidayat et al., 2017).

As expected, the fat content decreases significantly with increasing percentage of pork back-fat replacement and TPP substitution in the *fuet* formula; F1 presents the highest fat content ( $p \leq .05$ ). When comparing with F1, the fat content of F2, F3, and F4 reduces by 3.93%, 10.39%, and 20.13%, respectively. These results are like other studies where fat content decreased significantly ( $p \leq .05$ ) with an increase of texturised protein (Akesowan, 2008; Hidayat et al., 2017;



**Figure 2.** Informed condition: (a) Frequency mentioned attributes by CATA in each sample of *fuets* and (b) Multiple factor analysis (MFA) of CATA attributes and acceptability of *fuets* with different fat percentage: Plot of MFA correlations among CATA attributes, acceptability and samples.

Attributes with asterisk (\*) presented differences ( $p \leq .05$ ) between treatments. Sample code: F1 (control): 40% pork back-fat; F2: 30% pork back-fat + 10% texturized pea protein; F3: 25% pork back-fat + 15% texturized pea protein; F4: 20% pork back-fat + 20% texturized pea protein.

**Figura 2.** Condición informado: (a) Frecuencia de mención de atributos de CATA en cada muestra de *fuets* y (b) Análisis de factores múltiples (MFA) de atributos de CATA y aceptabilidad de *fuets* con diferente porcentaje de grasa: Gráfico de correlaciones MFA entre atributos de CATA, aceptabilidad y muestras.

Atributos con asterisco (\*) presentan diferencias ( $p \leq .05$ ) entre tratamientos. Código de muestra: F1 (control): 40% grasa de cerdo; F2: 30% grasa de cerdo + 10% proteína de guisante texturizada; F3: 25% grasa de cerdo + 15% proteína de guisante texturizada; F4: 20% grasa de cerdo + 20% proteína de guisante texturizada.

Omwamba, 2014; Perera & America, 2011). This reduction of fat causes a proportional reduction of energy. Thus, energy decreases significantly with increasing percentage substitution of TPP in the different samples.

If calculated based on dry extract, the reductions correspond to 2.60%, 8.36% and 15.78% respectively, being significant differences between F1, F3 and F4. On the other hand, replacing 10% of the initial pork fat in the F2

**Table 2.** Demographic characteristics and consumption habits of consumers (n = 114).**Tabla 2.** Características demográficas y hábitos de consumo de los consumidores (n = 114).

Characteristic	Category	Percentage (%)
Gender	Men	48.2
	Woman	51.8
Age	18–25	62.28
	26–35	16.67
	+35	21.05
Frequency of consumption of dry fermented sausages (ex. <i>fuet</i> )	Regular (daily or >3 times per week)	43
	Occasionally (monthly or <2 times per week)	52.6
Interest for consuming dry fermented sausages with fat reduction	Don't know	4.4
	Yes	89.5
Willingness to pay more money for a dry fermented sausage with fat reduction	No	10.5
	Yes	54.4
Amount of money	No	24.6
	I don't know	21.1
	Nothing more	20.2
	25% more	42.1
General Health Interest	50% more	0.9
	I don't know	36.8
	High interest (29–40)	49.1
	Low interest (14–28)	50.9

**Table 3.** Main characteristics of samples as declared on label.**Tabla 3.** Principales características de las muestras declaradas en el etiquetado.

Sample Code	Product denomination	Main ingredients declared on label	Energy value <sup>a</sup> (kcal)	Protein <sup>a</sup> (g)	Fat content, total <sup>a</sup> (g)	Saturated fat <sup>a</sup> (g)	Carbohydrate, total <sup>a</sup> (g)	Sugars <sup>a</sup> (g)
F1	Fuet Espetec	Lean pork and pork fat, salt, lactose, dextrin, dextrose, species, antioxidants (sodium ascorbate and sodium citrate), preservatives (sodium nitrite and potassium nitrate).	418	27.6	31.3	35.04	6.6	4.8
F2	Fuet Espetec with pea protein	Lean pork and pork fat, pea protein (10%), salt, lactose, dextrin, dextrose, species, antioxidants (sodium ascorbate and sodium citrate), preservatives (sodium nitrite and potassium nitrate)	407	27.8	30.1	35.97	6.4	5.2
F3	Fuet Espetec with pea protein	Lean pork and pork fat, pea protein (15%), salt, lactose, dextrin, dextrose, species, antioxidants (sodium ascorbate and sodium citrate), preservatives (sodium nitrite and potassium nitrate)	394	27.9	28.1	35.90	7.4	5.2
F4	Fuet Espetec with pea protein	Lean pork and pork fat, pea protein (20%), salt, lactose, dextrin, dextrose, species, antioxidants (sodium ascorbate and sodium citrate), preservatives (sodium nitrite and potassium nitrate)	370	29.1	25	35.41	7.2	5

Sample code: F1 (control): 40% pork back-fat; F2: 30% pork back-fat + 10% texturized pea protein; F3: 25% pork back-fat + 15% texturized pea protein; F4: 20% pork back-fat + 20% texturized pea protein.

Código de muestra: F1 (control): 40% grasa de cerdo; F2: 30% grasa de cerdo + 10% proteína de guisante texturizada; F3: 25% grasa de cerdo + 15% proteína de guisante texturizada; F4: 20% grasa de cerdo + 20% proteína de guisante texturizada.

**Table 4.** Chemical composition of samples.**Tabla 4.** Composición química de las muestras.

Proximates	Samples			
	F1	F2	F3	F4
Energy (kcal/100 g)	418.67 ± 1.53 <sup>d</sup>	407.33 ± 1.15 <sup>c</sup>	393.67 ± 1.15 <sup>b</sup>	370 ± 3.61 <sup>a</sup>
Moisture (%)	29.84 ± 0.15 <sup>a</sup>	30.81 ± 0.05 <sup>b</sup>	31.40 ± 0.19 <sup>c</sup>	33.47 ± 0.22 <sup>d</sup>
Ash (%)	4.63 ± 0.04 <sup>a</sup>	4.91 ± 0.06 <sup>b</sup>	5.19 ± 0.08 <sup>c</sup>	5.26 ± 0.04 <sup>c</sup>
%ash/dry content	6.59 ± 0.04 <sup>a</sup>	7.09 ± 0.08 <sup>b</sup>	7.57 ± 0.12 <sup>c</sup>	7.90 ± 0.09 <sup>d</sup>
Protein (%)	27.64 ± 0.12 <sup>a</sup>	27.77 ± 0.13 <sup>a</sup>	27.92 ± 0.10 <sup>a</sup>	29.11 ± 0.73 <sup>b</sup>
% protein/dry content	39.39 ± 0.09 <sup>a</sup>	40.13 ± 0.16 <sup>a</sup>	40.70 ± 0.04 <sup>a</sup>	43.75 ± 1.18 <sup>b</sup>
Fat (%)	31.30 ± 0.31 <sup>d</sup>	30.07 ± 0.16 <sup>c</sup>	28.05 ± 0.11 <sup>b</sup>	25.00 ± 0.67 <sup>a</sup>
%fat/dry content	44.62 ± 0.39 <sup>c</sup>	43.46 ± 0.22 <sup>c</sup>	40.89 ± 0.17 <sup>b</sup>	37.58 ± 0.94 <sup>a</sup>
Carbohydrates (%)	6.59 ± 0.30 <sup>a</sup>	6.44 ± 0.16 <sup>a</sup>	7.44 ± 0.10 <sup>b</sup>	7.16 ± 0.25 <sup>b</sup>
% carbohydrates/dry content	9.40 ± 0.45 <sup>a</sup>	9.31 ± 0.23 <sup>a</sup>	10.85 ± 0.12 <sup>b</sup>	10.77 ± 0.34 <sup>b</sup>
Sugars (%)	4.84 ± 0.06 <sup>a</sup>	5.18 ± 0.04 <sup>b</sup>	5.16 ± 0.08 <sup>b</sup>	5.01 ± 0.05 <sup>a</sup>

All proximate analysis were in triplicate using three fuet samples. Values (mean ±SD). Means in the same line with different letters are significantly different ( $p \leq .05$ ). Samples: F1 (control): 40% pork back-fat; F2: 30% pork back-fat + 10% texturized pea protein; F3: 25% pork back-fat + 15% texturized pea protein; F4: 20% pork back-fat + 20% texturized pea protein.

Todos los análisis proximales se hicieron por triplicado utilizando tres muestras de *fuet*. Valores (media±DE). Medias en la misma línea con distintas letras son significativamente diferentes ( $p \leq .05$ ). Muestras: F1 (control): 40% grasa de cerdo; F2: 30% grasa de cerdo + 10% proteína de guisante texturizada; F3: 25% grasa de cerdo + 15% proteína de guisante texturizada; F4: 20% grasa de cerdo + 20% proteína de guisante texturizada.

formulation by pea protein does not reflect on the final result on dry matter, i.e., this significant reduction in fat is not seen at the analytical level on dry matter.

Carbohydrates increase significantly ( $p \leq .05$ ) in F3 and in F4. These results were similar in meatballs and burgers where meat was replaced by TPP (Perera & America, 2011).

### Overall liking and CATA for fuet

#### Blind condition

Liking scores varied significantly between samples, with values ranging from 5.54 to 6.48 (Table 5) suggesting that consumer response to the sensory characteristics of the *fuet* was different among samples. Table 5 shows that *fuet* with  $\leq 25\%$  of pork back-fat and  $\geq 15\%$  pea protein were less acceptable to consumers, and no differences exist between the control and formulated sample with 10% of pea protein.

CATA results (Figure 1(a)) show there were statistically significant differences between samples for the following attributes: darkness ( $<0.001$ ), redness ( $<0.001$ ), low-fat amount (0.004), high-fat amount ( $<0.001$ ), hard ( $<0.001$ ), soft ( $<0.001$ ), floury ( $<0.010$ ), characteristic odour ( $<0.05$ ), characteristic taste ( $<0.001$ ), delicious ( $<0.05$ ), acid ( $<0.05$ ), off-flavour ( $<0.05$ ) and distasteful ( $<0.001$ ). For the control sample, the most common systematic results cited are those for appearance, redness (64), darkness (49) and high-fat amount (48), and characteristic odour (60) from flavour attributes. A greater number of systematic citations for the attribute's redness (73), high-fat amount (54), characteristic odour (67) and characteristic taste (59) are given to the sample F2. For the sample F3, the attributes redness (85), low-fat amount (41), characteristic odour (59) and characteristic taste (56) are the most cited by consumers. The terms darkness (82), low-fat amount (49), characteristic odour (48), and characteristic taste (47) characterise sample F4. So, there is a clear difference in the perception of the content of fat between samples high in fat, F1 and F2, respect those F3 and F4 considered low in fat. A greater number of the attribute delicious (28) relate to a better acceptance for sample F1, the formulation that corresponds closely to the commercial sample, probably because it was an optimised formulation available in the market for the consumers. In addition, those attributes with negative characteristics like

distasteful, off-odour, and off-flavour were less cited in F1. Thus, from a food development perspective, attributes with significant values should be considered when optimising low-fat fuet.

Figure 1(b) shows the representation of fuet on the first principal plane (first and second dimensions) obtained from the multiple factor analysis. The first two principal dimensions explain 94.66% of the variability in the experimental data (first dimension: 65.37%; second dimension: 29.29%). The first dimension separates samples according to the type of product (samples with no pea protein or less percentage on the right side and the remaining products on the left), while a second dimension separates the F1 sample on the bottom side from the rest (with different pea protein percentages). On the right side, sample F1 is characterised by the terms characteristic taste and delicious while F2 is described with the terms redness, characteristic odour, soft, and high-fat amount. On the left side, F3 is described as acid and floury and F4 as off-flavour, low-fat amount, distasteful, hard, and darkness.

These results indicate that some terms like characteristic taste, high-fat amount, and delicious are considered drivers of liking, while the terms acid, off-flavour, and low-fat amount are considered drivers of disliking. Thus, the content of fat amount it's an important parameter when reformulating *fuet*s, because clearly affect the acceptability of the product.

#### Informed condition

Liking scores varies between samples, like the blind condition test, with values ranging from 5.69 to 6.53 (Table 5), indicating that *fuet*s with  $\leq 25\%$  of pork back-fat and  $\geq 15\%$  pea protein were again those least acceptable to consumers.

CATA results (Figure 2(a)) show statistically significant differences between samples for the same attributes than in the blind condition except for the characteristic odour and floury, that are identified with differences under the blind condition.

When consumers are informed, F1's most common systematic results cited are those related with appearance, high-fat amount (76) and darkness (60), and those with flavour, characteristic taste (75) and characteristic odour (62). The most cited attributes for sample F2 are redness (83), soft (55), characteristic taste (72) and characteristic odour (60). For the sample F3, the attributes redness (80), low-fat amount (57), soft (56), and characteristic odour (55) are most cited by consumers. The terms darkness (84), hard (74), low-fat amount (73), and characteristic odour (54) characterise sample F4. The same trend as in the blind condition, a significantly greater number of citations for the attribute delicious (33) relate to a better acceptance for sample F1, while a significant lower number of citations for the attributes distasteful, off-odour, flavour, and off-flavour are identified.

Regarding the MFA under the informed condition (Figure 2(b)) the first two dimensions explains 96.36% of the data variance, showing 67.94% and 28.42% in the first and second dimensions, respectively. Figure 2(b) shows that the distribution of samples and attributes was like the blind conditions. In the MFA graph, F1 and F2 are in the right quadrants, while F3 and F4 are in the left quadrants.

Sample F1 is characterised with high-fat amount, delicious, and characteristic odour. F2 sample is characterised with the terms characteristic taste, soft, and redness. F3 is characterised

**Table 5.** Overall acceptability mean values of *fuet* samples evaluated under blind and informed conditions by consumers ( $n = 114$ ).

**Table 5.** Valores promedio de aceptabilidad global de las muestras de *fuet* evaluadas a ciegas y con información por los consumidores ( $n = 114$ ).

Sample code	Evaluation condition		I-B (Informed – Blind)	
	Blind (B)	Informed (I)	M	p-value
F1	6.38 <sup>a</sup>	6.51 <sup>a</sup>	0.13	.353
F2	6.48 <sup>a</sup>	6.53 <sup>a</sup>	0.05	.750
F3	5.55 <sup>b</sup>	5.79 <sup>b</sup>	0.24	.124
F4	5.54 <sup>b</sup>	5.69 <sup>b</sup>	0.15	.702

<sup>a</sup>Means in the same column with different letters are significantly different ( $p \leq .05$ ). M: mean acceptability values. Sample code: F1 (control): 40% pork back-fat; F2: 30% pork back-fat + 10% texturized pea protein; F3: 25% pork back-fat + 15% texturized pea protein; F4: 20% pork back-fat + 20% texturized pea protein.

<sup>a</sup>Medias en la misma columna con distinta letra son significativamente diferentes ( $p \leq .05$ ). M: valores medios de aceptabilidad. Código de muestra: F1 (control): 40% grasa de cerdo; F2: 30% grasa de cerdo + 10% proteína de guisante texturizada; F3: 25% grasa de cerdo + 15% proteína de guisante texturizada; F4: 20% grasa de cerdo + 20% proteína de guisante texturizada.

with floury and low-fat amount, while F4 is characterised with acid, off-flavour, hard, distasteful, and dark.

Therefore, the results under the informed condition indicate, as in the blind condition, that delicious, high-fat amount, characteristic taste, and odour are considered drivers of liking for *fuet*, while the terms acid, off-flavour, and low-fat amount are drivers of disliking.

### Comparison between blind and informed evaluations

When comparing the studied conditions, in all the evaluated samples informed liking scores did not differ significantly from the blind ones (I – B), indicating that information did not affect acceptability scores (Table 5). Thus, we surmise that consumers give more importance to the sensory properties of the *fuet* than to the label information, which could not counteract hedonic liking based on sensory experience. However, in studies with other types of products, such as milk and soybean vanilla beverages (Villegas et al., 2008), calorie-reduced yoghurt (Johansen et al., 2010), and low-fat spread (Kähkönen et al., 1996) an effect of information was clearly identified, indicating that consumers liking scores were dictated by the information on the packaging. The differences in our results could be because of the different motivations that consumers have when consuming these types of products. Unlike other products, sausages like *fuet* are mainly consumed for its characteristic taste, so consumer liking scores are strongly based on what they

perceive when tasting it and hardly affected by information (Khajavi et al., 2020).

CATA results under the two studied conditions didn't reflect significant differences for most of the evaluated attributes, except for those related mainly with the content of fat and texture (Figure 3). In F1 differences identified were in redness, low-fat amount, high-fat amount, and soft. Under the informed condition, consumers evaluated samples less red and low in fat amount while evaluated samples softer and higher in fat. In F2 differences were identified for the characteristic taste, while under the informed condition consumers evaluated samples with a higher characteristic taste. For F3 differences were given for the attributes low-fat amount, high-fat amount and, soft. Under the informed condition, consumers evaluated the samples softer, lower in fat amount, and less in high-fat amount. For F4 differences were identified in low-fat amount and hard. As expected, under the informed condition samples were considered lower in fat and harder.

Therefore, when the consumer had the labelling information of the ingredients and nutritional facts, the information influenced the specific attributes evaluation under the informed condition. Here specifically, those attributes related to fat content and texture, despite information given, had no effect on acceptability.

### Influence of demographic characteristics and consumer habits on acceptability and sensory attributes

To understand if different preference patterns were related to demographic characteristics or consumer habits (Table 2),

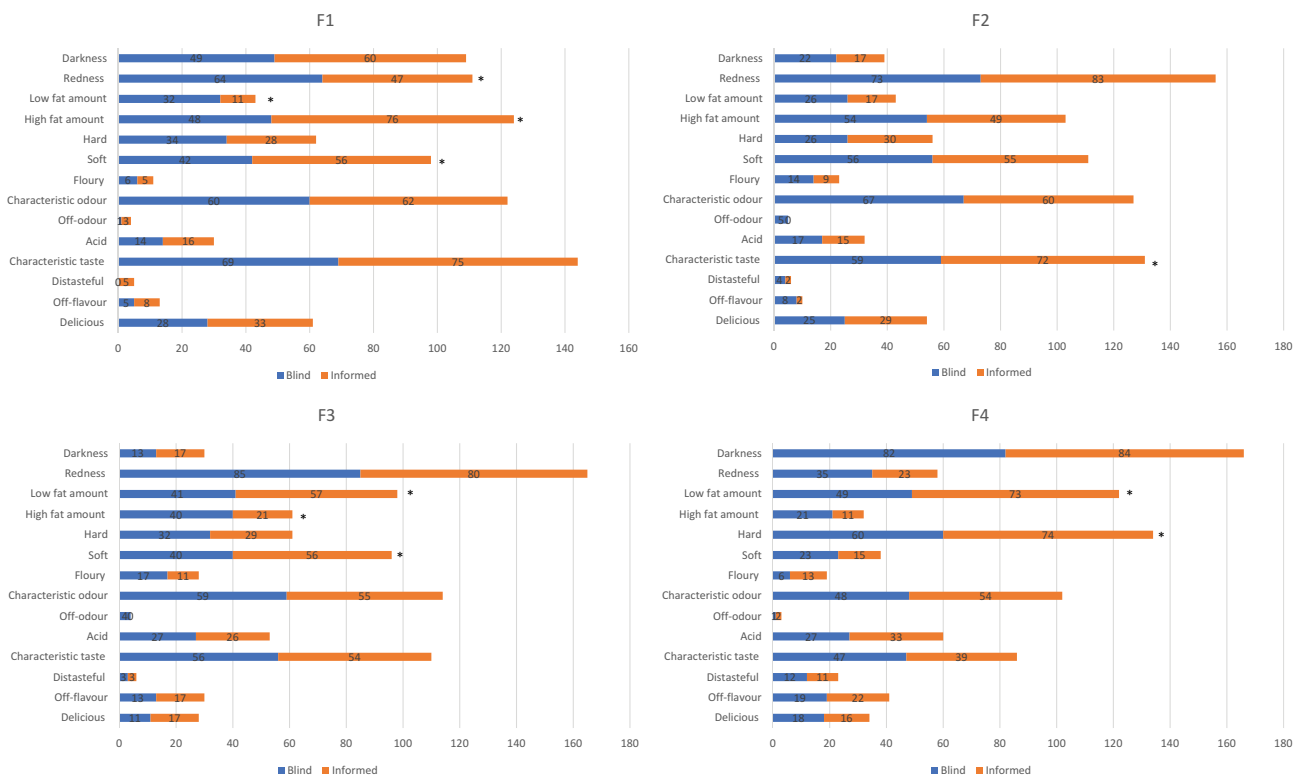
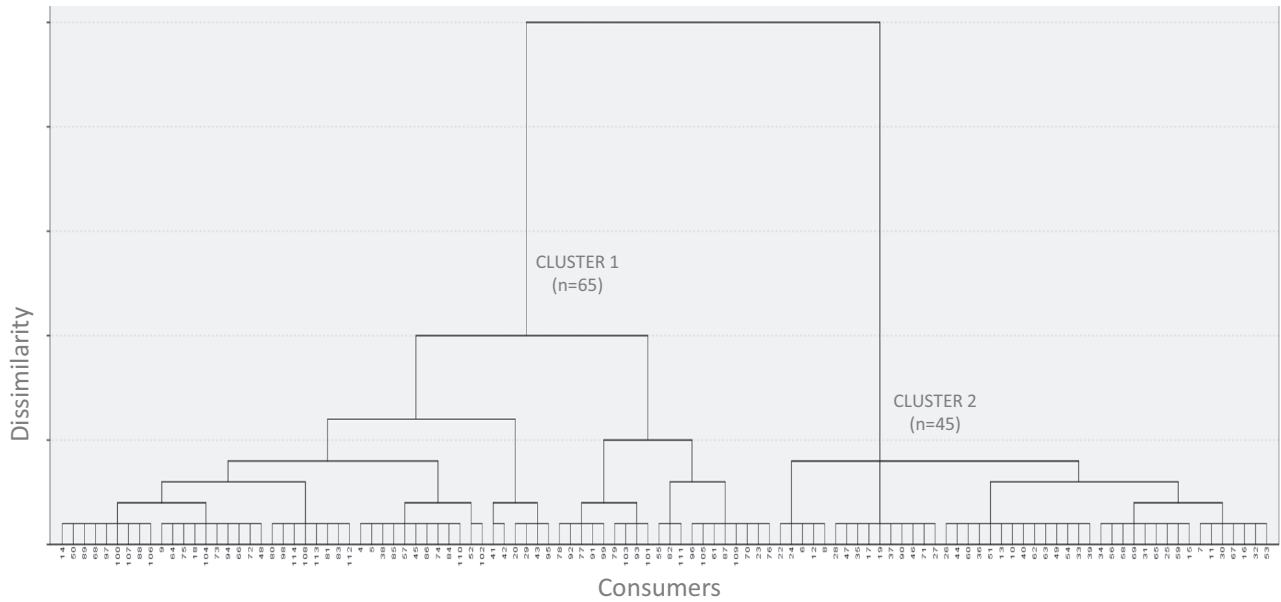


Figure 3. Comparison of frequency mentioned attributes by CATA in each sample of *fuet* between conditions (blind and informed).

Attributes with asterisk (\*) presented differences ( $p \leq .05$ ) between treatments. Sample code: F1 (control): 40% pork back-fat; F2: 30% pork back-fat + 10% texturized pea protein; F3: 25% pork back-fat + 15% texturized pea protein; F4: 20% pork back-fat + 20% texturized pea protein.

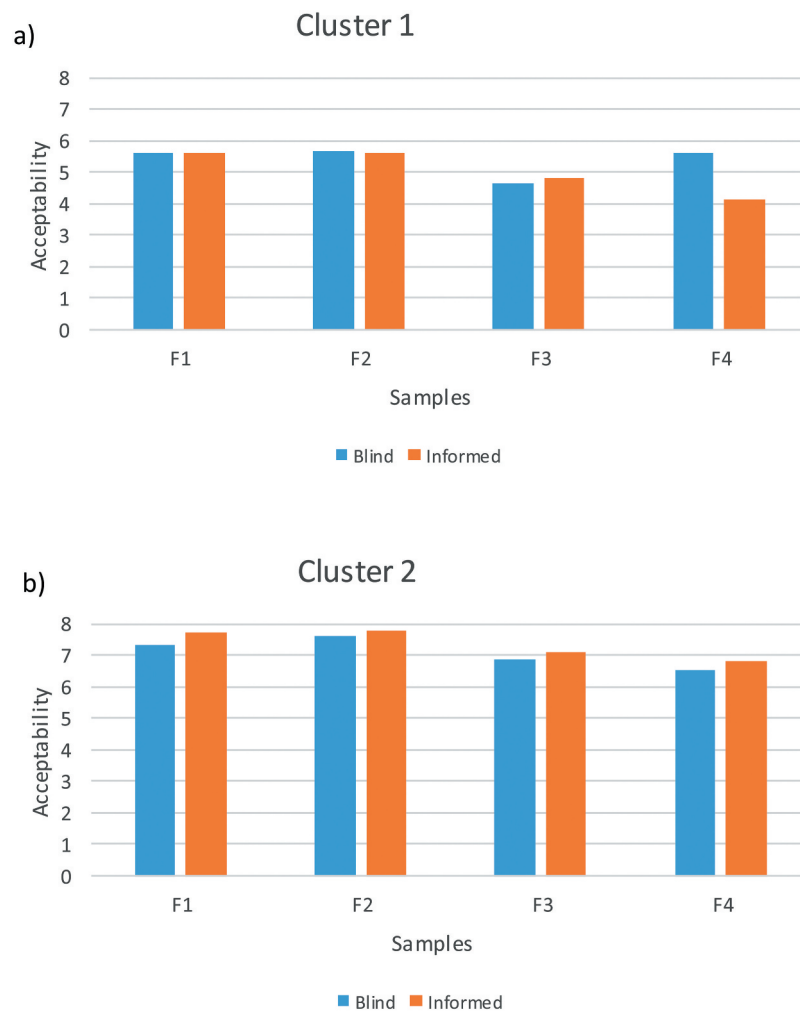
Figura 3. Comparación de los atributos de frecuencia mencionados por CATA en cada muestra de *fuet* entre condiciones (a ciegas e informado).

Atributos con asterisco (\*) presentan diferencias ( $p \leq .05$ ) entre tratamientos. Código de muestra: F1 (control): 40% grasa de cerdo; F2: 30% grasa de cerdo + 10% proteína de guisante texturizada; F3: 25% grasa de cerdo + 15% proteína de guisante texturizada; F4: 20% grasa de cerdo + 20% proteína de guisante texturizada.



**Figure 4.** Consumer segmentation. Dendrogram obtained from the hierarchical cluster analysis of acceptability data.

**Figura 4.** Segmentación de los consumidores. Dendrograma obtenido del análisis de agrupamiento jerárquico de aceptabilidad.



**Figure 5.** Variation in *fuet* acceptability values for each group of consumers, (a) cluster 1 and (b) cluster 2.

Sample code: F1 (control): 40% pork back-fat; F2: 30% pork back-fat + 10% texturized pea protein; F3: 25% pork back-fat + 15% texturized pea protein; F4: 20% pork back-fat + 20% texturized pea protein.

**Figura 5.** Variación en la aceptabilidad de *fuet* para cada grupo de consumidores, (a) grupo 1 y (b) grupo 2.

Código de muestra: F1 (control): 40% grasa de cerdo; F2: 30% grasa de cerdo + 10% proteína de guisante texturizada; F3: 25% grasa de cerdo + 15% proteína de guisante texturizada; F4: 20% grasa de cerdo + 20% proteína de guisante texturizada.

consumers were segmented according to their *fuet* acceptability scores, and two groups of consumers were identified: cluster 1 composed by 65 participants and cluster 2 by 45 participants (Figure 4). Only the influence of *fuet* frequency of consumption (regular consumers and occasionally consumers) explains differences on acceptability data from both clusters.

Consumers in cluster 1, which was the largest group of participants, was formed mainly for occasionally consumers of *fuet* (monthly consumption or <2 times per week) who gave low scores to samples, ranging under blind condition from 4.74 to 5.7 and under informed condition from 4.14 to 5.64 (Figure 5(a)). Still, if they did not like very much *fuet* samples, the differences in acceptability for this cluster followed the same trend as cluster 2, formed by consumers who consumed *fuet* regularly (daily consumption or >3 times per week); their mean scores under the blind condition are from 6.53 to 7.6 and under informed condition from 6.85 to 7.75 (Figure 5(b)). Thus, regular consumers of *fuet* award significantly higher acceptability values to all samples. Duffy and Bartoshuk obtained similar results, concluding that differences in acceptability responses were not only because of sensory attributes of samples but also to other consumer characteristics, such as consumer habits and individual preferences (Duffy & Bartoshuk, 2000). This would confirm that habitual consumption of food increases its acceptability. Luckow & Delahunty observed a significant increase in the acceptability of a series of probiotic beverages after they were consumed daily for a week (Luckow & Delahunty, 2004), while Stein et al. found a positive correlation between familiarity and the level of liking in a study on the acceptance of bitter beverages (Stein et al., 2003).

No differences are identified when evaluating CATA attributes for both clusters. Therefore, when the consumer has the labelling information of the ingredients and its nutritional profile, the frequency of consumption of *fuet* did not explain differences of sensory attributes from cluster 1 and 2.

According to these results, we conclude that segmentation gives additional information, not evident in the global results, however in this case, confirms that reducing fat content and increasing the percentage of TPP, samples are less acceptable for all consumers.

## Conclusions

The texturized pea protein evaluated in the present study was technologically feasible to obtain a nutritional improvement, reducing energy level and fat content of fermented dry sausages with a reduced fat content. Formulations F2, F3 and F4 with 10%, 15% and 20% of texturized pea protein respectively, and a replacement of 25%, 37.5% and 50% of pork back-fat, obtained significantly reduced energy levels and total fat decrease. Despite this result, further work should be carried out in order to obtain a significant fat reduction on F2, especially given the good sensorial results obtained by the pea protein.

When comparing conditions, samples informed liking scores showed no significant difference from the blind ones, indicating that information did not affect acceptability. Hence, we can conclude that information in this product has less influence than the sensory properties.

When evaluating CATA attributes, results show that the content of fat amount it's a determinant parameter when

reformulating *fuet*s, because clearly affect the acceptability of the product, both in blind and under informed conditions.

When evaluating the effect of information, labelling has an impact especially for those attributes mainly related with the texture and fat content, despite information given, had no effect on acceptability.

These results confirm the importance of studying the effect of nutritional improvements on product acceptability to understand consumer responses to a new product feature that also will be declared on the labelling.

## Acknowledgments

This research was conducted with the support of Industrial Doctorate by the Government of Catalonia with support from The Agency for Management of University and Research Grants (AGAUR) with the agreement 2017 D1039. Moreover, a special acknowledgement to Splendid Foods, S.A. must be made.

## Disclosure statement

No potential conflict of interest has been reported by the author(s).

## Funding

This work was supported by the Industrial Doctorate by the Government of Catalonia with support from The Agency for Management of University and Research Grants (AGAUR) [2017 D1039].

## References

- Akesowan, A. (2008). Effect of soy protein isolate on quality of light pork sausages containing konjac flour. *African Journal of Biotechnology*, 7 (24), 4586–4590.
- Alejandre, M., Passarini, D., Astiasarán, I., & Ansorena, D. (2017). The effect of low-fat beef patties formulated with a low-energy fat analogue enriched in long-chain polyunsaturated fatty acids on lipid oxidation and sensory attributes. *Meat Science*, 134, 7–13. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.07.009>
- AOAC International. (1997). Official methods of analysis. In *Official methods of analysis* (16th ed.).
- Arntfield, S. D., & Maskus, H. D. (2011). Peas and other legume proteins. In *Handbook of food proteins* (pp. 233–266). Woodhead Publishing.
- Bloukas, J. G., Paneras, E. D., & Fournitzis, G. C. (1997). Effect of replacing pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. *Meat Science*, 45(2), 133–144. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(96\)00113-1](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(96)00113-1)
- Deliza, R., Serna Saldívar, S. O., Germani, R., Benassi, V. T., & Cabral, L. C. (2002). The effects of colored textured soybean protein (TSP) on sensory and physical attributes of ground beef patties. *Journal of Sensory Studies*, 17 (2), 121–132. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2002.tb00337.x>
- Duffy, V. B., & Bartoshuk, L. M. (2000). Food acceptance and genetic variation in taste. *Journal of the American Dietetic Association*, 100(6), 647–655. [https://doi.org/10.1016/S0002-8223\(00\)00191-7](https://doi.org/10.1016/S0002-8223(00)00191-7)
- EFSA. (2017). Dietary reference values for nutrients summary report. *EFSA Supporting Publications*, 14(12), 15. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2017.e15121>
- Fernández-Diez, A., Caro, I., Castro, A., Salvá, B. K., Ramos, D. D., & Mateo, J. (2016). Partial fat replacement by boiled quinoa on the quality characteristics of a dry-cured sausage. *Journal of Food Science*, 81(8), C1891–C1898. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13393>
- Hellemann, U., Tuorila, H., Lampi, A.-M., & Matuszewska, I. (1990). Hedonic responses and attitudes related to fats used as spreads on bread. *Food Quality and Preference*, 2(1), 29–38. [https://doi.org/10.1016/0950-3293\(90\)90028-5](https://doi.org/10.1016/0950-3293(90)90028-5)
- Hidayat, B. T., Wea, A., & Andriati, N. (2017). Physicochemical, sensory attributes and protein profile by SDS-PAGE of beef sausage substituted with texturized vegetable protein. *Food Research*, 2(1), 20–31. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.2\(1\).106](https://doi.org/10.26656/fr.2017.2(1).106)

- Instituto Español de Normalización. (1984). UNE 34 199-84: Azúcar Determinación de azúcares reductores expresados en azúcar invertido o en D-glucosa (Método de Luff - Schoorl). IRANOR.
- Jiménez Colmenero, F. (2000). Relevant factors in strategies for fat reduction in meat products. *Trends in Food Science & Technology*, 11(2), 56–66. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(00\)00042-X](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(00)00042-X)
- Johansen, S. B., Næs, T., Øyaas, J., & Hersleth, M. (2010). Acceptance of calorie-reduced yoghurt: Effects of sensory characteristics and product information. *Food Quality and Preference*, 21(1), 13–21. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2009.07.003>
- Jones, O. G. (2016). Recent advances in the functionality of non-animal-sourced proteins contributing to their use in meat analogs. *Current Opinion in Food Science*, 7, 7–13. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2015.08.002>
- Jorge, É. D. C., Mendes, A. C. G., Auriema, B. E., Cazedey, H. P., Fontes, P. R., Ramos, A. D. L. S., & Ramos, E. M. (2015). Application of a check-all-that-apply question for evaluating and characterizing meat products. *Meat Science*, 100, 124–133. <https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2014.10.002>
- Kähkönen, P., Tuorila, H., & Rita, H. (1996). How information enhances acceptability of a low-fat spread. *Food Quality and Preference*, 7(2), 87–94. [https://doi.org/10.1016/0950-3293\(95\)00040-2](https://doi.org/10.1016/0950-3293(95)00040-2)
- Kassama, L. S., Ngadi, M. O., & Raghavan, G. S. V. (2003). Structural and instrumental textural properties of meat patties containing soy protein. *International Journal of Food Properties*, 6(3), 519–529. <https://doi.org/10.1081/JFP-120021456>
- Khajavi, M. Z., Abhari, K., & Hosseini, F. B. (2020). Functional meat products: The new consumer's demand. *Current nutrition & food science*, 16(3), 260–267. <https://doi.org/10.2174/1573401315666190227161051>
- Kloss, L., Meyer, J. D., Graeve, L., & Vetter, W. (2015). Sodium intake and its reduction by food reformulation in the European Union — A review. *NFS Journal*, 1, 9–19. <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2015.03.001>
- Lorenzo, J. M., Munekata, P. E. S., Pateiro, M., Campagnol, P. C. B., & Domínguez, R. (2016). Healthy Spanish salchichón enriched with encapsulated n – 3 long chain fatty acids in konjac glucomannan matrix. *Food Research International*, 89(1), 289–295. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.08.012>
- Luckow, T., & Delahunty, C. (2004). Which juice is 'healthier'? A consumer study of probiotic non-dairy juice drinks. *Food Quality and Preference*, 15(7–8), 751–759. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2003.12.007>
- Macfie, H. J., Bratchell, N., Greenhoff, K., & Vallis, L. V. (1989). Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. *Journal of Sensory Studies*, 4(2), 129–148. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.1989.tb00463.x>
- Mendoza, E., García, M. L., Casas, C., & Selgas, M. D. (2001). Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages. *Meat Science*, 57(4), 387–393. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(00\)00116-9](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00116-9)
- Muguerza, E. (2003). Effect of fat level and partial replacement of pork backfat with olive oil on the lipid oxidation and volatile compounds of greek dry fermented sausages. *Journal of Food Science*, 68(4), 1531–1536. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb09679.x>
- Omwamba, M. (2014). Effect of texturized soy protein on quality characteristics of beef samosas. *International Journal of Food Studies*, 3(1), 74–81. <https://doi.org/10.7455/ijfs/3.1.2014.a7>
- Owusu-Ansah, Y. J., & Mc Curdy, S. M. (1991). Pea proteins: A review of chemistry, technology of production, and utilization. *Food Reviews International*, 7(1), 103–134. <https://doi.org/10.1080/87559129109540903>
- Perera, C., & America, R. (2011). Evaluation of meat analogues made with Texturized Pea Protein for their functionality and applications in nutritionally improved meatless formula. In *Technical presentation from Roquette to Institute of Food Technologists Conference*.
- Pollonio, M. (2015). Check all that apply and free listing to describe the sensory characteristics of low sodium dry fermented sausages: Comparison with trained panel. *Food Research International*, 76(3), 725–734. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.06.035>
- Rao, L. O., Draughon, F. A., & Melton, C. C. (1984). Sensory characters of thuringer sausage extended with textured soy protein. *Journal of Food Science*, 49(2), 334–336. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1984.tb12415.x>
- Roininen, K., Lähteenmäki, L., & Tuorila, H. (1999). Quantification of consumer attitudes to health and hedonic characteristics of foods. *Appetite*, 33(1), 71–88. <https://doi.org/10.1006/appe.1999.0232>
- Ruiz-Capillas, C., Triki, M., Herrero, A. M., Rodríguez-Salas, L., & Jiménez-Colmenero, F. (2012). Konjac gel as pork backfat replacer in dry fermented sausages: Processing and quality characteristics. *Meat Science*, 92(2), 144–150. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.04.028>
- Ruusunen, M. (2005). Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science*, 70(3), 531–541. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.07.016>
- Sampaio, G. R., Castellucci, C. M. N., Pinto E Silva, M. E. M., & Torres, E. A. F. S. (2004). Effect of fat replacers on the nutritive value and acceptability of beef frankfurters. *Journal of Food Composition and Analysis*, 17(3–4), 469–474. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2004.03.016>
- Solheim, R., & Lawless, H. T. (1996). Consumer purchase probability affected by attitude towards low-fat foods, liking, private body consciousness and information on fat and price. *Food Quality and Preference*, 7(2), 137–143. [https://doi.org/10.1016/0950-3293\(95\)00045-3](https://doi.org/10.1016/0950-3293(95)00045-3)
- Stein, L. J., Nagai, H., Nakagawa, M., & Beauchamp, G. K. (2003). Effects of repeated exposure and health-related information on hedonic evaluation and acceptance of a bitter beverage. *Appetite*, 40(2), 119–129. [https://doi.org/10.1016/S0195-6663\(02\)00173-3](https://doi.org/10.1016/S0195-6663(02)00173-3)
- Tuorila, H. (1987). Selection of milks with varying fat contents and related overall liking, attitudes, norms and intentions. *Appetite*, 8(1), 1–14. [https://doi.org/10.1016/S0195-6663\(87\)80022-3](https://doi.org/10.1016/S0195-6663(87)80022-3)
- Villegas, B., Carbonell, I., & Costell, E. (2008). Effects of product information and consumer attitudes on responses to milk and soybean vanilla beverages. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(14), 2426–2434. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3347>
- WHO. (2007). *WHO European Action plan for food and nutrition Policy 2007-2012*.
- Wirth, F. (1988). Technologies for making fat-reduce meat products. What possibilities are there? *Fleischwirtschaft*, 68(9), 1153–1156.
- Zarkin, G. A., & Anderson, D. W. (1992). Consumer and producer responses to nutrition label changes. *American Journal of Agricultural Economics*, 74(5), 1202. <https://doi.org/10.2307/1242786>