

**CAPÍTOL 1. NIVELLS D'ANDROSTENONA I ESCATOL SEGONS
ELS PAÏSOS PARTICIPANTS I RÈPLIQUES.
CARACTERÍSTIQUES DE LES MOSTRES UTILITZADES EN
L'ANÀLISI SENSORIAL**

1.1. Principis de l'estudi de recerca realitzat a 7 països de la Unió Europea

A nivell europeu es va dur a terme l'estudi anomenat "Racionalització i harmonització del mercat porcí europeu, respecte a la producció de mascles enters, cap a una millora en el coneixement dels compostos responsables de l'olor sexual" (contracte AIR3-PL94-2482). Els països participants van ser el Regne Unit, Dinamarca, França, Suècia, Holanda, Espanya i Alemanya. El principal objectiu era establir les relacions entre les respostes sensorials, obtingudes mitjançant panel de degustació entrenat i estudi de consumidors, i els nivells analítics d'androstenona i escatol, per tal d'avançar en el coneixement d'un dels principals problemes de qualitat sensorial en la carn de porc procedent de mascles enters: l'olor sexual. L'estudi sensorial es va dur a terme als 7 països europeus participants per tal de tenir en compte les possibles diferències de percepció de l'olor sexual entre països (Bonneau *et al.*, 2000).

En la selecció de les mostres es van tenir en compte els següents aspectes:

- Les primeres mesures d'escatol per mètodes ràpids de les mostres de greix procedents de tots els països es van dur a terme en un sol laboratori. En el cas de les mesures d'androstenona per mètodes ràpids, es va fer el mateix, tot i que en un laboratori diferent a l'anterior.
- Es van comprovar els mètodes ràpids d'anàlisi amb mètodes normalitzats de laboratori.
- Es van utilitzar les mostres procedents dels mateixos lloms per a l'estudi de consumidors i per al panel entrenat de cada país.

L'entrenament, selecció i preparació de les mostres del panel entrenat es va fer utilitzant procediments estandarditzats.

L'estudi de consumidors estava dissenyat per tal de minimitzar les diferències en la metodologia de preparació, presentació i valoració de les mostres de carn.

1.2. Participants i organització

L'activitat de recerca es va organitzar en diferents tasques que es van distribuir entre els 11 ens dels 7 països europeus. Per a França hi van participar 3 centres, per a Alemanya i Holanda 2 i, per a la resta de països, Regne Unit, Dinamarca, Suècia i Espanya un sol centre. En la **Taula III 1** es detalla la distribució de l'activitat de recerca en les diferents organitzacions participants de cada país.

Taula III 1: Distribució de les tasques entre les organitzacions participants (Bonneau *et al.*, 2000 modificada).

Participants	Tasques						
	Coordi-nació global	Producció de porcs i mostreig	Mesures d'androst. i escatol	Selecció mostres aval. sensorial	Avaluació panel entrenat	Estudi consum.	Sensibilitat consum.
Danish Meat Research Institute, <i>Dinamarca</i>		X	X ¹		X	X	
Centre Technique de la Salaison, de la Charcuterie et des Conserves, <i>França</i>					X	X	
Station de Recherches Porcines, INRA, <i>França</i>	X			X			
Institut Technique du Porc, <i>França</i>		X					
Bundesanstalt für Fleischforschung, <i>Alemanya</i>					X	X	X
Universität Hohenheim, <i>Alemanya</i>			X ²				
Meat and Livestock Commission, <i>Regne Unit</i>		X			X	X	
Centre de Tecnologia de la Carn, IRTA, <i>Espanya</i>		X			X	X	X
Swedish Meat Research Institute, <i>Suècia</i>		X			X	X	
Institute for Animal Science and Health, ID-DLO, <i>Holanda</i>		X	X ³		X		
Oliemans Punter & Partners, <i>Holanda</i>						X	

¹ Escatol mètode ràpid. ² Mesures de laboratori d'androstenona i escatol. ³ Androstenona (androst.) mètodes ràpids.

1.3. Selecció dels animals

1.3.1. Quantitat i tipus d'animals seleccionats

Es van seleccionar un total de 4536 canals, 4313 de les quals procedien de mascles enters i 223 de femelles, usades com a control, procedents de 6 països europeus (Regne Unit, Dinamarca, França, Suècia, Holanda i Espanya) en dues rèpliques (**Taula III 2**). Les canals de la primera rèplica procedien d'animals sacrificats a l'estiu, des de principis de juny fins a mitjans de juliol del 1995 i les de la segona rèplica a l'hivern, durant el mes de desembre de 1995 i la primera quinzena del mes de gener de 1996. En el nostre país les canals provenien d'un escorxador situat a la província de Girona que té una matança setmanal aproximada de 20000 animals. La totalitat dels animals provenien de 182 productors diferents a la primera rèplica i de 173 a la segona, ja que així eren representatius de varis genotips i sistemes de producció i procedien, a excepció de França i Suècia, de la producció regular de cada país.

Taula III 2: Animals seleccionats per país i rèplica (1a rèplica: porcs sacrificats a l'estiu i 2a rèplica: sacrificats a l'hivern).

	1a rèplica		2a rèplica		Total	
	Mascles	Femelles	Mascles	Femelles	Mascles	Femelles
Regne Unit	400	20	400	20	800	40
Dinamarca	400	21	400	20	800	41
França	407	21	400	20	807	41
Suècia	233	13	248	15	481	28
Holanda	242	11	400	20	642	31
Espanya	402	20	381	22	783	42
TOTAL	2084	106	2229	117	4313	223

1.3.2. Criteris de selecció de les canals

S'escolliren canals que entraven dins l'interval normal de producció. Es van refusar les canals que presentaven característiques PSE o DFD seguint el següent criteri: per a evitar la presència de carns PSE es van excloure carns amb un valor de conductivitat elèctrica mesurada amb el *Quality Meter* 2 h després del sacrifici superior a 5 μ S i, per

evitar la presència de carns DFD, es van excloure les canals amb un valor de pH final al llom (mesurat 24 h després del sacrifici) superior a 6.0 (Oliver *et al.*, 1991).

Els pesos de les canals dels animals seleccionats havien de ser representatius de cada país, de manera que fossin semblants al pes mitjà normal del mercat nacional. Per a cada canal es van recollir les dades del pes de la canal i del percentatge de magre. El pes de la canal calenta està definit per la Unió Europea (Regulacions de la U.E. núm. 3220/84 i 3513/93), de manera que inclou el cap i els peus, però exclou el greix pèlvico-renal, ronyons i diafragma. En els països en què la definició de pes de la canal era diferent a la donada per la U.E., entre els quals no s'hi trobava l'estat espanyol, es va aplicar una correcció. El percentatge de magre es va calcular mitjançant una sonda automàtica de classificació de canals (Regulacions de la U.E. núm. 2967/85 i 3127/94).

1.4. Obtenció de les mostres

Dels animals seleccionats es van obtenir les següents mostres:

De la regió del coll de cada mitja canal esquerra s'agafaven diverses mostres de greix subcutani, d'un pes aproximat de 10 g. Aquestes mostres estaven formades per tot el gruix de greix subcutani, incloent la pell i totes les capes de greix. Les mostres, el mateix dia de la recol·lecció, es van envasar al buit i congelar a -20°C fins a ser analitzades. Cada país va enviar mostres de greix al *DLO-Institute for Animal Science and Health (ID-DLO, Holanda)* on es va analitzar l'androgenona i al *Danish Meat Research Institute (Dinamarca)* on es va determinar el contingut d'escatol. Aquestes anàlisis es van fer mitjançant sistemes ràpids de mesura, tal i com es detallarà més endavant.

De cada mitja canal (dreta i esquerra) es va extreure el llom desossat, mantenint la pell i el greix subcutani. El llom extret tenia una llargada de 54 cm, començant des de 32 cm per sobre i fins a 22 cm per sota de l'última costella. Així, tal com s'il·lustra en la **Figura III 1**, el llom es va tallar en dos trossos de 11 cm de llarg per sota de la darrera costella (usats un per a l'avaluació d'olor i l'altre per a la de flavor en l'anàlisi sensorial analítica o panel de degustadors) i dos de 16 cm per sobre de la darrera costella (usats ambdós en l'estudi de consumidors). Les peces, degudament identificades i envasades al buit, es van emmagatzemar a 4°C durant 3 dies i seguidament es van congelar a -20°C fins a ser usades.

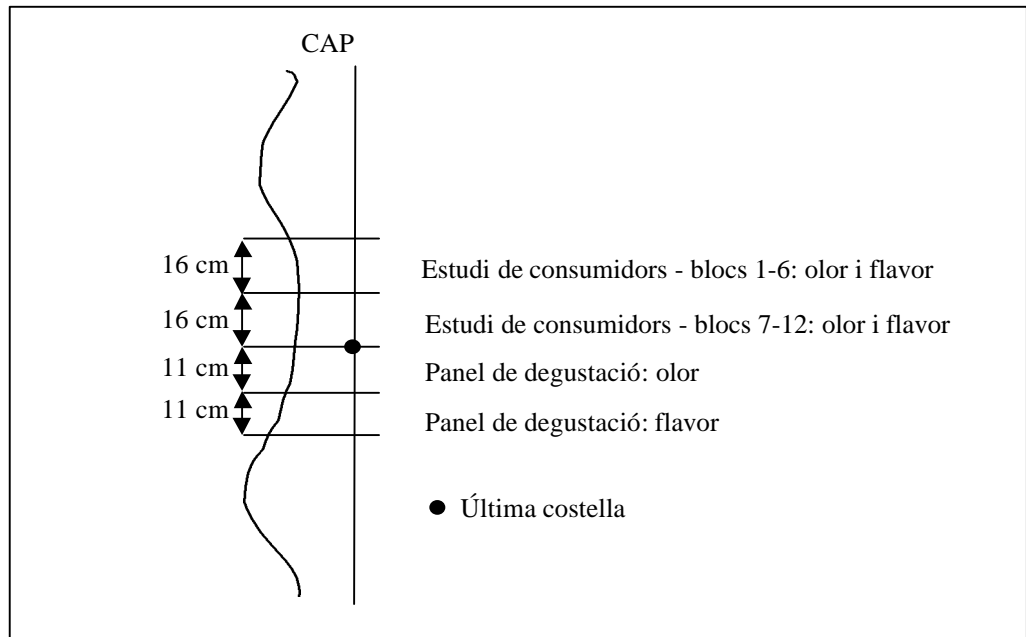


Figura III 1: Esquema de l'obtenció de les mostres de llom a partir de la mitja canal de l'animal.

1.5. Mètodes d'anàlisi dels nivells d'androstenona i escatol

De totes les mostres de greix procedents de les canals seleccionades pels països participants es va analitzar, per mètodes ràpids, el contingut d'androstenona i d'escatol. Els mètodes usats van ser el kit comercial (Riedel-deHaen, Seelze, Alemanya) basat en el mètode d'immunoassaig ELISA (Claus *et al.*, 1997a) per a l'androstenona i un mètode colorimètric (Mortesen i Sørensen, 1984; Hansen-Møller i Andersen, 1994) per a l'escatol.

A partir d'aquests resultats es van seleccionar els lloms que s'utilitzarien posteriorment en l'anàlisi sensorial (estudi de consumidors i anàlisi sensorial analítica o panel de degustadors) segons es detallarà més endavant. De les mostres de greix dels lloms seleccionats, a la Universitat d'Hohenheim (Alemanya) van analitzar per duplicat el contingut d'androstenona i escatol mitjançant mètodes validats per la seva precisió, sensibilitat i repetibilitat (Claus *et al.*, 1997a i b). Aquests mètodes van ser l'ELISA i l'HPLC per quantificació fluoromètrica (Oehrle, 1977 i Hansen-Møller, 1994) per a l'androstenona i l'HPLC per detecció fluorescent per a l'escatol (Dehnhard *et al.*, 1993).

1.6. Selecció dels lloms per a l'avaluació sensorial

En base als mètodes ràpids d'escatol i d'androstenona, de totes les canals mostrejades inicialment, es van seleccionar un total de 420 animals (240 per rèplica) dels quals es varen obtenir 840 lloms, per tal de dur a terme l'anàlisi sensorial analítica i l'estudi de consumidors. D'aquests animals 42 eren femelles (21 per rèplica), amb nivells d'androstenona i escatol menors a 0.09 i 0.15 µg/g respectivament i, els 378 restants (189 per rèplica) eren mascles. Les mostres amb valors extremadament alts d'escatol (>1 µg/g; 0.5% dels mascles enters) i d'androstenona (>7 µg/g; 0.6% dels mascles enters) es van excloure degut a què els mètodes de mesura, quan les quantitats són tan elevades, no són fiables i, també, perquè la inclusió d'aquestes mostres dificultaria poder balancejar els nivells d'androstenona entre les diferents categories d'escatol i els països d'avaluació. Els mascles es van seleccionar inicialment per tal d'omplir les 9 cèl·lules resultants de la combinació entre tres categories d'androstenona (baixa, mitjana i alta) i 3 d'escatol (baixa, mitjana i alta), tal com es presenta en la **Taula III 3**. Els nivells de separació de cada categoria van ser 0.10 i 0.22 µg/g per a l'escatol i 0.50 i 1.00 µg/g per a l'androstenona que són nivells utilitzats en diferents estudis (Desmoulin *et al.*, 1982; Punter i Van Gemert, 1984 i Lundström *et al.*, 1985). Els lloms es van repartir de manera que es minimitzessin, per a cada cèl·lula, les diferències entre països pel que fa als nivells d'androstenona i escatol o sigui, que els nivells mitjans d'ambdues substàncies per a cada cèl·lula fossin similars entre països.

Les mostres no seleccionades, de les que es coneixien els nivells d'escatol i androstenona, es van usar per a l'entrenament dels degustadors. Les mostres seleccionades, en canvi, es van enviar congelades a França on el coordinador del projecte les va recodificar (número de 4 dígit) i distribuir als diferents països participants omplint les diferents cèl·lules, per tal que les persones encarregades de l'anàlisi sensorial analítica i de l'estudi de consumidors no tinguessin informació de l'origen d'aquestes ni dels nivells d'escatol i androstenona. Els degustadors i consumidors d'un mateix país avaluaven els mateixos lloms. Els dos lloms d'un mateix animal (un de cada mitja canal) foren avaluats per consumidors o degustadors de diferents països. Per tant, cada canal va ser avaluada sensorialment per dos països.

En la **Figura III 2** s'esquematitza tot el procés d'obtenció dels lloms per a l'anàlisi sensorial posterior, des de la primera selecció de les canals fins a la recepció dels lloms per cada un dels 7 països participants.

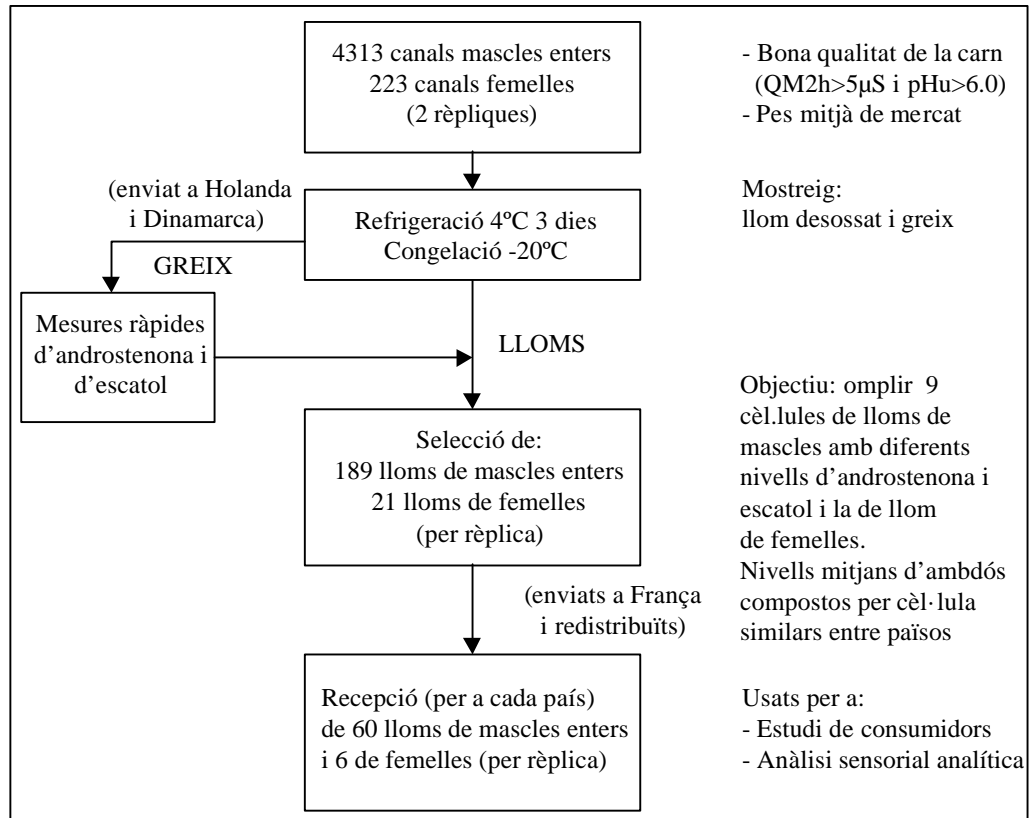


Figura III 2: Procediment de selecció de les canals per a obtenir els llocs utilitzats en l'anàlisi sensorial.

Ja que la classificació de les mostres es basava en els mètodes ràpids de laboratori, es van comprovar aquests reanalitzant els continguts d'androgenona segons el mètode ELISA i HPLC per quantificació fluoromètrica, i els nivells d'escatol per HPLC per fluorescència en les mostres de greix procedents de les canals seleccionades per a l'anàlisi sensorial. A partir d'aquí es va observar que, mentre les mesures ràpides d'escatol van ser molt poc desviades respecte les de laboratori, en les mesures ràpides d'androgenona, especialment a la segona rèplica, s'havien sobreestimat els resultats. Per això, es va optar per utilitzar per a les anàlisis posteriors els valors d'escatol obtinguts per les mesures ràpides i els valors d'androgenona obtinguts mitjançant el mètode de laboratori ELISA (Bonneau *et al.*, 2000), ja que l'HPLC era més sensible i favorable per a concentracions d'androgenona més elevades (Claus *et al.*, 1997b). Degut a la sobreestimació de les mesures ràpides d'androgenona, la classificació inicial de les mostres usades per a l'anàlisi sensorial en cèl·lules (Taula III 3) va canviar i va deixar de ser balancejada quedant tal com es detalla en la Taula III 4.

S'observa que hi hagué un augment de les mostres amb nivells baixos d'androstenona, disminuint les que tenien continguts mitjans i alts d'aquesta substància.

Taula III 3: Disseny del nombre de mostres seleccionades en l'estudi de consumidors i el panel entrenat (ambdues rèpliques juntes) per al nostre país i per a tots els països participants en global (valors entre parèntesi) segons nivells d'escatol i androstenona mesurats per mètodes ràpids.

<i>MASCLES ENTERS</i>	<i>Androstenona (µg/g)</i>		
	<i>Baix (<0.50)</i>	<i>Mitjà (0.50 a 0.99)</i>	<i>Alt (>0.99)</i>
<i>Escatol (µg/g)</i>			
Baix (<0.10)	12(84)	12(84)	12(84)
Mitjà (0.10 a 0.21)	12(84)	12(84)	12(84)
Alt (>0.21)	12(84)	12(84)	12(84)
<i>FEMELLES</i>		12(84)	

Taula III 4: Nombre de mostres seleccionades utilitzades en l'estudi de consumidors i el panel entrenat (ambdues rèpliques juntes) per al nostre país i per a tots els països participants en global (valors entre parèntesi) segons nivells d'escatol (mètode ràpid de mesura) i androstenona (mètode de laboratori ELISA).

<i>MASCLES ENTERS</i>	<i>Androstenona (µg/g)</i>		
	<i>Baix (<0.50)</i>	<i>Mitjà (0.50 a 0.99)</i>	<i>Alt (>0.99)</i>
<i>Escatol (µg/g)</i>			
Baix (<0.10)	21(122)	6(70)	9(60)
Mitjà (0.10 a 0.21)	20(128)	7(58)	9(66)
Alt (>0.21)	21(128)	5(50)	10(70)
<i>FEMELLES</i>		12(84)	

1.7. Característiques de les mostres seleccionades per a l'anàlisi sensorial

El contingut mitjà d'escatol (mètodes ràpids) i androstenona (mètode de laboratori ELISA) per cèl·lula, de les mostres de llom que es van utilitzar per a l'anàlisi sensorial en el nostre país i en tots els països en global, juntament amb la codificació de cada cèl·lula va ser el que es representa en la **Taula III 5**.

Taula III 5: Nivells d'androstenona (mesurada per ELISA) i escatol (mesurat pel mètode ràpid) mitjans i definitius per a les diferents cèl·lules utilitzades en l'anàlisi sensorial en el nostre país i en tots els països en global.

Androstenona (A)/ escatol (E)	Androstenona (µg/g)	Escatol (µg/g)	Codi
<i>Estat espanyol</i>			
femelles	0.01	0.08	ff
baix A/baix E	0.29	0.06	bb
baix A/ mitjà E	0.29	0.13	bm
baix A/alt E	0.29	0.36	ba
mitjà A/baix E	0.72	0.07	mb
mitjà A/mitjà E	0.66	0.12	mm
mitjà A/alt E	0.71	0.44	ma
alt A/baix E	2.35	0.06	ab
alt A/mitjà E	1.93	0.13	am
alt A/alt E	2.23	0.33	aa
<i>Països participants</i>			
femelles	0.01	0.07	ff
baix A/baix E	0.29	0.06	bb
baix A/ mitjà E	0.29	0.13	bm
baix A/alt E	0.30	0.36	ba
mitjà A/baix E	0.71	0.07	mb
mitjà A/mitjà E	0.64	0.13	mm
mitjà A/alt E	0.73	0.33	ma
alt A/baix E	1.91	0.07	ab
alt A/mitjà E	1.98	0.14	am
alt A/alt E	2.23	0.41	aa

Androstenona: baix:>0.50, mitjà:0.50-0.99, alt:>0.99 µg/g

Escatol: baix: <0.10, mitjà: 0.10-0.21, alt:>0.21 µg/g

1.8. Anàlisis estadístiques

1.8.1. *Freqüències de distribució*

La freqüència de distribució de l'androgenona i l'escatol va ser esbiaixada ja que hi havia moltes més mostres amb nivells baixos d'aquests compostos i poques amb nivells alts. Degut al biaix va ser necessària una transformació logarítmica (logaritme neperià) de les concentracions. Per evitar els problemes de la concentració zero es va afegir la constant 0.01 a les observacions. Per a il·lustrar el biaix dels nivells d'aquestes substàncies es van fer histogrames amb els valors abans de transformar i un cop transformats logarítmicament.

Per als càlculs posteriors de regressions i anàlisi de variància es van utilitzar els valors transformats.

1.8.2. *Regressió lineal*

Es va utilitzar la regressió lineal per tal de corregir els nivells d'androgenona obtinguts per mètodes ràpids, segons els resultats obtinguts en les mostres seleccionades per a l'avaluació sensorial mitjançant les anàlisis de laboratori ELISA.

1.8.3. *Anàlisi de la variància*

El model d'anàlisi de la variància ajustat a les concentracions d'androgenona i escatol transformades logarítmicament (logaritme neperià) es va utilitzar per a avaluar les diferències entre país de producció i entre rèpliques utilitzant com a covariables el pes de la canal i el percentatge de magre d'aquesta (**Model III 1**). Es va analitzar usant el programa *general linear model* (GLM) del paquet estadístic SAS (SAS, 1988). En els resultats es presenta la mitjana aritmètica de les concentracions d'androgenona i escatol sense transformar amb la significació obtinguda a partir de l'anàlisi d'aquestes concentracions transformades logarítmicament.

Per a determinar la significació entre les diferències es va aplicar el test de Bonferroni.

Model III 1

$$Y_{ijk} = \mu + \text{PAÍS}_i + \text{REPL}_j + (\text{PAÍS} * \text{REPL})_{ij} + b \cdot \text{PES}_{ijk} + c \cdot \text{MAGRE}_{ijk} + e_{ijk}$$

on:

Y_{ijk} : observació ijk

μ : mitjana del model

PAÍS_i : efecte del país de producció. $i= 1,2,\dots,6$

REPL_j : efecte de la rèplica: $j= 1, 2$

$(\text{PAÍS} * \text{REPL})_{ij}$: interacció entre el PAÍS i REPL

PES_{ijk} : pes de la canal individual

MAGRE_{ijk} : percentatge de magre individual

b, c : coeficients de regressió

e_{ijk} : error residual

**CAPÍTOL 2. PANEL DE DEGUSTACIÓ ENTRENAT.
ELABORACIÓ DEL PERFIL DESCRIPTIU I AVALUACIÓ
SENSORIAL DELS LLOMS.**

2.1. Disseny de l'experiment

Es pretenia que 10 degustadors prèviament seleccionats i entrenats avaluessin un total de 60 llocs per rèplica. En cada rèplica el panel efectuava 6 sessions i en cada sessió avaluava un total de 10 mostres, una de cada cèl·lula. L'ordre de presentació de les mostres era diferent per a cada degustador i per a cada sessió de manera que es bloquegés l'efecte de la 1a mostra i de les mostres precedent i posterior (Macfie *et al.*, 1989). Aquest ordre era important sobretot pel que fa a l'androgenona ja que s'ha trobat que té importants efectes d'adaptació (Pierce *et al.*, 1993). Per a les sessions d'olor i flavor l'ordre de presentació de les mostres era el mateix per a cada degustador. En l'Annex II es pot veure un exemple de l'ordre de presentació de les mostres (A, B, C,...) per a cada degustador per a una sessió, essent aquest diferent per a cada sessió. Les mostres es van presentar als degustadors de manera monàdica i deixant 3 minuts entre elles.

Els degustadors van avaluar cada mostra en cabines amb llum vermella, temperatura 18-25°C, bevent aigua envasada i menjant torrades sense gust entre mostres, segons una escala lineal no estructurada de 10 cm de llargada que tenia el punt inicial i final situat a 5 cm dels extrems de la línia.

2.2. Metodologia de preparació de les mostres

Les mostres es van descongelar el dia abans de ser usades mantenint-les 3-4 hores a temperatura ambient (18-25°C) i guardant-les a 4°C tota la nit (14 h aproximadament). La preparació de les mostres seguia un procediment diferent per a l'avaluació de l'olor i del flavor (**Figura III 3**). En l'olor es van tallar els llocs en llesques de 2-3 mm deixant 5 mm de greix subcutani i es van introduir en un tub d'assaig amb tap de rosca de 10 cm de llarg i 2 cm de diàmetre interior. Per al flavor, es van tallar els llocs en llesques de 1.5 cm de gruix que es van polir i s'hi van deixar 5 mm de greix subcutani. Cada una d'aquestes llesques es va tallar en 4 peces de 1.5 cm d'amplada, totes elles amb greix subcutani. Aquests trossos es van col·locar en els mateixos tubs d'assaig que les mostres d'olor. En ambdues proves es varen col·locar els tubs en un forn, preescalfat prèviament a 175°C durant 10 minuts, temps en el qual s'assolia una temperatura interna de 75°C, mesurada amb una sonda termoparell tipus K connectada a un col·lector de dades Data Logger KM1420 (Kane-May Limited, Hertfordshire, Anglaterra). A continuació se servien els tubs als degustadors, de manera que aquests havien d'olorar o tastar les mostres, segons si la prova era d'olor o de flavor, i valorar cada un dels atributs que s'havien definit prèviament.

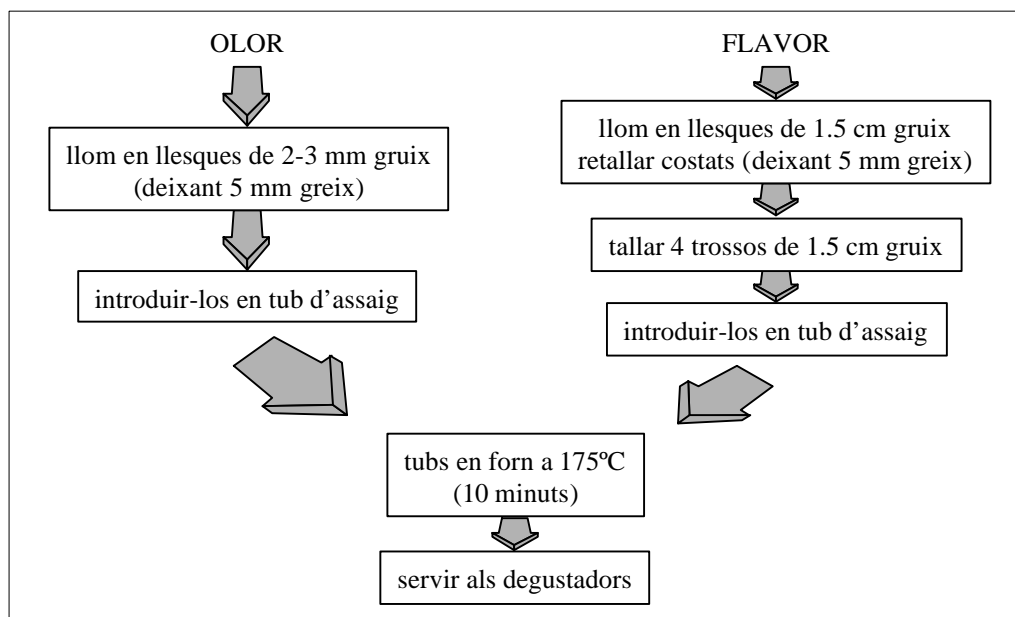


Figura III 3: Procés de preparació dels llocs del múscul *Longissimus thoracis et lumborum* per a l'anàlisi sensorial analítica.

2.3. Selecció i entrenament dels degustadors

Per a la selecció i l'entrenament dels degustadors es van seguir els següents passos, detallats també a Font i Furnols *et al.* (2000). Sobre un total d'aproximadament 150 estudiants de la Universitat de Girona (UdG) es van seleccionar un grup de 65 persones en funció de la seva sensibilitat a l'androstenona. Per això es va efectuar un test d'olfacció directa sobre un vial que contenia cristalls d'androstenona pura (A8008 Sigma-Aldrich). Els candidats que foren sensibles a l'androstenona, identificant la sensació percebuda com a molt desagradable, van omplir un qüestionari similar al proposat per Guerrero (1996a) en el que s'obtenia informació sobre la seva motivació, capacitat de comprensió i descripció, i diferents aspectes relacionats amb la seva salut i habilitat per descriure i entendre atributs sensorials. Aquest qüestionari va permetre eliminar un total de 5 individus que eren clarament inadequats per algun dels motius citats anteriorment.

A continuació es van fer 6 i 4 proves d'aparellament (ISO 5495, 1983) i 8 i 9 proves triangulars (ISO 4120, 1983) per a l'androstenona i l'escatol respectivament. Les concentracions utilitzades que contenien l'androstenona i l'escatol barrejats amb oli de gira-sol 'Borgesol' (que és bastant inodor) van ser les que es detallen a la **Taula III 6**. Les mostres es van olorar a $28 \pm 2^\circ\text{C}$ d'acord amb la normativa de la U.E. (C.E.E.,

1991) usant tubs tancats enlloc de gots foscos normalitzats. Les mostres control contenien només oli de gira-sol. En les proves d'aparellament es van presentar a l'atzar 4 diferents parelles de mostres en cada sessió. Aquestes parelles estaven formades sempre per dues concentracions veïnes (mostra control per a la concentració més baixa). Es van seleccionar els candidats que van respondre correctament a tots els test triangulars i, pel que fa a les proves d'aparellament, els que van ser capaços d'identificar correctament les mostres amb major intensitat almenys en els 3 parells amb elevades concentracions d'androstenona (0.5, 1.0 i 2.0 µg/g) i d'escatol (0.2, 0.5 i 1.0 µg/g). Per a la selecció també es va fer el test del llindar de detecció (C.E.E., 1991). En aquest test només es van utilitzar 5 concentracions diferents (**Taula III 6**) per a cada substància degut a l'elevat nombre de candidats (65).

Taula III 6: Concentracions d'androstenona i escatol en oli de gira-sol refinat usades per a la selecció dels degustadors.

Proves	Androstenona (µg/g)	Escatol (µg/g)
Aparellament	0.2	0.1
	0.5	0.2
	1.0	0.5
	2.0	1.0
Triangular	0.5	0.2
Detecció del llindar	0.1	0.05
	0.3	0.1
	0.5	0.2
	0.7	0.4
	0.9	0.6

A partir d'aquestes proves es van seleccionar els 14 candidats més adequats que van participar en tots els procediments d'entrenament posterior. Les sessions d'entrenament que es van fer es troben detallades a l'Annex III i estan classificades segons si aquestes foren prèvies o posteriors a l'obtenció del perfil.

El nombre de degustadors definitiu va ser de 10 en la primera rèplica i 9 en la segona, alguns dels quals eren diferents, malgrat havien seguit tot l'entrenament.

2.4. Elaboració del perfil descriptiu

♦ *Sessió 1: Generació de descriptors. Taula rodona-discussió.*

La generació dels descriptors es va fer mitjançant el mètode de revisió d'una llista prèvia d'atributs (Checklist; Moskowitz, 1983) permetent l'addició de nous descriptors o atributs. Es va partir d'una llista inicial formada pels descriptors 'porc', 'orina', 'fems', 'estable', 'naftalina', 'pintura', 'terpentina', 'ranci', 'dolç', 'suat', 'químic', 'anormal', 'col' i 'plats/roba bruts'. Es van afegir els atributs 'androstenona' i 'escatol' que eren els que es volien descriure, ja que l'existència de referències químiques permetia una classificació clara de les mostres segons aquests atributs des del punt de vista sensorial, independentment de la seva concentració química. A continuació es van servir als degustadors 5 mostres de llom de porc amb concentracions d'androstenona i escatol conegudes (**Taula III 7**), preparades segons s'ha descrit per a l'avaluació de l'olor (punt 2.2.). Calia determinar quins dels atributs de la llista es detectaven en la carn o si en trobaven algun que no estigués inclòs en aquesta. Seguidament es va fer una taula rodona per posar en comú els atributs trobats per cada degustador, l'absència o la presència d'androstenona i escatol i les seves intensitats, les dificultats que s'havien trobat en la determinació, confusions d'atributs, etc.

Taula III 7: Concentracions d'escatol i androstenona de les mostres de llom utilitzades per l'estudi del perfil descriptiu de l'olor.

Substàncies ($\mu\text{g/g}$)	
Escatol	Androstenona
0.06	0.05
0.07	0.33
0.27	0.47
0.06	5.01
0.26	2.77

- ◆ Sessió 2: *Generació de descriptors. Estudi del perfil descriptiu del flavor. Taula rodona-discussió.*

Es va realitzar el mateix procediment que en la sessió anterior, partint dels mateixos atributs però preparant els lloms segons s'ha descrit per a l'avaluació del flavor. Les mostres utilitzades es detallen en la **Taula III 8**.

Taula III 8: Concentracions d'escatol i androstenona de les mostres de llom utilitzades per a l'estudi del perfil descriptiu del flavor.

Substàncies (µg/g)	
Escatol	Androstenona
0.06	0.00
0.05	0.13
0.09	4.04
0.25	0.49
0.71	4.86

- ◆ Sessions 3 i 4: *Test de quantificació d'atributs d'olor i flavor en mostres de llom. Taula rodona-discussió.*

En aquestes dues sessions es van presentar les mateixes mostres a cada degustador. Aquestes van ser 5 mostres per a la valoració de l'olor i 4 per a la del flavor (**Taula III 9**). Els degustadors havien de valorar, per a cada una de les mostres, els atributs que havien trobat en les sessions anteriors. Cada degustador, per tant, valorava només els atributs o descriptors que ell/a havia escollit, segons una escala lineal no estructurada. Al final es feia una taula rodona en què es discutien els atributs i les dificultats en què s'havien trobat en valorar cada atribut. Finalment, a partir de la discussió establerta en la taula rodona i de l'anàlisi de la consistència en l'ús dels atributs per part dels degustadors, es van escollir els atributs definitius per a olor i flavor que més endavant es van usar en les valoracions de les mostres de llom de porc objecte d'estudi.

Taula III 9: Concentracions ($\mu\text{g/g}$) d'escatol i d'androgenona de les mostres utilitzades en els test de quantificació dels atributs d'olor i flavor de les sessions 3 i 4.

OLOR		Classificació Mostres *	FLAVOR	
Escatol	Androgenona		Escatol	Androgenona
0.08	0.13	bb	0.09	0.15
0.26	0.49	ba	0.49	0.35
0.16	2.10	ab	0.07	1.51
0.93	2.22	aa	1.08	2.74
0.02	0.28	ff		

* xy on x=contingut d'androgenona i y=contingut d'escatol, essent a:alt, b: baix i ff: lloms de femelles.

2.5. Anàlisis estadístiques

2.5.1. Estadística descriptiva

De les dades obtingudes del panel de degustació es va calcular, per a cada degustador i atribut de flavor i d'olor, la mitjana i la desviació (Annex IV) per a conèixer la discrepància entre degustadors en l'ús d'escala, ja sigui pel que fa a la localització mitjana de l'individu dins de l'escala com a l'interval de l'escala usat per cada degustador per a les diferents mostres.

2.5.2. Anàlisi de la variància preliminar

Per a cada degustador i per a cada atribut d'olor i flavor individualment, es va fer l'anàlisi de la variància per tal de veure si hi havia un efecte de la sessió i de la cèl·lula, i obtenir informació sobre cada degustador i atribut (Guerrero i Guàrdia, 1998). L'efecte de la cèl·lula permetia veure si els degustadors van trobar diferències entre les cèl·lules o productes diferents. L'efecte de la sessió indicava la repetibilitat en l'ús de l'escala, malgrat que si aquest era significatiu no era un problema molt important si la distribució i l'ordre entre les mostres d'una sessió a una altra es mantenia constant. Es va utilitzar el programa *General Linear Model* (GLM) del paquet estadístic SAS (SAS, 1988). El model aplicat va ser el **Model III 2**.

Model III 2

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + C_j + e_{ijk}$$

on:

Y_{ijk} : Observació ijk

μ : Mitjana del model

S_i : Efecte de la sessió ($i=1-6$)

C_j : Efecte de la cèl·lula

$j= aa \ ab \ ba \ bb$ (Flavor de l'estudi del perfil descriptiu)

$j= ff \ aa \ ab \ ba \ bb$ (Olor de l'estudi del perfil descriptiu)

$j= aa, ab, am, ma, mb, mm, ba, bb, bm, ff$ (Olor i flavor de l'anàlisi sensorial)

e_{ijk} : Error residual de l'observació ijk

Aquesta anàlisi es va aplicar tant en l'estudi del perfil descriptiu com en l'estudi de les valoracions donades pels degustadors en l'anàlisi sensorial de les mostres objecte d'estudi. En darrer cas, també es van obtenir les mitjanes per mínims quadrats per a poder ordenar les diferents cèl·lules segons la puntuació rebuda per cada degustador i trobar les que presentaven diferències significatives al nivell del 15% (Annex IV).

2.5.3. Anàlisi de la variància encaixada o jerarquitzada

En els resultats del panel de degustació es va fer una anàlisi de variància per a cada atribut. Es va utilitzar el programa *general linear model (GLM)* del paquet estadístic SAS (SAS, 1988). El model utilitzat va ser el **Model III 3**.

Model III 3

$$Y_{ijklm} = \mu + R_i + C_j + S_{ik} + D_{il} + S_{ilk} + (CxS)_{ijk} + (CxD)_{ijl} + e_{ijklm}$$

on:

Y_{ijklm} : Observació ijk

μ : Mitjana del model

R_i : Efecte de la rèplica ($i=1, 2$)

C_j : Efecte de la cèl·lula ($j= 1-10$)

S_{ik} : Efecte de la sessió (S) jerarquitzada dins la R ($k= 1-6$)

D_{il} : Efecte del degustador jerarquitzat dins la R ($l=1-12$)

S_{ilk} : Efecte de la S jerarquitzada dins del degustador

$(CxS)_{ijk}$: Efecte de la interacció entre C i S

$(CxD)_{ijl}$: Efecte de la interacció entre C i D com a terme d'error

e_{ijklm} : error residual de l'observació $ijklm$

Dels 9 degustadors de la 2a rèplica 7 eren els mateixos que en la 1a. En aquest cas es van considerar iguals. De totes maneres es va incloure en el model l'efecte del degustador dins la rèplica per tal de corregir els casos de degustadors diferents segons la rèplica.

La interacció entre rèplica i cèl·lula no va ser significativa ($P < 0.05$), motiu pel qual es va excloure del model.

L'efecte de la cèl·lula jerarquitzada dins la sessió es va desglossar com a efecte cèl·lula més efecte de la interacció entre cèl·lula i sessió (Schlich, 1994) i permet corregir l'efecte de la cèl·lula de manera individual per a cada sessió.

L'efecte de la sessió dins la rèplica permet corregir l'efecte de la sessió individualment per a cada rèplica, per tal de corregir si hi va haver alguna diferència en la preparació de les mostres entre les dues rèpliques.

L'efecte de la sessió jerarquitzada dins del degustador corregia la sessió individualment per a cada degustador.

La interacció entre el degustador i la cèl·lula va ser significativa pel que es va optar per posar-la com a terme d'error (Lea *et al.*, 1997). D'aquesta manera s'usava la suma

de quadrats deguda a la interacció enloc del residu, la qual cosa implicava ser més restrictiu.

2.5.4. Anàlisi Procrustes Generalitzada

Es va aplicar l'APG mitjançant el programa desenvolupat per Schlich (1989) per al SAS (SAS, 1988). Es va aplicar a les 2 rèpliques per separat i conjuntament per als 9 atributs d'olor i 8 de flavor, ja que això ens va permetre poder comparar millor entre atributs segons si eren percebuts pel sentit de l'olfacte o en tastar-los.

Els passos que es van dur a terme abans de fer l'APG definitiva van ser:

1. En un primer moment es va fer l'APG a tots els atributs per a tots els degustadors, de manera que es tenia un perfil igual per a cada degustador (perfil descriptiu convencional), o sigui, cada degustador puntuava el mateix nombre i tipus d'atribut. Aquesta anàlisi es va fer de dues maneres:

- a) considerant totes les mostres provades ($n=60$) individualment.
- b) agrupant les mostres en cèl·lules segons els nivells d'androstenona i escatol.

L'anàlisi es va fer doncs, sobre m matrius X_i , una per a cada degustador i . Cada matriu estava formada per n files, una per a cada producte o cèl·lula i p columnes, una per a cada atribut valorat (**Figura III 4**).

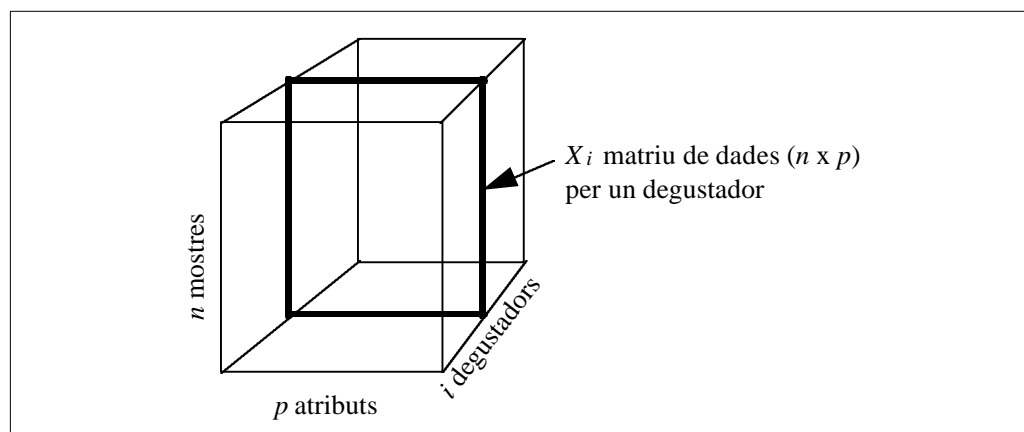


Figura III 4: Representació de l'estructura de les dades d'un perfil convencional: n productes valorats per m degustadors i usant p atributs (Dijksterhuis, 1996).

O sigui, es tindrien les matrius que es detallen en el **Model III 4**.

Model III 4

		1a rèplica	2a rèplica
m matrius X_i	m=	10	9
(n x p)	n=	a) 60 b) 10	a) 60 b) 9
	p=	17	17

Per tal d'eliminar diferències entre animals o mostres i facilitar la interpretació dels resultats es va optar per escollir l'anàlisi feta a partir de les puntuacions mitjanes, per a cada degustador, de les mostres que formen cada una de les cèl·lules (cas b).

Ara bé, l'APG es basa en la teoria que tots els degustadors són capaços de discriminar entre les mostres malgrat que usin diferentment l'escala o interpretin els atributs de manera diferent. Degut a aquest principi, degut als resultats obtinguts en l'anàlisi de la variància preliminar (Annex IV) que s'ha explicat anteriorment i veient els mals resultats obtinguts en l'APG fet (**Model III 4**), es va decidir fer una selecció d'atributs per a cada degustador.

2. Es van seleccionar, per a cada degustador, els atributs pels quals havia estat capaç de discriminar entre cèl·lules segons l'anàlisi de la variància preliminar (**Model III 2**). Es va escollir discriminar amb un nivell de probabilitat de 0.30 (Powers *et al.*, 1984). En altres treballs s'havia usat un nivell de probabilitat més elevat ($P \leq 0.50$; Stone *et al.*, 1974) ja que consideraven que amb aquest ja es contribuï a a la discriminació. Rousset *et al.* (1990), en canvi, van escollir un nivell de probabilitat més estricte, de 0.25 i Guerrero *et al.* (1997), encara més, de 0.15. Un cop feta la selecció es va aplicar l'APG, considerant que cada degustador avaluava els seus propis atributs, o sigui, treballant com un perfil de lliure elecció. En aquests cas doncs, les matrius tenien p_i columnes, segons el degustador (**Figura III 5**). El perfil de lliure elecció assumeix que tots els degustadors troben les mateixes diferències entre mostres o cèl·lules, però les descriuen amb diferent vocabulari.

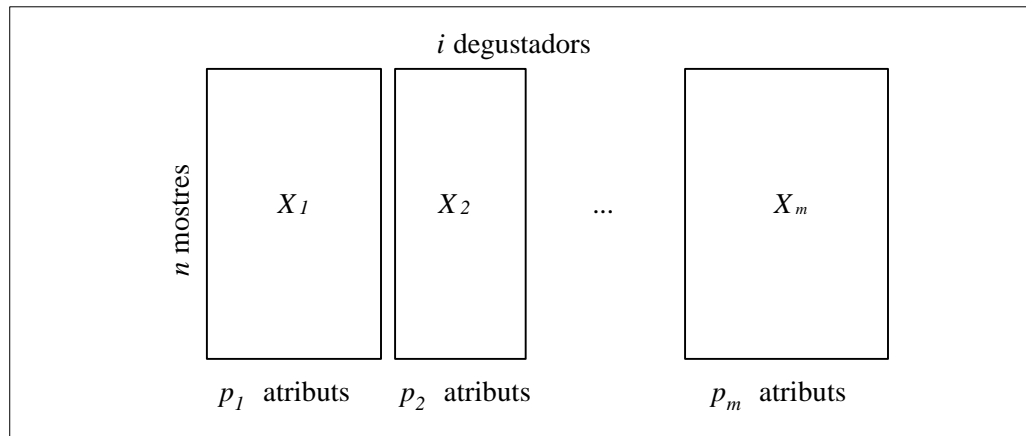


Figura III 5: Representació de l'estructura de les dades d'un perfil de lliure elecció: n mostres avaluades per m degustadors i usant p_i atributs (Dijksterhuis, 1996).

El model aplicat en aquest cas en l'APG va ser el **Model III 5**.

Model III 5

		1a rèplica	2a rèplica
m matrius X_i	m=	10	9
(n x p)	n=	10	9
	p=	Taula III 10	Taula III 11

Taula III 10: Atributs d'olor i de flavor escollits per cada un dels degustadors en la primera rèplica.

Atributs	Degustador (i)										Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>Olor</i>											
androstenona	X	X	X			X			X	X	6
escatol	X		X	X	X			X		X	6
porc	X	X		X							3
orina	X	X	X			X			X	X	6
suor	X	X			X				X	X	5
dolç	X		X			X	X				4
ranci	X									X	2
fems	X				X			X		X	4
anormal	X						X			X	3
<i>Flavor</i>											
androstenona	X		X	X	X			X	X	X	7
escatol	X			X	X		X	X	X		6
porc				X		X		X			3
orina			X	X	X			X	X		5
suor					X		X	X			3
dolç			X	X	X	X		X			5
ranci	X	X			X			X		X	5
anormal	X		X	X	X		X	X		X	7
Total (p_i)	13	5	8	8	10	5	5	10	6	10	80

Taula III 11: Atributs d'olor i de flavor escollits per cada un dels degustadors en la segona rèplica.

Atributs	Degustador (i)									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<i>Olor</i>										
androstenona	X			X	X		X	X	X	6
escatol	X			X	X	X	X		X	6
porc	X	X		X	X					4
orina	X		X	X	X		X		X	6
suor	X		X	X	X	X	X			6
dolç	X			X			X	X	X	5
ranci	X	X			X	X	X	X		6
fems	X	X		X		X				4
anormal	X			X	X	X	X		X	6
<i>Flavor</i>										
androstenona	X	X	X	X	X	X	X	X		8
escatol	X	X	X		X	X				5
porc	X	X	X	X	X		X			6
orina	X		X	X	X	X	X			6
suor	X	X	X	X	X	X	X			7
dolç	X					X				2
ranci		X		X		X				3
anormal	X	X	X	X	X	X	X	X		8
Total (p_i)	16	9	8	14	13	12	12	5	5	94

3. Un cop feta de nou l'APG a aquestes dades (agrupant les mostres per cèl·lules com en el cas b del punt 1) es va veure que els resultats encara podien millorar. Per això es va intentar veure si hi havia alguna mostra dintre de cada cèl·lula que fos valorada molt diferent pels degustadors per tal d'eliminar-la i no incloure-la en la puntuació mitjana de cada cèl·lula per cada degustador (**Figura III 6** i **Figura III 7**).

Per això, es va aplicar de nou l'APG a totes les 60 mostres provades, sense fer-ne la mitjana per cèl·lula (**Model III 6**). A partir dels resultats obtinguts en aquesta anàlisi es va representar, per a cada cèl·lula, la puntuació consens de tots els degustadors per a cada una de les mostres i a partir d'aquí es van excloure les mostres que s'apartaven clarament de la resta.

Model III 6

		1a rèplica	2a rèplica
m matrius X_i	m=	10	9
(n x p)	n=	60	60
	p=	Taula III 10	Taula III 11

El criteri utilitzat per a seleccionar les mostres que s'havien d'excloure va ser el següent: per a cada cèl·lula es va calcular la distància euclidiana entre cada una de les mostres i es va calcular la mitjana global de totes les distàncies. A continuació es va calcular la distància mitjana de cada mostra amb la resta de mostres que formaven la cèl·lula i es van excloure les mostres que la tenien superior a 1.2 vegades la distància mitjana global de totes les mostres entre elles. El factor 1.2 es va escollir després de provar-ne varis i veure que aquest era el que anava millor ja que permetia eliminar les mostres que en la representació gràfica ja es veien situades molt separatament de les altres. Per tant si d_{ij} és la distància entre les mostres i i j d'una cèl·lula ($i, j=1, 2, \dots, n$), es van eliminar les mostres i que complien l'equació del **Model III 7**.

Model III 7

$$\frac{\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n d_{ij}}{n-1} \geq 1.2 \cdot \frac{\sum_{i < j}^n d_{ij}}{n(n-1)}$$

En l'exclusió de mostres, apart de seguir aquest criteri, calia examinar cèl·lula per cèl·lula els resultats obtinguts i ser una mica crític, ja que, per exemple, si calia eliminar la meitat de les mostres segurament que era millor deixar-les totes, ja que o la variabilitat era molt gran entre elles o s'havien format 2 o 3 grups diferents, igual de nombrosos i no era possible excloure cap de les mostres.

A partir d'aquí es van eliminar 11 mostres de la 1a rèplica i 4 de la 2a tal com es detalla en la **Taula III 12** i es pot veure en la **Figura III 6** per a la 1a rèplica i la **Figura III 7** per a la 2a. A continuació es va efectuar de nou l'anàlisi procrustiana aplicant el **Model III 8**.

Taula III 12: Nombre de mostres que van constituir cada una de les cèl·lules abans i després d'excloure les mostres avaluades de manera diferent segons **Model III 7** per a tots els degustadors en global.

Cèl·lula	1a rèplica		2a rèplica	
	Inicial	Final	Inicial	Final
aa	5	4	5	5
am	4	3	5	5
ab	6	4	3	2
ma	5	5	-	-
mm	5	4	2	2
mb	4	3	2	2
ba	8	8	13	12
bm	9	6	11	11
bb	8	6	13	13
ff	6	6	6	4

4. L'APG definitiva es va aplicar sobre les matrius que es detallen a continuació en el **Model III 8**.

Model III 8

		1a rèplica	2a rèplica
m matrius X_i	m=	10	9
(n x p)	n [†] =	10	9
	p=	Taula III 10	Taula III 11

[†] La mitjana de cada una de les n cèl·lules es va fer a partir de les mostres seleccionades per a cada cèl·lula segons els criteris explicats en el punt 3.

A partir d'aquesta anàlisi es va obtenir:

- Representació gràfica de la variància explicada per cada dimensió després d'efectuar l'APG.

- Representació de la situació de la configuració de cada degustador després de cada una de les transformacions, segons els resultats de l'anàlisi de components principals efectuada sobre la matriu de covariàncies de cada configuració per detectar possibles dades aberrants.
- Taula de l'anàlisi de la variància Procrustiana (PANOVA) en la que s'hi presenten els graus de llibertat i la suma de quadrats després de cada transformació i la residual (corresponent a l'estadístic Procrustes) així com el valor de la F de Fisher i la probabilitat.
- Representació de la situació de cada cèl·lula per a cada degustador individualment passada a una escala de 0 a 1.
- Representació de les coordenades de la mostra consens passades a una escala de 0 a 1 conjuntament amb els coeficients de correlació dels atributs. En aquest cas s'han representat només els atributs que tenien un coeficient de correlació significatiu, o sigui superior a $1.76 / \sqrt{(n-1)}$. Aquesta representació no és un biplot i, per tant, des del punt de vista matemàtic no és correcte ja que les coordenades de les mostres no s'haurien de transformar a una escala [0,1] i els atributs s'haurien de representar com a direccions de creixement, és a dir, dividint la correlació amb cada eix per l'arrel quadrada del seu valor propi. Ara bé, s'ha optat per aquesta solució ja que és informativa, és la que proposa Schlich (1989) en la presentació del programa de l'APG per al SAS i ha estat usada en diversos estudis (Rousset *et al.*, 1990; McEwan i Schlich, 1991/92 i Guerrero *et al.*, 1997).

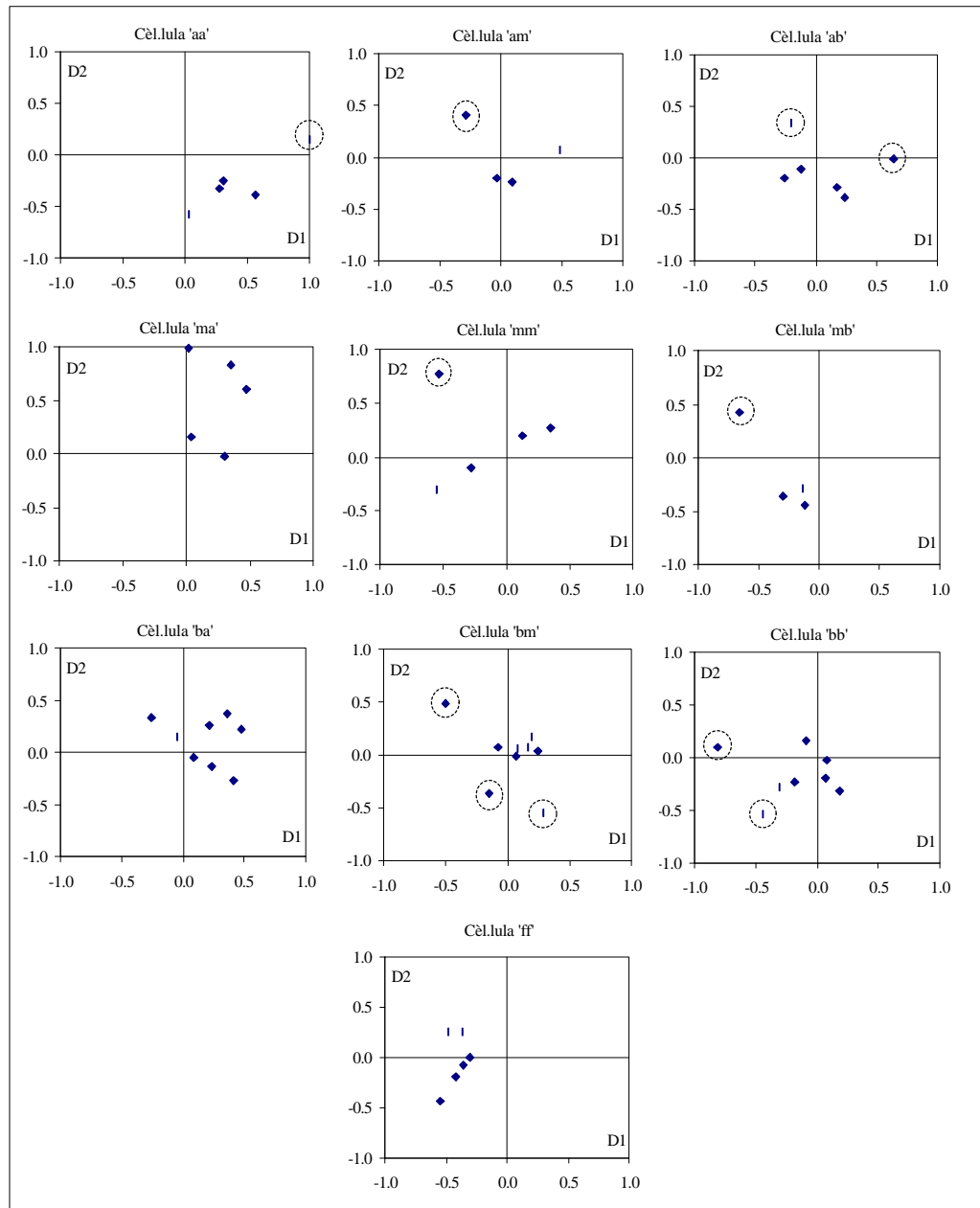


Figura III 6: Representació de la mitjana de cada mostra per a tots els degustadors conjuntament (1a rèplica) després d'aplicar l'APG a totes les mostres i a tots els atributs discriminants ($P < 0.30$) per cada degustador (**Model III 6**). Les coordenades estan passades a una escala de 0 a 1. La primera component va explicar el 28.8% de la variació i la segona el 26.0%. Les mostres envoltades amb un cercle discontinu són les que es van excloure després d'aplicar el **Model III 7**.

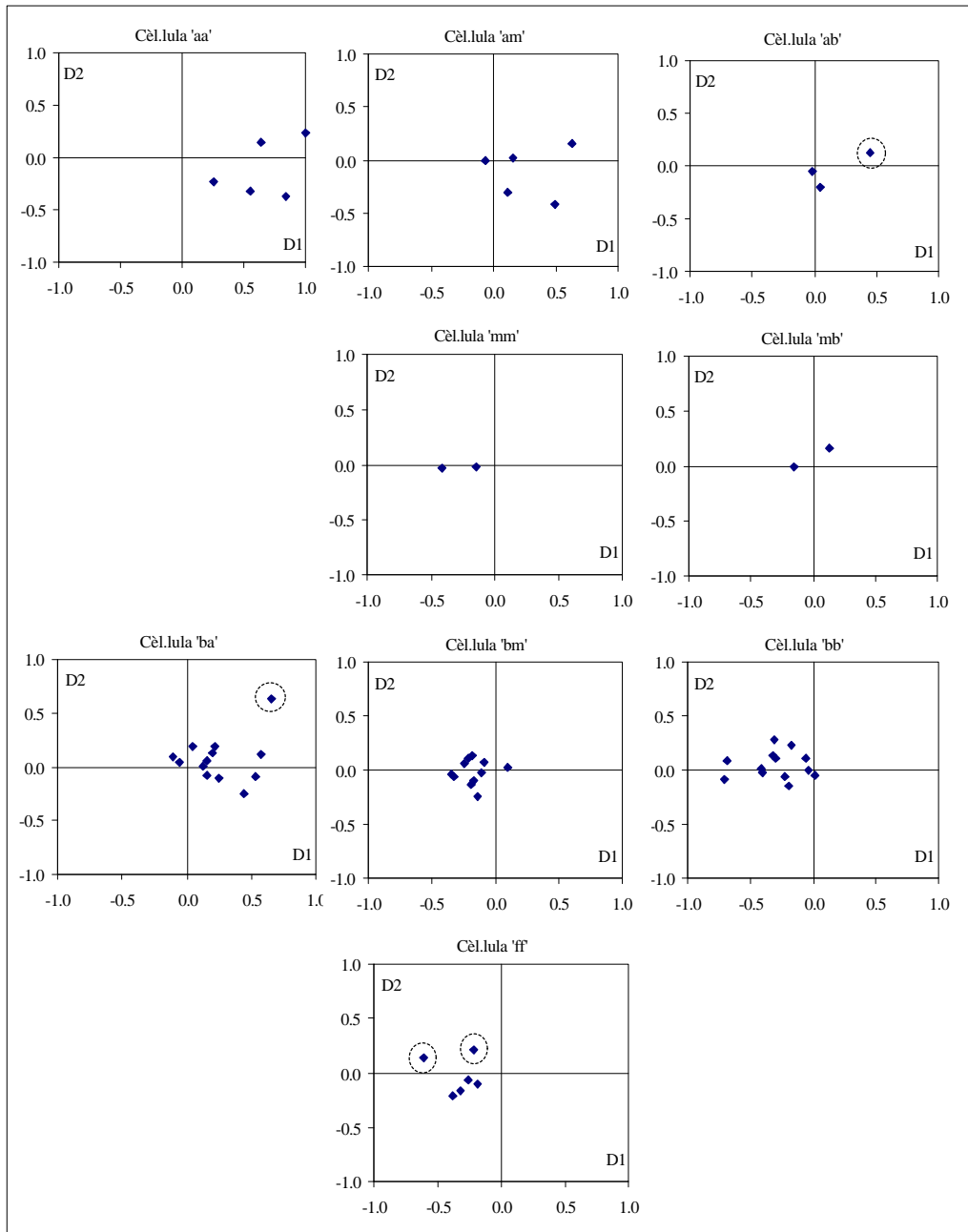


Figura III 7: Representació de la mitjana de cada mostra per a tots els degustadors conjuntament (2a rèplica) després d'aplicar l'APG a totes les mostres i a tots els atributs discriminants ($P < 0.30$) per cada degustador (**Model III 6**). Les coordenades estan passades a una escala de 0 a 1. La primera component va explicar el 49.0% de la variació i la segona el 11.4%. Les mostres envoltades amb un cercle discontinu són les que es van excloure després d'aplicar el **Model III 7**.

CAPÍTOL 3. ESTUDIS DE CONSUMIDORS. INFLUÈNCIA DE LA SENSIBILITAT A L'ANDROSTENONA EN LA RESPOSTA DELS CONSUMIDORS.

3.1. Disseny de l'experiment

Es pretenia que 240 consumidors (per rèplica) de cada un dels 7 països participants avaluessin sensorialment un total de 60 lloms (també per rèplica). De cada llom (procedent d'una mateixa mitja canal) es disposava de dos trossos de 16 cm de llarg (tal com s'il·lustra en la **Figura III 1**) per a l'estudi de consumidors, per la qual cosa i a efectes pràctics, es disposava de 120 lloms per rèplica. Aquests es van repartir en 12 blocs de 10 lloms cada un (un de cada una de les cèl·lules inicials) de manera que els lloms que formaven part dels blocs 1-6 procedien de la mateixa mitja canal que els que formaven els blocs 7-12. Per tant, el bloc 1 estava format pels mateixos lloms que el bloc 7, el 2 que el 8 i així successivament. Per a cada bloc es van fer 4 sessions de 5 consumidors cada una. Els 5 consumidors de cada sessió avaluaven les mateixes 5 mostres però en ordre diferent. Cada consumidor tastava un total de 5 mostres pertanyents a 5 cèl·lules diferents i n'olorava 5 més, pertanyents a les mateixes 5 cèl·lules que prèviament havia tastat. Els lloms utilitzats per a la prova de flavor i olor de cada consumidor eren els mateixos. Per tant, el tros de llom de 16 cm de llarg era avaluat per 10 consumidors durant 2 de les 4 sessions pertanyents a un bloc o sigui, el llom sencer de cada mitja canal (els dos trossos de 16 cm) era avaluat (olor i flavor) per 20 consumidors, durant 4 sessions pertanyents a 2 blocs.

En l'Annex V es presenten les mostres (A, B, C, D i E) que cada degustador (1-240) va tastar i olorar així com les cèl·lules avaluades en cada sessió, tant d'olor com de flavor.

Tal com s'ha dit, en cada sessió hi participaven 5 consumidors als quals se'ls presentaven les mostres segons un ordre determinat. Aquest ordre seguia un disseny per tal d'evitar l'efecte de la primera mostra i de la mostra precedent i posterior (first order and carry-over effect; Macfie *et al.*, 1989). Aquest ordre era important especialment perquè l'androstenona té efectes d'adaptació (Pierce *et al.*, 1993). Alhora això permetia tenir un disseny adequat de cara a les anàlisis posteriors. Aquest ordre era diferent per a cada sessió, es repetia per a cada bloc i era el que es pot veure en l'Annex VI.

Els consumidors van avaluar primer les 5 mostres segons el seu flavor, bevent aigua i menjant torrades sense sal entre elles i, després de 5 minuts de repòs, van avaluar les 5 mostres segons l'olor. La presentació de les mostres, tant per a l'olor com per al flavor, va ser monàdica i es van deixar 2 minuts entre elles.

3.2. Metodologia de preparació de les mostres

La preparació de les mostres s'il·lustra en la **Figura III 8**. Els llocs (múscul *Longissimus thoracis et lumborum*) es varen rostir en un forn a 180°C fins a arribar a una temperatura interna de 75°C, mesurada amb una sonda termoparell tipus K connectada a un col·lector de dades Data Logger KM1420 (Kane-May Limited, Hertfordshire, Anglaterra).

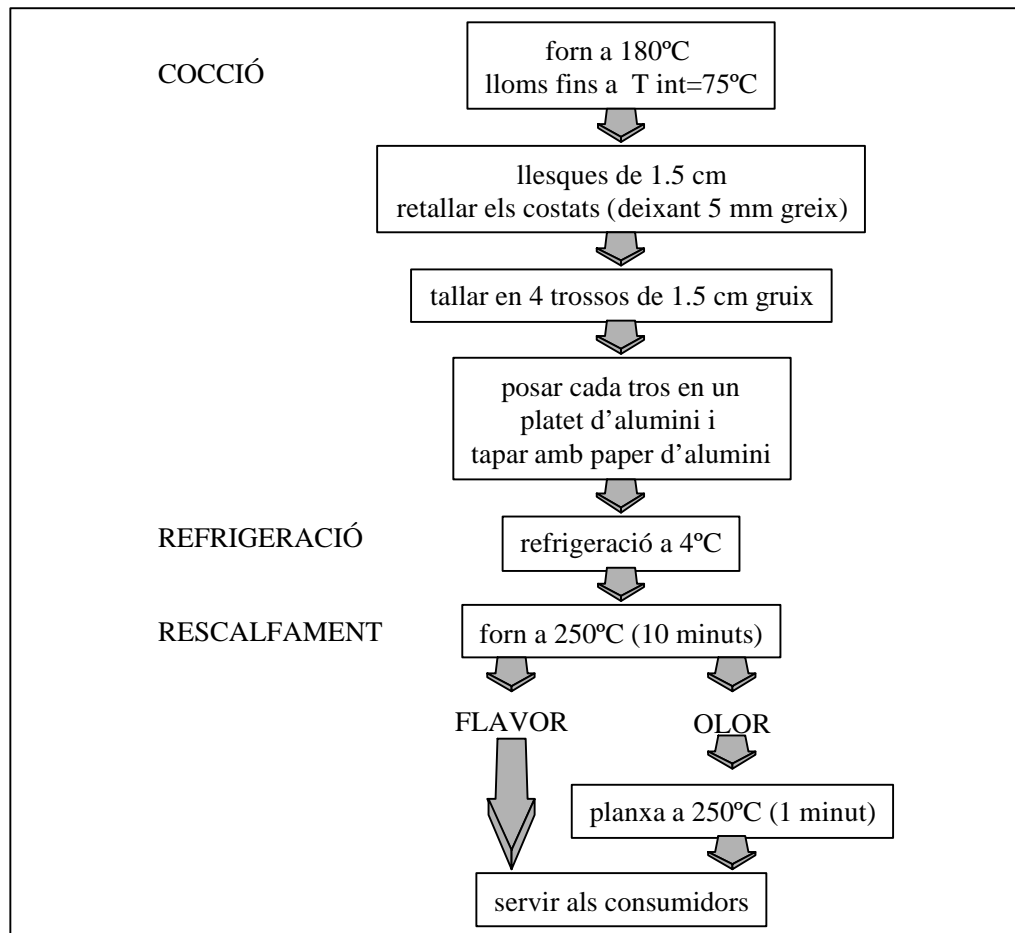


Figura III 8: Procés de preparació del lloc per a l'estudi de consumidors.

A continuació es van tallar en llesques de 1.5 cm d'amplada, deixant 5 mm de greix subcutani. De cada llesca es van retallar els voltants del múscul i la part central es va tallar en 4 trossos de 1.5 cm de gruix que es van dipositar en un platet d'alumini de 7 cm de diàmetre. Es van tapar amb paper d'alumini i es van guardar les mostres en

refrigeració a 4°C durant 24-72 hores abans d'usar, excepte en l'estudi dut a terme a França on es van servir les mostres als consumidors immediatament després de coure. El dia de l'execució del test, les mostres es van escalfar dins dels platets d'alumini durant 10 minuts en un forn a 250°C, per tal d'arribar a la temperatura interna de 80°C. Les mostres destinades a la prova d'olor un cop sortien del forn es posaven durant un minut en una planxa a 250°C (Matthews *et al.*, 2000).

3.3. Estudis de consumidors efectuats

L'estudi de consumidors es va fer en cada un dels 7 països participants. Segons la mida del país, l'estudi es va fer a diferents emplaçaments. El nombre de llocs on es van fer l'estudi en cada país i el nombre de consumidors avaluats en cada país i rèplica es poden veure en la **Taula III 13**. A Espanya l'estudi es va fer, tant en la 1a com en la 2a rèplica a Madrid, Monells i Saragossa. Es pretenia que en cada rèplica l'estudi de cada país avalués 240 consumidors, amb edats d'acord amb el perfil del país i amb el mateix nombre d'homes que de dones.

Taula III 13: Participants de cada país en l'estudi de consumidors i nombre de llocs on es va fer l'estudi.

País	Nombre de llocs	Nombre de consumidors		
		1a rèplica	2a rèplica	global
Regne Unit	4	240	239	479
Dinamarca	2 (1 en la 2a rèplica)	227	144	371
França	4	236	240	476
Suècia	2	240	180	420
Holanda	2	213	188	401
Espanya	3	238	239	477
Alemanya	12	239	232	471

3.4. Avaluació sensorial

Per a l'avaluació sensorial de les mostres els consumidors van contestar un qüestionari com el que es presenta a l'Annex VII. El qüestionari constava d'una primera part que

va servir per classificar els consumidors participants, una segona part on s'avaluava l'olor i el flavor o gust de les mostres i una tercera part, només realitzada en el cas d'Alemanya i Espanya, en què es determinava la sensibilitat dels consumidors a l'androstenona.

3.4.1. Classificació dels consumidors prèvia a l'avaluació sensorial

Abans de l'avaluació dels lloms de porc es van fer unes preguntes als consumidors per tal de poder classificar-los segons l'edat (de 18 a 25, de 26 a 40 i de 61 a 75 anys), el sexe i els hàbits culinaris. Dins dels hàbits culinaris se'ls va demanar per la freqüència amb què cuinaven tenint com a possibles respostes 'sempre', 'a vegades' o 'mai'. També se'ls va demanar per la freqüència amb què consumien carn de porc fresca, amb 5 possibles respostes que anaven des de 'un cop per setmana o més' fins a 'menys d'un cop al mes'.

3.4.2. Avaluació sensorial dels lloms

Tant per a la valoració del flavor com la de l'olor, els consumidors van opinar segons una escala hedònica de 7 categories, les variables de la qual es consideren contínues a efecte de càlcul. L'escala utilitzada va ser:

Què opina de l'olor/gust?	
1. M'agrada moltíssim	} Agrada
2. M'agrada molt	
3. M'agrada	
4. Ni m'agrada ni em desagrada	} Desagrada
5. Em desagrada	
6. Em desagrada molt	
7. Em desagrada moltíssim	

3.5. Classificació dels consumidors segons la sensibilitat a l'androstenona

Un cop finalitzades les valoracions de les mostres de llom, es passava a cada degustador un vial que contenia cristalls d'androstenona pura (A8008 Sigma-Aldrich) per tal d'avaluar la seva sensibilitat a aquesta substància. Els consumidors l'oloraven i a continuació havien de respondre a la següent pregunta:

Quin grau d'olor percep?

1. Extremadament fluix
2. Molt fluix
3. Fluix
4. Ni fort ni fluix
5. Fort
6. Molt fort
7. Extremadament fort

Segons la resposta donada els consumidors es van classificar en insensibles (1-3), mitjanament sensibles (4) i altament sensibles (5-7).

3.6. Anàlisis estadístiques

3.6.1. Estadístic Xi-quadrat de Pearson

La classificació dels consumidors i les puntuacions d'olor i flavor donades per aquests a la carn procedent de porcs mascles enters respecte a la de femelles es van comparar inicialment mitjançant l'estadístic Xi-quadrat de Pearson (SAS, 1988). Aquest estadístic també es va utilitzar per comparar els resultats donats entre països, característiques dels consumidors i hàbits culinaris utilitzant només la resposta donada en la carn de llom procedent de mascle enter.

Pel que fa a la sensibilitat dels consumidors es va utilitzar aquest estadístic per trobar diferències entre sexes.

3.6.2. Mètode Lowess

La relació entre les puntuacions d'olor i flavor donades pels consumidors segons la concentració d'escatol i androstenona de les mostres després de la transformació logarítmica, es va analitzar usant el mètode Lowess (Cleveland, 1979) que permet obtenir una corba suavitzada a partir de successives regressions lineals en les diferents mostres veïnes (Neter *et al.*, 1996). Es va utilitzar un factor de tensió de 0.5 i es van fer dues iteracions, tal com suggereix Cleveland (1985). El paquet estadístic utilitzat va ser el MINITAB Inc. (1994).

3.6.3. Anàlisi de la variància

3.6.3.1. Acceptabilitat segons el contingut d'androstenona i escatol

La resposta d'olor i de flavor dels consumidors en funció dels continguts d'androstenona i escatol de les mostres avaluades (mitjana de les puntuacions de cada mostra), classificades segons cèl·lules, es va avaluar mitjançant una anàlisi de variància. L'anàlisi es va fer mitjançant el programa *General Linear Model* (GLM) del paquet estadístic SAS (SAS, 1988), per a cada país participant per separat i per a tots en global. La rèplica es va incloure en el model ja que en alguns dels països va ser significativa i la interacció entre la rèplica i la cèl·lula es va excloure perquè en cap dels casos va ser significativa. El model definitiu va ser el **Model III 9**.

Model III 9

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + C_j + e_{ijk}$$

on:

Y_{ijk} : Observació $ijkl$

μ : Mitjana del model

R_i : Efecte de la rèplica ($i=1,2$)

C_j : Efecte de la cèl·lula ($j=aa, am, ab, ma, mm, mb, ba, bm, bb, ff$)

e_{ijk} : Error residual de l'observació ijk

A continuació es va aplicar el test de Dunnett per tal de trobar si hi havia diferències significatives entre la puntuació mitjana donada per a cada cèl·lula respecte la control (femelles).

3.6.3.2. Acceptabilitat segons la sensibilitat a l'androstenona

L'efecte de la sensibilitat dels consumidors a l'androstenona també es va avaluar mitjançant una anàlisi de la variància basada en les puntuacions originals. Es va analitzar usant el programa *General Linear Model* (GLM) del paquet estadístic SAS (SAS, 1988). La interacció entre el grup d'escatol i la sensibilitat no va ser significativa per a cap variable estudiada pel que no es va incloure en el model, igual que l'efecte de la rèplica. El model definitiu va ser el **Model III 10**.

Model III 10

$$Y_{ijkl} = \mu + E_i + A_j + S_k + (AxS)_{jk} + (ExA)_{ij} + e_{ijkl}$$

on:

Y_{ijkl} : Observació ijkl

μ : Mitjana del model

E_i : Efecte del grup segons el nivell d'escatol (i=baix, mitjà o alt)

A_j : Efecte del grup segons el nivell d'androstenona (j=baix, mitjà o alt)

S_k : Efecte de la sensibilitat dels consumidors a l'androstenona (k= sensible i menys sensibles o insensibles)

$(AxS)_{jk}$: Interacció entre A i S

$(ExA)_{ij}$: Interacció entre E i A

e_{ijkl} : Error residual de l'observació ijkl

3.6.4. **Ponderació de les puntuacions d'olor i flavor**

La reacció dels consumidors espanyols enfront de la carn, segons la sensibilitat d'aquests a l'androstenona, es va avaluar usant puntuacions per a cada grup de sensibilitat ponderades de la següent manera: les puntuacions originals de l'escala hedònica que anaven de 1 (m'agrada moltíssim) fins a 7 (em desagrada moltíssim) es van recodificar a +3 (m'agrada moltíssim) fins a -3 (em desagrada moltíssim). Els càlculs posteriors es van basar en ratis de freqüències per a cadascuna de les cèl·lules

avaluades. Així, el nombre total de consumidors sensibles/insensibles que van avaluar cada cèl·lula es va considerar el 100% per tal de compensar la diferència de nombre. La freqüència de cada puntuació (-3 fins a +3) dintre de cada cèl·lula es va expressar com a percentatge. Es va multiplicar aquest percentatge pel valor recodificat de les puntuacions i es va sumar el total per a cada cèl·lula. Per tant, les puntuacions ponderades anaven de -300 (100% de consumidors puntuant la mostra el màxim de desagradable) fins a +300 (100% de consumidors puntuant la mostra el màxim d'agradable).

