

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
Departament d'Estadística i Investigació Operativa
Barcelona

**UTILITZACIÓ DE MASCLES ENTERS
PER A LA PRODUCCIÓ DE CARN DE PORC:
AVALUACIÓ SENSORIAL
I ESTUDIS DE CONSUMIDORS**

Maria Font i Furnols
Gener de 2000

IRTA-CENTRE DE TECNOLOGIA DE LA CARN
Unitat de Qualitat de la Canal i de la Carn
Monells (Girona)

**UTILITZACIÓ DE MASCLES ENTERS
PER A LA PRODUCCIÓ DE CARN DE PORC:
AVALUACIÓ SENSORIAL
I ESTUDIS DE CONSUMIDORS**

Maria Font i Furnols

Gener de 2000

**Centre de Tecnologia de la Carn
Unitat de Qualitat de la Canal
i de la Carn**

**Institut de Recerca i Tecnologia
Agroalimentàries (IRTA)**

**Departament d'Estadística
i Investigació Operativa**

**Universitat Politècnica de Catalunya
(UPC)**

**Directora de Tesi:
Dra. Ma. Àngels Oliver i Pratsevall**

**Tutor de Tesi:
Dr. Tomàs Aluja i Banet**

**UTILITZACIÓ DE MASCLES ENTERS
PER A LA PRODUCCIÓ DE CARN DE PORC:
AVALUACIÓ SENSORIAL
I ESTUDIS DE CONSUMIDORS**

Maria Font i Furnols

Gener de 2000

*Als meus pares, en Pep, la Gemma,
les iaies i a la memòria dels meus avis.*

A en Jaume.

AGRAÏMENTS

Tinc un company que, veient que he estat 4 anys treballant en la tesi, aquí i a l'estranger m'ha dit: "No sabia que l'olor dels porcs donés per tant". I..., i tant que dóna, i per molt més!. Durant aquest període de temps una gran quantitat de persones i institucions han contribuït en la realització d'aquest treball, algunes de manera conscient i altres, potser sense saber-ho. És molt més difícil del que em pensava escriure aquesta part ja que la memòria juga males passades, i a vegades costa recordar-te de tothom qui hi ha contribuït.

Primer de tot voldria donar les gràcies a la directora de la tesi, la Ma. Àngels, per què des d'un principi ha confiat en mi i en tot moment s'ha mostrat optimista. Per mi ha estat una bona experiència treballar plegades, fins i tot quan molts quilòmetres de distància ens separaven. Espero que aquest sentiment sigui mutu.

Gràcies a en Luis, excel·lent investigador i amic, ha estat possible part del desenvolupament d'aquesta tesi. Li agraeixo sincerament el seu entusiasme i la seva ajuda incondicional, que ens ha portat a treballar fins i tot en dissabtes i que m'ha fet conèixer i disfrutar amb la ciència de l'anàlisi sensorial i l'estadística.

El gran esperit organitzador de la Marina ha estat de gran ajuda en molts moments. Ahora, com a bona empordanesa m'ha fet gaudir dels encants d'aquesta zona. I com ella diu, llàstima que el temps hagi passat tan ràpid!

L'Àlex, el cap de la *Unitat de Qualitat de la Canal i de la Carn* i l'investigador principal del projecte europeu en què s'engloba la tesi, va donar-me la seva confiança, i va fer possible la meva participació en aquest projecte.

Malgrat no sóc matemàtica ni estadística, volia fer els cursos de doctorat en aquesta matèria i els vaig fer a la *Facultat de Matemàtiques i Estadística* de la *Universitat Politècnica de Catalunya*. N'estic contenta, però reconec que m'agrada complicar-me la vida. Haig d'agrair l'ajuda rebuda del tutor de la tesi, el Dr. Tomàs Aluja, molt interessat en el tema Procrustiana des d'un primer moment i la bona acollida al *Departament d'Estadística i Investigació Operativa*.

La tesi està englobada en un projecte finançat per la *Unió Europea*, el AIR3-PL94-2482, coordinat pel Dr. Michel Bonneau, en el qual m'he sentit plenament integrada, tot i que hi participaven institucions i investigadors de 7 països europeus diferents. Ha

estat possible gràcies a una beca CeRTA-CIRIT concedida per la *Generalitat de Catalunya* per a personal investigador i a l'acolliment al *Centre de Tecnologia de la Carn-IRTA* de Monells per part del director d'aquesta institució, el Dr. Josep Ma. Monfort.

El treball experimental ha estat possible gràcies a la intervenció de moltes persones, que pertanyen o en aquell moment pertanyien a la *Unitat de Qualitat de la Canal i de la Carn*, a qui haig d'agrair l'esforç i la bona feina que van fer: M^a José Bautista, Agustí Quintana, Ma. Dolors Guàrdia, Pitu Sitges, Xavi Serra, Carles Coll i José Luis Mauricio.

Un agraïment molt especial per als degustadors i degustadores M^a José, Xavi, Luis, Agustí, Eugènia, Laia, Griselda, Mireia, Montse, Gemma, Mar, Sara, Albert, Míriam, Mapi i Iolanda, que segur que en molts moments haurien preferit alguna altra cosa al lloc de porc, especialment el de mascle enter.

L'estudi de consumidors va moure molta gent. No puc citar a tots els consumidors que hi van participar, seria una llista massa llarga, però els agraeixo la seva participació. Es va fer a Saragossa, Madrid i Monells i va ser possible gràcies a l'ajuda incondicional i desinteressada de:

-El Dr. Carlos Sañudo i la Dra. Marimar Campo, així com totes les persones del *Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos* de la *Facultad de Veterinaria* de la *Universidad de Zaragoza* que, creant una atmosfera de treball agradable, van facilitar la feina.

-La Dra. Isabel Cambero i el Dr. J.A. Ordóñez, i totes les persones del *Departamento de Nutrición y Bromatología. Higiene y Tecnología de los Alimentos* de la *Facultad de Veterinaria* de la *Universidad Complutense de Madrid* que ens van oferir tots els medis que tenien. Els voldria agrair de tot cor la comprensió que van tenir enfront a alguns problemes d'idioma que van sorgir.

-La Sra. Mercè Compte, de la *Oficina Comarcal del D.A.R.P.* de la Bisbal, ens va contactar els consumidors, facilitant-nos la feina a Monells.

Agraeixo també la col·laboració del Dr. Joan Tibau i en Xevi Puigvert que em van assessorar en aspectes relacionats amb la producció animal, del Dr. Pere Gou, en aspectes estadístics i del Dr. Ramon Nonell i la Dra. Roser Rius pel seu ajut en el tema procrustià.

Durant el desenvolupament de la tesi, també hi ha hagut tres estades a l'estranger. En cada una d'elles he conegut molta gent, que m'ha proporcionat un bon suport científic

i una bona qualitat humana, que quan estàs fora de casa agraeixes. Com que és impossible citar-los a tots, citaré les institucions i els principals responsables i amics:

-El temps passat a la *Divisió Tècnica* de la *Meat and Livestock Comission (MLC)* de Milton Keynes (Regne Unit), va ser possible ja que el Dr. Anthony J. Kempster i la Jackie Garner ho van preparar tot. Allí vaig treballar sobretot amb Gerry Cook, excel·lent estadístic ja retirat, i també em van ajudar Dawn Homer, Heather Leask i Chris Warkup, així com de tots els membres del departament. Durant la meva estada voldria destacar el bon acolliment rebut de Caroline Cook, Gwen Kempster (a.c.s.) i Dennis Homer.

-A continuació va venir l'estada al *Laboratori d'Anàlisi Sensorial* de l'*Institute of Animal Science and Health (ID-DLO)* de Lelystad (Holanda). Allí vaig treballar amb el Dr. Garnt Dijksterhuis, gran coneixedor de la tècnica procrustiana. Al departament, format en aquells moments per Roelof Rump, Gerdien Vonder i Christine Peyvieux, hi havia una bona atmosfera de treball que va fer l'estada molt agradable. També guardo un bon record del Dr. Pieter Walstra, Jan Fennema, Melany Kreilema i Babs entre d'altres, així com de la família Paretas Oliver, que en aquells moments estaven a Lelystad i em van fer sentir com a casa.

-Darrerament he estat al *Departament de Sensorial* de l'empresa *Bestfoods Europe (Knorr)* de Heilbronn (Alemanya), treballant amb Frédérique Hertrich, Kathrin Deuper i Eva Curda. És una gran multinacional molt humana pel que fa al tracte amb els treballadors i m'hi vaig trobar molt bé. Haig d'agrair l'hospitalitat i bons moments passats en aquest país amb Helena, Diana, Eva, Sabine, Kristine, Daniella, Salvador, Jaume, Kerstin, Christian, Stefan i molt especialment Nina Antón, Christine Colberg i la Dra. Ulrike Weiler.

Malgrat les estades a l'estranger, la major part del temps de tesi, l'he passat al *Centre de Tecnologia de la Carn*, on m'hi he trobat molt bé. Per això, a tot el personal (o ex-personal) d'aquest centre, moltes gràcies: Montse Pagès, per tot, Idoia, "por el castellano", Marta Gil, Cinto, Bernardo, Iolanda, Yolanda, Montse Padrós, Ma. Àngels Rius, Glòria, José Antonio, Josep Arnau, Marta Hugas, Margarita, Carme, Carmen, Narcís, Sandra, Isabel, Maria, Jordi, Josep Fusté, Natàlia, Kim, Ciriaco, Cesca, Arturo, Àngel, Eugeni, Zdzislaw, Carlos, Luigi, Claudia i també a la Sra. Anita i la Sra. Maria, per què he passat moltes vegades per on no havia de passar.

I no em descuido els companys de feina que alhora han estat companys de diversió, ja sigui amb sortides a la muntanya, partits de volei platja, sopars, cinema, piragües, teràpies de grup, etc., juntament amb altres persones que he conegut en terres gironines. La llista és llarga, la M^a José Bautista, que m'ha obert casa seva, el Dr. Josep Comaposada, amb qui he compartit els dinars i unes bones xerrades, la Dra. Ma.

Teresa Aymerich, la 'mama' de la polivalent, i la seva filla Maria, la Mònica i en Jordi, la Sònia i en Xavi, el gairebé Dr. Joan Gelabert i la Lucía, l'Olga, en Luis, en Fili i la Nani, en José Luis "Pepelu", l'Agustí, en Ferran i la Rosa, l'Amàlia, la Ma. Dolors i en Quim (a.c.s.), en Lluís, en Miguel Ángel, en Carles i en Toni, així com les famílies d'en Pere, la Marina i la Ma. Àngels i els "politècnics" Jaume, Xevi i Gerard. També m'han ajudat a passar bons moments persones que m'han fet companyia 'electrònica', especialment quan era fora de Catalunya. No els citaré, ja que seria una llarga llista.

El Dr. Michel Bonneau i la Dra. Ulrike Weiler han fet un gran esforç per llegir una tesi en un llenguatge que no coneixen però que poden arribar a entendre. I per si fos poc, n'han fet un informe. Thank you very much.

I ja que porto una llarga llista d'agraïments no em puc deixar als amics de la colla de Lleida i de les colles de Torelló, així com altres amics i amigues que no tinc ubicats en cap d'aquests grups (Òscar, Txell, Sefa, Rosa P.), ja que segur que alguna vegada o altra els ha caigut algun rotllo relacionat amb la tesi.

I per acabar la família, principalment els meus pares, en Pep i la Gemma, per l'interès que han mostrat. També ja fa bastant temps que a en Jaume li toca aguantar els meus "rotllos" quan són bons i quan no ho són tant.

A tots ells, el meu sincer agraïment.

“De les bromes del passat on, amb el pas del temps es van difuminant la majoria dels retalls de la nostra vida, rescatem moments que mantenen una lluminositat interior prodigiosa o de cuques de llum enmig de la foscor d’un jardí. Unes estampes nítides que rememoren amb la màxima fidelitat -sense por que es perdi ni un sol color ni una sola olor- els objectes, els paisatges i les persones que ens han quedat gravades de manera inesborrable”.

Fragment del llibre *Últim estiu a Ordino* de Joan Peruga

NOTA IMPORTANT

En aquest treball s'ha utilitzat la paraula *flavor* per descriure la barreja de sensacions de sabor, olor (via retronasal), pressió i altres sensacions cutànies com la calor, el fred i el dolor percebudes durant l'avaluació del producte (Amerine *et al.*, 1965), ja que en el nostre vocabulari no hi ha una paraula específica que englobi totes aquestes sensacions. El terme *flavor* seria una catalanització del terme francès 'flaveur' i l'anglès 'flavour' i també va ésser utilitzat de manera castellanitzada, 'flavor', per Santolaria (1993).

RESUM

L'olor sexual és un defecte sensorial que es dona sobretot en la carn de porcs mascles enters i que és deguda principalment a dues substàncies, l'androstenona (feromona sexual de marcatge sintetitzada als testicles, associada a l'olor a orina i suat i per la que un elevat percentatge de persones en presenten anòsmia específica) i l'escatol (producte de la degradació anaeròbia de l'aminoàcid triptòfan pels bacteris de l'intestí i associat a l'olor fecal). Els objectius principals d'aquest estudi són conèixer la distribució d'androstenona i escatol dels porcs del nostre país respecte l'europea, descriure aquests dos compostos sensorialment mitjançant un panel entrenat, estudiar la resposta d'acceptabilitat dels consumidors europeus a la carn de porc mascle enter segons el seu nivell de les dues substàncies objecte d'estudi i veure la influència de la sensibilitat a l'androstenona en la resposta d'acceptabilitat dels consumidors espanyols. Per aquesta raó es va estudiar la distribució dels nivells d'escatol i androstenona en el greix subcutani de 4.313 mascles enters i 223 femelles, usades com a control, produïts en dues estacions de l'any en 6 països europeus. Per als posteriors estudis sensorials (panel entrenat i estudis de consumidors dut a terme a 7 països europeus) es va seleccionar una submostra de 42 llocs de femelles i 378 llocs de mascles enters, aquests darrers classificats en nou grups segons tinguessin nivells d'androstenona i escatol alts (>0.99 i >0.21 $\mu\text{g/g}$ respectivament), mitjans o baixos (<0.5 $\mu\text{g/g}$ d'androstenona i <0.10 $\mu\text{g/g}$ d'escatol). Els degustadors, prèviament van estar seleccionats per la seva sensibilitat i habilitat per detectar l'androstenona i posteriorment van ésser entrenats i van obtenir el perfil descriptiu del flavor i de l'olor pel mètode del 'Checklist'. Van trobar per a l'olor els descriptors 'androstenona', 'escatol', 'porc', 'orina', 'suor', 'fems', 'dolç', 'rancí' i 'anormal' i per al flavor tots els anteriors excepte 'fems'. Van avaluar monàdicament 10 llocs, cuits al forn a 175°C durant 10', en cada una de les 6 sessions d'olor i les 6 de flavor. Els consumidors (aproximadament 240 per país i rèplica) van valorar 5 mostres segons una escala hedònica de 7 nivells. L'acceptabilitat del flavor de la carn es va avaluar en llocs cuits a 180°C i rescalfats a 250°C i la de l'olor en llocs cuits pel mateix sistema i, a més, escalfats 1 minut en una planxa a 250°C just abans de servir. En acabar, en l'assaig del nostre país se'ls va fer la prova de la sensibilitat a l'androstenona fent-los olorar la substància pura. La mitjana dels nivells d'androstenona i escatol al nostre país es va situar per sobre de l'europea i va ser de 1.20 $\mu\text{g/g}$ i de 0.19 $\mu\text{g/g}$ respectivament, sense ésser diferents segons l'estació de l'any. El percentatge de canals amb nivells d'androstenona superiors a 1.0 $\mu\text{g/g}$ i d'escatol superiors a 0.21 $\mu\text{g/g}$ va ser del 17% al nostre país i del 7% en el global de tots els països participants. En la descripció sensorial de l'androstenona i l'escatol es va observar una gran confusió dels atributs deguda a un entrenament insuficient i, probablement, a un elevat

nombre de grups de classificació dels lloms, els quals eren insuficientment diferents. Els lloms procedents de mascles enters amb nivells baixos o mitjans d'androstenona i escatol ($<1.0 \mu\text{g/g}$ i $<0.21 \mu\text{g/g}$ respectivament) i els lloms procedents de femelles es van caracteritzar sensorialment per un mateix atribut, 'dolç'. La resposta dels consumidors en general va ser sobretot de refús de l'olor de les mostres amb elevats nivells d'escatol, independentment del contingut d'androstenona malgrat hi hagueren variacions segons el sexe dels consumidors (les dones es van mostrar més exigents que els homes), l'edat dels consumidors i el país d'origen d'aquests, essent els britànics els menys exigents en l'acceptació. Els consumidors espanyols andòsmics o poc sensibles a l'androstenona van donar pitjor nota d'acceptabilitat només als lloms amb elevat nivell d'escatol ($>0.21 \mu\text{g/g}$) independentment del nivell d'androstenona. Tanmateix aquest darrer nivell va influir en les notes d'acceptabilitat donades pels consumidors molt sensibles a aquesta substància (24% dels homes i 37% de les dones), essent pitjors quant el nivell era elevat ($>0.99 \mu\text{g/g}$) o mitjà ($>0.5 \mu\text{g/g}$). Es pot concloure que caldria controlar els nivells d'androstenona i escatol sobretot en països com Espanya en què es consumeixen principalment lloms de mascles enters i es tenen els nivells d'androstenona i escatol elevats. L'olor sexual té una caracterització sensorial complexa, tanmateix, és causa del rebuig o baixa acceptabilitat dels lloms per part dels consumidors, especialment si aquests són sensibles a l'androstenona i, si no es té en compte la sensibilitat, es subestima la importància d'aquesta. Un possible líndiar satisfactori per a la majoria de consumidors en les condicions d'aquest estudi seria el refús de canals amb (a) més de $0.21 \mu\text{g/g}$ d'escatol, (b) més de $0.99 \mu\text{g/g}$ d'androstenona o (c) més de $0.10 \mu\text{g/g}$ d'escatol i més de $0.5 \mu\text{g/g}$ d'androstenona.

RESUMEN

El olor sexual es un defecto sensorial que se presenta, sobretodo, en carne de cerdos machos enteros y es debido, principalmente, a dos sustancias, la androstenona (feromona sexual de marcaje sintetizada en los testículos, asociada al olor a orina y sudado y por la que un elevado porcentaje de personas presentan anosmia específica) y al escatol (producto de la degradación anaerobia del aminoácido triptófano por las bacterias del intestino y que se asocia al olor fecal). Los principales objetivos de este estudio son conocer la distribución del contenido de androstenona y escatol de los cerdos de nuestro país respecto al de la europea, describir sensorialmente estos dos compuestos mediante un panel entrenado, estudiar la respuesta de aceptabilidad de los consumidores europeos en la carne de cerdo macho entero según el nivel de las dos sustancias objeto de estudio y establecer la influencia de la sensibilidad a la androstenona en la respuesta de aceptabilidad de los consumidores españoles. Por esta razón, se estudió la distribución de los niveles de escatol y androstenona en la grasa subcutánea de 4.313 machos enteros y 223 hembras, utilizadas como control, producidos en dos estaciones del año y en 6 países europeos diferentes. Para los posteriores estudios sensoriales (panel entrenado y estudios de consumidores llevados a cabo en 7 países europeos) se seleccionó una sub-muestra de 42 lomos de hembras y 378 lomos de machos enteros, éstos últimos clasificados en nueve grupos según el contenido de androstenona o escatol elevado (>0.99 y 0.21 $\mu\text{g/g}$, respectivamente), medio o bajo (<0.5 $\mu\text{g/g}$ de androstenona y <0.10 $\mu\text{g/g}$ de escatol). Los catadores se seleccionaron, previamente, por su sensibilidad y habilidad para detectar la androstenona y, posteriormente, se entrenaron para obtener un perfil descriptivo del flavor y del olor por el método del 'Checklist'. De esta forma, y para el olor, se encontraron los atributos 'androstenona', 'escatol', 'cerdo', 'orina', 'sudor', 'estércol', 'dulce', 'rancio' y 'anormal' y para el flavor todos los anteriores excepto 'estércol'. Se evaluaron monádicamente 10 lomos, cocidos en el horno a 175°C durante 10', en cada una de las 6 sesiones de olor y las 6 de flavor. Los consumidores (aproximadamente 240 por país y réplica) valoraron 5 muestras según una escala hedónica de 7 niveles. La aceptabilidad del flavor de la carne se evaluó en lomos cocidos a 180°C y recalentados a 250°C y la del olor en lomos cocidos por el mismo sistema y, además, calentados 1 minuto en una plancha de 250°C justo antes de servir. Al finalizar, en el ensayo de nuestro país se hizo la prueba de sensibilidad a la androstenona a los consumidores, haciéndoles oler la sustancia pura. Se encontró que la media de los niveles de androstenona y de escatol en nuestro país, se situó por encima de la europea alcanzando valores de 1.20 $\mu\text{g/g}$, y de 0.19 $\mu\text{g/g}$, respectivamente, sin establecerse diferencias según la estación del año. El porcentaje de canales con niveles de androstenona y escatol superiores a 1.0 $\mu\text{g/g}$ y 0.21 $\mu\text{g/g}$,

respectivamente, fue del 17% en nuestro país y del 7% en el global de todos los países participantes. En la descripción sensorial de la androstenona y del escatol se observó una gran confusión de los atributos debida, probablemente, a un entrenamiento insuficiente, así como a un elevado número de grupos de clasificación de los lomos, los cuales no eran suficientemente diferentes. Los lomos procedentes de machos enteros con niveles bajos y medios de androstenona y escatol ($<1.0 \mu\text{g/g}$ y $<0.21 \mu\text{g/g}$, respectivamente) y los lomos procedentes de hembras, se caracterizaron sensorialmente por un mismo atributo, 'dulce'. La respuesta general de los consumidores fue de rechazo del olor de las muestras con elevados niveles de escatol, independientemente del contenido de androstenona aunque se establecieron variaciones según el sexo de los consumidores (la mujeres se mostraron más exigentes que los hombres), la edad de los consumidores y el país de origen de éstos, siendo los británicos los menos exigentes en la aceptación. Los consumidores españoles anósmicos o poco sensibles a la androstenona sólo valoraron negativamente la aceptabilidad a los lomos con elevado nivel de escatol ($>0.21 \mu\text{g/g}$) independientemente del nivel de androstenona. Este último nivel, sin embargo, influyó en las notas de aceptabilidad dadas por los consumidores muy sensibles a esta sustancia (24% de los hombres y 37% de las mujeres), siendo peor dicha aceptabilidad cuando el nivel era elevado ($>1.0 \mu\text{g/g}$) o medio ($>0.5 \mu\text{g/g}$). Podríamos concluir diciendo que sería necesario controlar los niveles de androstenona y escatol sobretodo en países que, como España, consumen principalmente lomos de machos enteros y se tienen niveles elevados de androstenona y escatol. La caracterización sensorial del olor sexual es compleja. Asimismo, es causa de rechazo o de baja aceptabilidad de los lomos por parte de los consumidores, especialmente si éstos son sensibles a la androstenona. Si no se tiene en cuenta la sensibilidad, se subestima la importancia de ésta. Un posible umbral, satisfactorio para la mayoría de los consumidores en nuestras condiciones de este estudio, sería el rechazo de canales bien con (a) más de $0.21 \mu\text{g/g}$ de escatol, o (b) más de $0.99 \mu\text{g/g}$ de androstenona o (c) más de $0.10 \mu\text{g/g}$ de escatol y más de $0.5 \mu\text{g/g}$ de androstenona.

SUMMARY

Boar taint is a sensory defect mainly detected in boar meat. It is mainly due to two substances, androstenone (sexual pheromone, synthesised in the testis, associated with urine and transpiration odour, and with a high percentage of specific anosmia people) and skatole (product of the anaerobic degradation of the triptophan aminoacid by the intestinal bacteria, associated with faecal odour). The main objectives of this study are to ascertain the androstenone and skatole distribution in the pig population of our country with respect to the group of the other European countries; to obtain the sensory characterisation of both compounds by means of a trained panel; to study the acceptability of the boar meat by the European consumers depending on the levels of androstenone and skatole; and to ascertain the sensitivity to androstenone as an influence on the acceptability of boar to Spanish consumers. For this reason the levels of androstenone and skatole in subcutaneous fat were measured in 4313 boars and 223 gilts, used as a control, produced in 6 European countries during two seasons (replicates). In the sensory studies (trained panel and consumer tests in 7 European countries), 42 loins from gilts and 378 loins from boars were selected and the boars were classified in 9 groups depending on the levels of androstenone and skatole (high: >1.0 and >0.21 µg/g respectively, medium and low: <0.5 µg/g of androstenone and <0.10 µg/g of skatole). Panellists were selected for their sensitivity and ability to detect androstenone and then were trained in order to obtain the flavour and odour profile by the checklist method. 'Androstenone', 'skatole', 'pig', 'urine', 'sweat', 'manure', 'sweet', 'rancid' and 'abnormal' were found as odour attributes. The flavour attributes were the same except for 'manure'. Panellists evaluated in a monadic way 10 loins, cooked at 175°C in the oven for 10 minutes, in each of the 6 sessions of odour and flavour assessment. Consumers (approximately 240 per country and replicate) evaluated 5 samples in a 7 level hedonic scale. The acceptability of the meat flavour was evaluated in loins cooked at 180°C and re-cooked at 250°C and the acceptability of the meat odour was evaluated in loins cooked in the same way and kept for 1 minute on a hot plate at 250°C just before serving. At the end, in our country, consumers' sensibility to androstenone was tested by smelling the pure substance. Mean levels of androstenone and skatole in our country (1.20 µg/g and 0.19 µg/g respectively) were above the European mean, regardless on the season. The percentage of carcasses with androstenone and skatole levels higher than 1.0 µg/g and 0.21 µg/g was 17% in our country and 7% in all the European countries studied. In the sensory characterisation of the androstenone and the skatole there was a lot of confusion among attributes, probably due to insufficient training and also, due to a high number of groups of classifications of the loins, which were not different enough. Boar loins with low and medium levels of androstenone and skatole (<1.0 and <0.21

$\mu\text{g/g}$ respectively) and gilt loins were sensory characterised by the same attribute 'sweet'. Consumers mainly refused the odour of the loins with high levels of skatole, regardless of the androstenone content. There were variations depending on the sex of the consumers (women were more discriminating than men), the age of the consumers and the country, the British being less discriminating in the acceptability. The anosmics or less sensitive to androstenone Spanish consumers gave the worst note of acceptability to the loins with high skatole level ($>0.21 \mu\text{g/g}$), independently of the androstenone level. The androstenone level influence in the notes of acceptability given by the highly sensitive consumers to androstenone (24% men and 37% women), are worse when the level of this substance is high ($>1.0 \mu\text{g/g}$) or medium ($<0.5 \mu\text{g/g}$). It can be concluded that the androstenone and skatole levels should be controlled, especially in the countries like Spain, where boar meat is consumed and where there are high levels of androstenone as well as with skatole. Boar taint has a complex sensory characterisation. Loins with boar taint have a low level of acceptability with consumers, especially if they are sensitive to androstenone and, if the sensitivity is not taken into account, the importance of androstenone is underestimated. A possible threshold that satisfies the most important part of the consumers in the conditions of this study would be the rejection of carcasses with (a) more than $0.21 \mu\text{g/g}$ of skatole, (b) more than $0.99 \mu\text{g/g}$ of androstenone or (c) more than $0.10 \mu\text{g/g}$ of skatole and more than $0.5 \mu\text{g/g}$ of androstenone.

ÍNDEX

PUBLICACIONS	xxi
PRÒLEG	xxiii
I. REVISIÓ BIBLIOGRÀFICA	
1. ASPECTES GENERALS	1
1.1. La qualitat sensorial.....	1
1.2. Evolució del sector porcí.....	1
2. PRODUCCIÓ I CONSUM DE PORCÍ	2
2.1. Producció porcina.....	2
2.2. Consum de carn de porc.....	4
2.3. Producció i consum de porcs mascles enters i castrats. Avantatges i inconvenients.	6
3. SUBSTÀNCIES RESPONSABLES DE L'OLOR SEXUAL	8
3.1. Escatol	9
3.1.1. Síntesi i distribució	9
3.1.2. Factors de variació de l'escatol.....	11
3.1.2.1. Composició de la dieta i antibiòtics.....	11
3.1.2.2. Condicions de cria i maneig dels animals	13
3.1.2.3. Factors genètics	15
3.1.2.4. Efecte de les hormones	15
3.2. Androstenona	16
3.2.1. Síntesi, distribució i eliminació.....	16
3.2.2. Factors de variació de l'androstenona.....	17
3.2.2.1. Edat i pes al sacrifici. Estat de maduresa sexual	18
3.2.2.2. Factors d'alimentació i de cria.....	19
3.2.2.3. Factors ambientals	19
3.2.2.4. Fisiologia dels testicles.....	20
3.2.2.5. Factors genètics	21
3.3. Mètodes per a disminuir l'olor sexual.....	22
4. ANÀLISI SENSORIAL DE LA CARN DE PORC	24
4.1. Definició i normativa existent.....	24
4.2. Tipus de proves	24
4.2.1. Panel de degustació entrenat.....	25
4.2.1.1. Perfil descriptiu convencional.....	26
4.2.1.2. Perfil de lliure elecció.....	27
4.2.2. Estudis de consumidors.....	28

4.3. L'anàlisi sensorial aplicada a l'estudi del problema de l'olor sexual en carn de porc.....	29
4.3.1. Panells de degustació.....	29
4.3.1.1. Llindar de detecció de l'androstenona i l'escatol.....	29
4.3.1.2. Atributs usats en l'avaluació de l'olor sexual de la carn de porc.....	30
4.3.1.3. Resultats obtinguts per diferents panells de degustació.....	31
4.3.1.3.1. Avaluació de la presència/absència d'olor sexual en els tres sexes.....	31
4.3.1.3.2. Avaluació de l'olor sexual en funció dels nivells d'androstenona i escatol.....	34
4.3.1.3.3. Avaluació de la importància de l'androstenona i l'escatol per perfil descriptiu.....	36
4.3.2. Estudis de consumidors.....	38
4.3.2.1. Actitud dels consumidors de diferents països respecte a la carn de porc.....	38
4.3.2.2. Anòmies.....	40
4.4. L'Anàlisi Procrustes Generalitzada. Aspectes generals.....	43
4.4.1. Transformacions.....	43
4.4.2. Evolució i aplicacions de l'anàlisi Procrustes generalitzada.....	45

II. OBJECTIUS 47

III. MATERIALS I MÈTODES

CAPÍTOL 1. NIVELLS D'ANDROSTENONA I ESCATOL SEGONS ELS PAÏSOS PARTICIPANTS I RÈPLIQUES. CARACTERÍSTIQUES DE LES MOSTRES UTILITZADES EN L'ANÀLISI SENSORIAL 49

1.1. Principis de l'estudi de recerca realitzat a 7 països de la Unió Europea.....	51
1.2. Participants i organització.....	51
1.3. Selecció dels animals.....	53
1.3.1. Quantitat i tipus d'animals seleccionats.....	53
1.3.2. Criteris de selecció de les canals.....	53
1.4. Obtenció de les mostres.....	54
1.5. Mètodes d'anàlisi dels nivells d'androstenona i escatol.....	55
1.6. Selecció dels lloms per a l'avaluació sensorial.....	56
1.7. Característiques de les mostres seleccionades per a l'anàlisi sensorial.....	59
1.8. Anàlisis estadístiques.....	60
1.8.1. Freqüència de distribució.....	60
1.8.2. Regressió lineal.....	60
1.8.3. Anàlisi de la variància.....	60

CAPÍTOL 2. PANEL DE DEGUSTACIÓ ENTRENAT. ELABORACIÓ DEL PERFIL DESCRIPTIU I AVALUACIÓ SENSORIAL DELS LLOMS.	63
2.1. Disseny de l'experiment	65
2.2. Metodologia de preparació de les mostres.....	65
2.3. Selecció i entrenament dels degustadors.....	66
2.4. Elaboració del perfil descriptiu.....	68
2.5. Anàlisi estadístiques	70
2.5.1. Estadística descriptiva.....	70
2.5.2. Anàlisi de la variància preliminar	70
2.5.3. Anàlisi de la variància encaixada o jerarquizada.....	71
2.5.4. Anàlisi Procrustes Generalitzada	73
CAPÍTOL 3. ESTUDIS DE CONSUMIDORS. INFLUÈNCIA DE LA SENSIBILITAT A L'ANDROSTENONA EN LA RESPOSTA DELS CONSUMIDORS.	83
3.1. Disseny de l'experiment	85
3.2. Metodologia de preparació de les mostres.....	86
3.3. Estudis de consumidors efectuats	87
3.4. Avaluació sensorial.....	87
3.4.1. Classificació dels consumidors prèvia a l'avaluació sensorial	88
3.4.2. Avaluació sensorial dels llocs.....	88
3.5. Classificació dels consumidors segons la sensibilitat a l'androstenona	89
3.6. Anàlisi estadístiques	89
3.6.1. Estadístic Xi-quadrat de Pearson.....	89
3.6.2. Mètode Lowess.....	90
3.6.3. Anàlisi de la variància.....	90
3.6.3.1. Acceptabilitat segons el contingut d'androstenona i escatol	90
3.6.3.2. Acceptabilitat segons la sensibilitat a l'androstenona	91
3.6.4. Ponderació de les puntuacions d'olor i flavor	91

IV. RESULTATS

CAPÍTOL 1. CARACTERITZACIÓ PER PAÏSOS I ESTACIONS DE L'ANY DE LA POBLACIÓ PORCINA SEGONS ELS NIVELLS D'ANDROSTENONA I ESCATOL EN EL GREIX DE LA CANAL.....	93
1.1. Característiques de les canals utilitzades	95
1.2. Rectificació de les mesures ràpides d'androstenona.....	96
1.3. Nivells d'androstenona i escatol de porcs mascles enters entre països i estacions de l'any	96
1.4. Freqüència de distribució de l'androstenona i l'escatol.....	99
1.5. Nivells d'androstenona i escatol segons el pes de la canal i el percentatge de magre.....	101

CAPÍTOL 2. PERFIL DESCRIPTIU I CARACTERITZACIÓ SENSORIAL DELS LLOMS PEL PANEL DE DEGUSTADORS ENTRENATS.	103
2.1. Lliniar de detecció dels degustadors seleccionats	105
2.2. Consistència en l'ús dels descriptors durant l'entrenament.....	105
2.3. Perfil sensorial	107
2.4. Avaluació de la discrepància entre degustadors en l'ús de les escales	109
2.5. Avaluació de les diferències entre cèl·lules.....	110
2.6. Resultats de l'anàlisi procrustes generalitzada	114
2.6.1. Variació explicada per cada dimensió	114
2.6.2. Transformacions de l'APG	115
2.6.3. Anàlisi de la variància procrustiana (PANOVA).....	117
2.6.4. Avaluació de les mostres pels degustadors	119
2.6.5. Relació entre els atributs i la cèl·lula avaluada	122
CAPÍTOL 3. ACCEPTABILITAT DELS LLOMS SEGONS ELS NIVELLS D'ANDROSTENONA I ESCATOL EN 7 PAÏSOS EUROPEUS. INFLUÈNCIA DE LA SENSIBILITAT A L'ANDROSTENONA EN LA RESPOSTA DELS CONSUMIDORS ESPANYOLS.	129
3.1. Perfil dels consumidors participants.....	131
3.2. Respostes obtingudes en els estudis europeus de consumidors	132
3.2.1. Influència del país d'origen dels consumidors en l'acceptació del llom de mascle enter.....	133
3.2.2. Influència de l'edat i el sexe dels consumidors en l'acceptació del llom de mascle enter.....	136
3.2.3. Influència del nivell d'androgenona i escatol del llom en la resposta dels consumidors	138
3.2.4. Comparació entre l'acceptabilitat del llom de mascle enter respecte el de femella.....	144
3.3. Efecte de la sensibilitat a l'androgenona en la resposta dels consumidors	147
3.3.1. Classificació dels consumidors segons la seva sensibilitat.....	147
3.3.2. Resposta dels consumidors en funció de la sensibilitat.....	148
3.3.3. Representació gràfica de les puntuacions dels consumidors.....	151
<i>V. DISCUSSIÓ DELS RESULTATS</i>	
CAPÍTOL 1.	153
1.1. Característiques de les canals estudiades.....	155
1.2. Influència del país i l'estació de l'any en els nivells d'androgenona i escatol.....	155

1.3. Freqüència de distribució de l'androstenona i l'escatol segons llindars d'acceptació d'aquestes substàncies pels consumidors	158
1.4. Nivells d'androstenona i escatol segons el pes de canal i el percentatge de magre.....	160
CAPÍTOL 2.	163
2.1. Llindar de detecció del panel	165
2.2. Consistència en l'ús de descriptors en el perfil.....	165
2.3. Descriptors escollits per a caracteritzar l'olor sexual	166
2.4. Els degustadors.....	167
2.4.1. Justificació de l'ús de l'apg	167
2.4.2. Transformacions de les matrius inicials	169
2.5. Avaluació dels lloms.....	170
2.5.1. Puntuació de les diferents cèl·lules segons els degustadors	170
2.5.2. Relació dels atributs amb les diferents cèl·lules.....	172
CAPÍTOL 3.	177
3.1. Resposta dels consumidors segons els països estudiats	179
3.2. Influència de l'edat i sexe dels consumidors	185
3.3. Influència de la sensibilitat a l'androstenona en la resposta dels consumidors.....	186
VI. CONCLUSIONS	189
VII. BIBLIOGRAFIA	191
VIII. ANNEXOS	
ANNEX I: Anàlisi Procrustes Generalitzada	213
ANNEX II: Ordre de presentació de les mostres als degustadors	223
ANNEX III: Entrenament del panel de degustadors	225
ANNEX IV: Mitjana, desviació i resultats de l'anàlisi de la variància preliminar de les dades del panel de degustació	231
ANNEX V: Mostres avaluades en cada sessió pels diferents consumidors.....	253
ANNEX VI: Ordre de presentació de les mostres als diferents consumidors segons la sessió.....	255
ANNEX VII: Qüestionari usat en la prova de consumidors	257
ANNEX VIII: Característiques definitòries dels atributs valorats pel panel entrenat	261

ÍNDIX DE FIGURES

I. REVISIÓ BIBLIOGRÀFICA

Figura I 1:	Producció, consum, importacions i exportacions a la U.E. dels 15 (O.C.D.E., 1998).....	4
Figura I 2:	Relació entre el contingut d'androstenona, escatol i indol amb la puntuació sensorial de l'olor sexual (Hansson <i>et al.</i> , 1980).	9
Figura I 3:	Etaques de la formació de l'escatol a partir de l'aminoàcid triptòfan (Jensen i Jensen, 1998).	10
Figura I 4:	Distribució de l'escatol (Hansen-Møller i Kjeldsen, 1998).....	11
Figura I 5:	Síntesi, distribució i eliminació de l'androstenona (Bonneau, 1982).....	17
Figura I 6:	Variació del contingut d'esteroides anaerobis i androstenona amb l'edat/pes dels porcs (Claus <i>et al.</i> , 1994).	18
Figura I 7:	Concentracions de 16-androstens ($\mu\text{g/g}$) en greix en 4 races segons(1) Xue <i>et al.</i> (1996) i (2) Squires <i>et al.</i> (1996).....	22
Figura I 8:	Percentatge de consumidors anòsmics o poc sensibles a l'androstenona (Gilbert i Wysocki, 1987).....	42
Figura I 9:	Transformacions efectuades per l'anàlisi Procrustes generalitzada per dues configuracions (clara i fosca) de tres mostres (figures geomètriques) en dues dimensions. (Guerrero, 1996a).	44

III. MATERIALS I MÈTODES

Figura III 1:	Esquema de l'obtenció de les mostres de llom a partir de la mitja canal de l'animal.....	55
Figura III 2:	Procediment de selecció de les canals per a obtenir els lloms utilitzats en l'anàlisi sensorial.	57
Figura III 3:	Procés de preparació dels lloms del múscul <i>Longissimus thoracis et lumborum</i> per a l'anàlisi sensorial analítica.....	66
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).	73
Figura III 5:	Representació de l'estructura de les dades d'un perfil de lliure elecció: n mostres avaluades per m degustadors i usant pi atributs (Dijksterhuis, 1996).	75

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.	81
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.	82
Figura III 8:	Procés de preparació del llom per a l'estudi de consumidors.	86

IV. RESULTATS

Figura IV 1:	Histogrames de les concentracions d'androstenona en l'escala original i en la logarítmica.	97
Figura IV 2:	Histogrames de les concentracions d'escatol en l'escala original i en la logarítmica.	97
Figura IV 3:	Freqüència de les distribucions (%) de les concentracions d'androstenona en greix de mascles enters per a l'estat espanyol i la global per als països europeus participants en l'obtenció de mostres (Regne Unit, Dinamarca, França, Suècia, Holanda i Espanya).	100
Figura IV 4:	Freqüència de les distribucions (%) de les concentracions d'escatol en greix de mascles enters per a l'estat espanyol i la global per als països europeus participants en l'obtenció de mostres (Regne Unit, Dinamarca, França, Suècia, Holanda i Espanya).	101
Figura IV 5:	Qüestionari definitiu per a l'avaluació d'olor dels lloms de porc (andros: androstenona i skato: escatol).	109
Figura IV 6:	Representació del percentatge de variació explicada per cada dimensió després d'aplicar l'anàlisi Procrustes generalitzada.	114
Figura IV 7:	Posició dels diferents degustadors de la primera rèplica després de cada una de les transformacions de l'anàlisi Procrustes generalitzada.	116
Figura IV 8:	Posició dels diferents degustadors de la segona rèplica després de cada una de les transformacions de l'anàlisi Procrustes generalitzada.	117

Figura IV 9: Representació de la situació de cada una de les cèl·lules per a cada degustador en la primera rèplica. La 1a dimensió explica el 40% de la variació mentre que la 2a el 22%.....	121
Figura IV 10: Representació de la situació de cada una de les cèl·lules per a cada degustador en la segona rèplica. La 1a dimensió explica el 50% de la variació mentre que la 2a el 18%.....	122
Figura IV 11: Representació per a la 1a rèplica de les dues primeres dimensions de les cèl·lules consens de tots els degustadors, passades a una escala de 0 a 1, i de les correlacions significatives de cada un dels atributs d'olor. Els colors canvien segons el nombre de degustadors que van situar cada atribut en les diferents zones i, en el cas que només un degustador l'hi col·loqués, el número d'aquest degustador s'indica darrera el nom de l'atribut (androst:androstenona). xy: indica nivell d'androstenona (x) i d'escatol (y) essent alt (a), mitjà (m) o baix (b).....	125
Figura IV 12: Representació per a la 1a rèplica de les dues primeres dimensions de les cèl·lules consens de tots els degustadors, passades a una escala de 0 a 1, i de les correlacions significatives de cada un dels atributs de flavor. Els colors canvien segons el nombre de degustadors que van situar cada atribut en les diferents zones i, en el cas que només un degustador l'hi col·loqués, el número d'aquest degustador s'indica darrera el nom de l'atribut (androst:androstenona). xy: indica nivell d'androstenona (x) i d'escatol (y) essent alt (a), mitjà (m) o baix (b).....	126
Figura IV 13: Representació per a la 2a rèplica de les dues primeres dimensions de les cèl·lules consens de tots els degustadors, passades a una escala de 0 a 1, i de les correlacions significatives de cada un dels atributs d'olor. Els colors canvien segons el nombre de degustadors que van situar cada atribut en les diferents zones i, en el cas que només un degustador l'hi col·loqués, el número d'aquest degustador s'indica darrera el nom de l'atribut (androst:androstenona). xy: indica nivell d'androstenona (x) i d'escatol (y) essent alt (a), mitjà (m) o baix (b).....	127
Figura IV 14 : Representació per a la 2a rèplica de les dues primeres dimensions de les cèl·lules consens de tots els degustadors, passades a una escala de 0 a 1, i de les correlacions significatives de cada un dels atributs de flavor. Els colors canvien segons el nombre de degustadors que van situar cada atribut en les diferents zones i, en el cas que només un degustador l'hi col·loqués, el número d'aquest degustador s'indica darrera el nom de l'atribut (androst:androstenona). xy: indica nivell d'androstenona (x) i d'escatol (y) essent alt (a), mitjà (m) o baix (b).....	128
Figura IV 15: Representació de la corba de regressió Lowess de les puntuacions d'olor dels consumidors dels diferents paísos en funció del contingut d'escatol dels lloms.....	140

Figura IV 16: Representació de la corba de regressió Lowess de les puntuacions de flavor dels consumidors dels diferents països en funció del contingut d'escatol dels lloms.....	141
Figura IV 17: Representació de la corba de regressió Lowess de les puntuacions d'olor dels consumidors dels diferents països en funció del contingut d'androstenona dels lloms.....	142
Figura IV 18: Representació de la corba de regressió Lowess de les puntuacions de flavor dels consumidors dels diferents països en funció del contingut d'androstenona dels lloms.	143
Figura IV 19: Diferència de puntuacions d'olor i flavor entre el llom de mascle enter (classificat per cèl·lules segons nivells d'androstenona i escatol) i el de femella per a cada país i la global de tots els països. L'asterisc indica que la diferència de puntuació entre aquella cèl·lula i la de femelles és significativa ($P < 0.05$). Els valors entre parèntesi són les puntuacions mitjanes donades a les femelles (escala: 1- m'agrada moltíssim a 7-em desagrada moltíssim; xy: indica contingut d'androstenona (x) i escatol (y) baix (b), mitjà (m) o alt (a))......	146
Figura IV 20: Representació de la interacció entre nivells d'androstenona i d'escatol per a les puntuacions de flavor (a) i d'olor (b).	150
Figura IV 21: Acceptació de l'olor i el flavor (puntuacions ponderades) del llom de porc cuit per part dels consumidors espanyols dependent dels nivells d'androstenona i escatol (primera lletra: nivell d'androstenona; segona lletra: nivell d'escatol; b=baix, m=mitjà, a=alt; ff=femella) i de la sensibilitat d'aquests a l'androstenona.....	152

ÍNDIX DE TAULES

I. REVISIÓ BIBLIOGRÀFICA

Taula I 1:	Percentatge del cens de porcí espanyol per comunitats autònomes (CC.AA).....	4
Taula I 2:	Consum per càpita anual de carn (kg) a Europa el 1997.....	5
Taula I 3:	Creixement i característiques de la canal per als tres sexe segons el tipus de règim alimentari (Kempster, 1989).....	6
Taula I 4:	Continguts mitjans d'escatol i androstenona ($\mu\text{g/g}$) per als tres sexes.	8
Taula I 5:	Recull de diferents experiments on s'estudia la influència de diferents components de la dieta en els nivells d'escatol.....	14
Taula I 6:	Llindars de detecció per a l'olor de l'androstenona i l'escatol.	30
Taula I 7:	Principals resultats obtinguts de l'avaluació sensorial de l'olor sexual segons el sexe dels animals.	33
Taula I 8:	Correlacions entre els continguts d'androstenona i escatol i l'olor sexual.	35
Taula I 9:	Principals resultats dels estudis de consumidors en diferents països.	41

III. MATERIALS I MÈTODES

Taula III 1:	Distribució de les tasques entre les organitzacions participants (Bonneau <i>et al.</i> , 2000 modificada).....	52
Taula III 2:	Animals seleccionats per país i rèplica (1a rèplica: porcs sacrificats a l'estiu i 2a rèplica: sacrificats a l'hivern).	53
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.	58
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).	58
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.	59
Taula III 6:	Concentracions d'androstenona i escatol en oli de gira-sol refinat usades per a la selecció dels degustadors.	67
Taula III 7:	Concentracions d'escatol i androstenona de les mostres de l'olor utilitzades per a l'estudi del perfil descriptiu de l'olor.	68

Taula III 8:	Concentracions d'escatol i androstenona de les mostres de l'om utilitzades per a l'estudi del perfil descriptiu del flavor.....	69
Taula III 9:	Concentracions ($\mu\text{g/g}$) d'escatol i d'androstenona de les mostres utilitzades en els test de quantificació dels atributs d'olor i flavor de les sessions 3 i 4.....	70
Taula III 10:	Atributs d'olor i de flavor escollits per cada un dels degustadors en la primera rèplica.	76
Taula III 11:	Atributs d'olor i de flavor escollits per cada un dels degustadors en la segona rèplica.....	77
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.....	79
Taula III 13:	Participants de cada país en l'estudi de consumidors i nombre de llocs on es va fer l'estudi.	87

IV. RESULTATS

Taula IV 1:	Característiques de la mostra utilitzada a l'estat espanyol i a tots els països participants conjuntament (Regne Unit, Dinamarca, França, Suècia, Holanda i Espanya).	95
Taula IV 2:	Mitjana aritmètica dels nivells d'androstenona i escatol del greix (en $\mu\text{g/g}$) procedent de porcs mascles enters segons país i rèplica (estació de l'any en què es van sacrificar).	98
Taula IV 3:	Coeficients de correlació entre les característiques de qualitat de la canal (pes i % de magre) i els compostos responsables de l'olor sexual (androstenona i escatol) per a tots els països europeus participants en el projecte (part superior del triangle i lletra normal) i per a l'estat espanyol (part inferior del triangle i en itàlica).....	102
Taula IV 4:	Llindar de detecció per a l'escatol i l'androstenona dels diferents degustadors.....	105
Taula IV 5:	Resum dels descriptors utilitzats i seleccionats per a cada degustador en el perfil.....	106
Taula IV 6:	Freqüència d'ús dels descriptors seleccionats per a cada degustador en el perfil.....	108
Taula IV 7:	Significació global del panel per a cada atribut d'olor.....	111
Taula IV 8:	Significació global del panel per a cada atribut de flavor.....	111
Taula IV 9:	Mitjana de cada cèl·lula per a cada atribut d'olor.....	113
Taula IV 10:	Mitjana de cada cèl·lula per a cada atribut de flavor.	113
Taula IV 11:	Anàlisi de la variància procrustiana (PANOVA) per a la primera rèplica.	118
Taula IV 12:	Anàlisi de la variància procrustiana (PANOVA) per a la segona rèplica.....	118
Taula IV 13:	Distribució dels consumidors avaluats a cada un dels països participants segons el sexe i l'edat.....	131

Taula IV 14:	Distribució dels consumidors avaluats a cada un dels països participants segons la freqüència en què consumeixen carn de porc fresca.....	132
Taula IV 15:	Distribucions de les puntuacions d'olor (%) dels consumidors segons el país d'origen i el tipus de llom.....	134
Taula IV 16:	Distribucions de les puntuacions de flavor (%) dels consumidors segons el país d'origen i el tipus de llom.....	135
Taula IV 17:	Distribucions de les puntuacions d'olor (%) donades pels consumidors al llom de mascle enter segons la classificació d'aquest per sexe i edat.....	137
Taula IV 18:	Distribucions de les puntuacions de flavor (%) donades pels consumidors al llom de mascle enter segons la classificació d'aquest per sexe i edat.....	138
Taula IV 19:	Distribució dels consumidors (%) segons la seva sensibilitat a l'androstenona.....	147
Taula IV 20:	Mitjana per mínims quadrats i desviació estàndard residual (RSD) de les puntuacions d'olor i flavor de llom de porc cuit pels consumidors espanyols segons la sensibilitat d'aquests a l'androstenona (Taula IV 19) i segons els nivells ($\mu\text{g/g}$) d'escatol (mesures ràpides) i androstenona (ELISA), mesurats en el greix dels lloms.....	148
Taula IV 21:	Mitjana per mínims quadrats (MMQ) i error estàndard (ES) de la interacció entre la sensibilitat a l'androstenona i els nivells d'androstenona mesurats en el greix de les puntuacions d'olor donades pels consumidors espanyols en olorar els lloms de porc cuits.....	149

PUBLICACIONS

PUBLICACIONS A REVISTES

- Bonneau M., Walstra P., Claudi-Magnussen C., Kempster A.J., Tornberg E., Fischer K., Diestre A., Siret F., Chevillon P., Claus R., Dijksterhuis G.B., Punter P., Matthews K.R., Agerhem H., Beague M. P., Oliver M.A., Gispert, M., Weiler U., von Seth G., Leask H., Font i Furnols M., Homer D.B. i Cook, G.L. (2000). An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: IV. Simulation studies on consumer dissatisfaction with entire male pork and the effect of sorting out carcasses on the slaughter line, main conclusions and recommendations. *Meat Science*, 54: 285-295.
- Dijksterhuis G.B., Walstra P., Font i Furnols M., Engel, B., Agerhem H., Fischer K., Oliver M.A., Claudi-Magnussen C., Siret F., Beague M.P., Homer, D.B. i Bonneau M. (2000). An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: II. Sensory evaluation by trained panels in seven European countries. *Meat Science*, 54: 261-269.
- Matthews, K.R., Homer D.B., Punter, P., Beague, M.P., Gispert, M., Kempster, A.J., Agerhem H., Claudi-Magnussen C., Fischer, K., Siret, F., Leask ,H., Font i Furnols, M. i Bonneau M. (2000). An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: III. Consumer survey in seven European countries. *Meat Science* , 54: 271-283.
- Font i Furnols, M., Guerrero, L., Serra, X., Rius, M.A. i Oliver, M.A. (2000). Sensory characterization of boar taint in entire male pigs. *Journal of Sensory Studies*. (en premsa).
- Font i Furnols, M. i Oliver, M.A. (1999). Production and consumption of pork meat with different levels of boar taint: a review". *Food Science and Technology International. Ciencia y Tecnología de los Alimentos Internacional*, 5 (5):367-375.
- Weiler, U., Font i Furnols, M., Fischer, K., Kemmer, H., Oliver, M.A., Gispert, M., Dobrowolski, A. i Claus, R. (2000). Influence of differences in sensitivity to perceive androstenone on the acceptance of boar meat differing in skatole and androstenone concentrations. *Meat Science*, 54: 297-304.

PUBLICACIONS A LLIBRES

- Dijksterhuis, G., Walstra, P., Agerhem, H., Font i Furnols, M., Oliver, M.A., Siret, F., Beague, M.P., Claudi-Magnussen, C., Fisher, K. i Cook, G. (1997). Sensory panels on boars: Preliminary results. A: *Boar taint in entire male pigs. Stockolm, Sweden*. M. Bonneau, K. Lundström i B. Malmfors (eds.). pàg.:20-28. Wageningen Pers. EAAP Publications Núm. 92.

Matthews, K.R., Agerhem, H., Beague, M.P., Claudi-Magnussen, C., Cook, G.L., Fischer, K., Font i Furnols, M., Gispert, M., Punter, P. i Siret, F. (1997). EU AIR Project on boar taint: Preliminary analysis of the results of the consumer surveys. A: *Boar taint in entire male pigs. Stockholm, Sweden*. M. Bonneau, K. Lundström i B. Malmfors (eds.). pàg.: 29-36. Wageningen Pers. EAAP Publications Núm. 92.

PARTICIPACIÓ A JORNADES, SIMPOSIUMS I CONGRESSOS

Font i Furnols, M., Gispert, M., Oliver, M.A. i Diestre, A., (1999). Niveles de androstenona y escatol en machos enteros producidos en España. *VIII Jornadas sobre Producción Animal*. Zaragoza. Volum II, 20: 603-605.

Font i Furnols, M., Guerrero, L., Serra, X. i Oliver, M.A. (1998). Sensory characterization of boar taint. *Sense & Sensibility. The 3rd Pangborn Sensory Science Symposium*. Ålesund, Norway. 9-13 agost.

Oliver, M.A., Weiler, U., Fischer, K., Font i Furnols, M., Gispert, M., Diestre, A. i Claus, R. (1998). Consumer responses of pig meat depending on the sensitivity to androstenone. *International Congress of Meat Science and Technology*. Barcelona. 31 agost-4 setembre

PRÒLEG

La cultura del porc ve de molt antic i és un fet diferencial entre dues visions molt diferents de l'alimentació. És l'apassionat símbol entre dues concepcions del món, entre les contradiccions dels seus adoradors o porcòfils i els seus debel·ladors o porcòfobs. Ambdues civilitzacions, porcòfila i porcòfoba, conviuen en la mateixa conca geogràfica, la Mediterrània. Són porcòfobs els països musulmans, ja siguin d'origen àrab, beduí o turc. Són porcòfiles les nacions de la Mediterrània nord occidental, com també Grècia, Xipre, Malta, sense oblidar els països balcànics (Croàcia, etc.) i alguns de l'Est (Ucraïna, Geòrgia). Però també són porcòfils la resta de països propers, incloent-hi tant l'Europa atlàntica com la de més el nord i, per descomptat la Xina. A més, com a zones porcòfiles hi podríem afegir Oceania i Amèrica (regió del Carib, Mèxic, Estats Units,...).

A l'actual Iran (actualment porcòfob) s'hi van trobar restes d'un porc de 7000 anys. A Catalunya, a coves prehistòriques de Serinyà (Paleolític) i altres, també es van trobar restes de porcs. En l'època dels grecs i romans ja existia la cultura del porc i probablement, la gran tradició mediterrània de pernils i embotits és d'origen romà. En avançar en el temps arribem a l'edat mitjana en què creix la importància del consum de porc, un cop superat el "trauma" de la invasió àrab. A la península Ibèrica, Sicília (i més tard a l'est d'Europa), etc., la confrontació amb jueus i musulmans converteix la festa de matar porc en una exhibició de fe cristiana.

A partir d'aquesta època fins a l'actualitat el porc i els seus derivats en els països porcòfils ha estat un fet usual que fins i tot ha quedat reflectit en la producció literària, ja sigui en llibres exclusivament de cuina (per exemple: 'Libre de Sent Soví' de finals del segle XIII-principis del XIV; 'Libre del Coch' del Mestre Robert Nola del segle XV i 'Arte de cocina, pastelería, vizcochería y conservería' escrit el 1611 per Francisco Martinez Montañó, cuiner del rei espanyol Felip IV) com en novel·les (per exemple: 'El Ingenioso Hidalgo don Quijote de la Mancha' escrita el 1605 per Miguel de Cervantes, 'Disertaciones' de Francisco Calvo Cervero del 1789 i del segle XIX l'obra 'Fortunata y Jacinta' de Benito Pérez Galdós entre d'altres).

Hi ha una anècdota que diu que, inquirint un camperol gallec sobre quina peça d'aviram –la carn de luxe, antigament, per antonomàsia- li agradava més, després de rumiar-s'ho una estona va contestar: "si o porco voasse..." (si el porc volés...).

Fàbrega, 1996

I. REVISIÓ BIBLIOGRÀFICA

II. OBJECTIUS

III. MATERIALS I MÈTODES

IV. RESULTATS

V. DISCUSSIÓ DELS RESULTATS

VI. CONCLUSIONS

VII. BIBLIOGRAFIA

VIII. ANNEXOS