

CAPÍTOL 1.

1.1. Característiques de les canals estudiades

L'interval del contingut de magre per a tots els països participants en el projecte va anar des del 41 fins al 67%. El percentatge de magre de les canals estudiades en el nostre país va ésser similar al de la mitjana europea. La mitjana del percentatge de magre a Espanya ha anat augmentant aproximadament un 0.6% per any essent el 1997 de 57.82% (Gispert *et al.*, 1997). Per tant, les canals seleccionades per a aquest estudi en aquest país van tenir una mitjana semblant a la nacional.

Respecte al pes de les canals, aquest va variar entre 48 i 106 kg. Aquesta gran variabilitat pot ser deguda als diferents pesos de sacrifici entre països ja que el Regne Unit té canals amb menys pes que la resta de països i a Holanda i a Suècia són més pesades (Walstra *et al.*, 1999). El pes mitjà de les canals seleccionades per al nostre país (78 kg) està en consonància amb la mitjana de pes canal que el 1997 va ser de 78.5 kg (Gispert *et al.*, 1997).

Degut al problema en les determinacions ràpides d'androstenona, el percentatge de lloms procedents dels animals seleccionats per a cada cèl·lula per a les anàlisis sensorials no van ser equilibrats malgrat entre països no hi hagueren diferències. Així doncs, observant les dades presentades en la **Taula III 4** sobre els mascles enters seleccionats en tots els països participants es pot veure com, tenint en compte només el contingut d'escatol, el nombre d'animals per a cada grup va ser semblant tot i que amb una lleugera diferència per al grup amb baix contingut d'escatol respecte el de contingut mitjà i alt. Per a l'androstenona, en canvi, els tres grups van ser més desproporcionats, essent el grup amb nivells d'androstenona baixos el majoritari (més del 50% de les mostres seleccionades). Així, en l'avaluació sensorial cal tenir en compte que, degut a la lleugera sobreestimació del contingut d'androstenona en la 1a rèplica i a la gran sobreestimació d'aquest contingut en la 2a rèplica, es van avaluar més mostres amb baixos nivells d'aquesta substància i, per tant, es va subestimar aquesta.

1.2. Influència del país i l'estació de l'any en els nivells d'androstenona i escatol

Les femelles van presentar concentracions d'androstenona molt baixes, resultat lògic si es té en compte que aquesta substància se sintetitza als testicles (Gower, 1972). No obstant això, també per a l'escatol els nivells en les femelles van ser molt baixos i, malgrat que es desconeix la principal raó d'aquesta diferència amb els mascles, hi ha

algunes teories que ho intenten explicar però que no s'han demostrat completament (Claus *et al.*, 1994 i Babol *et al.*, 1997b). En alguns casos, però, els nivells d'escatol de les femelles van ser més elevats i van arribar a un valor màxim de 0.15 µg/g, nivell que supera les concentracions mitjanes dels mascles enters.

Les concentracions mitjanes d'androstenona de les canals mostrejades a Dinamarca (**Taula IV 2**) foren superiors i les d'escatol iguals a les d'un treball realitzat per Støier (1994) que van ser de 0.65 i 0.09 µg/g respectivament. Les diferències en el contingut d'androstenona, en principi, no eren degudes al mètode de mesura (HPLC en l'estudi danès i ELISA en el nostre) ja que segons Claus *et al.* (1997a i b) la correlació entre els dos mètodes és molt bona ($r=0.96$).

També les concentracions d'androstenona del nostre país (**Taula IV 2**) van ser més elevades a les trobades anteriorment per Arpa *et al.* (1988) que van ser de 0.63 µg/g de mitjana amb un màxim i un mínim de 2.39 i 0.05 µg/g respectivament. Aquestes diferències, degut a què el mètode de mesura en els dos treballs va ser el mateix, es poden haver donat per variacions en el tipus genètics dels animals estudiats o, fins i tot, hi pot haver influït el pes al sacrifici, lleugerament inferior (76.5 ± 10.4 kg) en el treball d'Arpa *et al.* (1988).

Respecte a la influència de l'estació de l'any de sacrifici en les concentracions d'androstenona, hi ha una explicació fisiològica deguda a un metabolisme i una reproducció estacionals que, encara avui es pot veure en porcs senglars (Claus *et al.*, 1983 i Andersson *et al.*, 1997a). De tota manera, en porcs domèstics actualment no s'observa malgrat s'havia vist antigament. Per això, en les diferents estudis efectuats, igual que es confirma en aquest mateix treball, no s'ha pogut determinar d'una manera clara una influència de l'estació de l'any en els nivells d'androstenona.

Així per exemple, observant tots els països d'aquest estudi en global no es van trobar diferències significatives, coincidint amb el treball de Neupert *et al.* (1995). Observant país a país, els resultats trobats van ser només significativament diferents en el Regne Unit i a Holanda però en direccions contràries. D'aquesta manera, en el Regne Unit, les concentracions d'androstenona van ser superiors en el greix dels porcs sacrificats a l'estiu, mentre que a Holanda, van ser significativament superiors en el greix dels porcs sacrificats a l'hivern. La influència del règim lumínic en els nivells d'androstenona va ser trobada per Claus (1979) i Keller *et al.* (1997) de manera que la concentració d'androstenona disminuï a quan la llargada del dia augmentava. Walstra i Garssen (1995) van trobar majors nivells d'androstenona al final de la primavera que al final de l'estiu. Aquests estudis però, són difícils de comparar degut a diferències en

els tipus genètics dels animals i, fins i tot, en el pes al sacrifici, períodes d'engreixament i mesos de l'any estudiats. En general es pot afirmar que els resultats no són consistents respecte a l'augment o a la disminució de la llargada del dia en els nivells d'androstenona, almenys en condicions comercials.

En aquest estudi es van detectar majors nivells d'escatol en el greix dels porcs sacrificats a l'estiu respecte a l'hivern a tots els països en global i, individualment, en el Regne Unit, Suècia i Holanda. Ara bé, malgrat existir diferències significatives ($P < 0.05$) entre aquests nivells, la major diferència entre rèpliques va ser de $0.05 \mu\text{g/g}$, i, aquesta quantitat, no és suficientment gran com per a considerar-la important. Andersson *et al.* (1995), Hansen *et al.* (1994) i Lundström i Malmfors (1993b) també van trobar un efecte estacional que, en els dos darrers treballs citats es va poder atribuir a les altes temperatures. Semblaria que la major temperatura durant el període estival augmentaria la concentració d'escatol (provinent de les femtes) a l'aire, afavorint així una major concentració d'aquesta substància en el greix subcutani. De tota manera, els diferents experiments són difícils de comparar ja que els períodes de creixement dels animals no són exactament els mateixos i varien segons l'augment o la disminució de la llargada del dia. En general, però, sembla que en condicions comercials, les diferències entre els nivells d'escatol en porcs sacrificats a l'estiu o a l'hivern són petites.

La interacció significativa entre el país de producció i l'estació de l'any en les concentracions d'androstenona i escatol indica poca consistència entre les rèpliques. Les concentracions d'aquestes dues substàncies van ser diferents segons el país de producció i, lògicament, no necessàriament països amb elevades concentracions d'androstenona tenien elevades concentracions d'escatol (**Taula IV 2**), circumstància que es dona en el nostre estat. Holanda, per exemple, malgrat tenir nivells d'androstenona dels més baixos és dels països que va presentar majors nivells d'escatol i Suècia, tot i situar-se entre els països amb menor nivell d'escatol, va ser dels que presentava majors concentracions d'androstenona. Dinamarca també va presentar nivells d'androstenona bastant elevats respecte la resta mentre que els seus nivells d'escatol eren molt baixos. En aquest país habitualment es mesuren els nivells d'escatol en la línia de sacrifici i es penalitzen les canals amb elevades concentracions d'aquesta substància ($>0.20 \mu\text{g/g}$; Laue, 1998). Aquesta política sembla que ha estat adequada per tal de tenir nivells baixos d'aquest compost i, probablement, ho han aconseguit controlant l'alimentació dels animals i mantenint-los nets.

França va presentar nivells baixos tant d'androstenona com d'escatol. Cal tenir en compte que les produccions a França, Suècia i Holanda es van fer expressament per a

aquest estudi ja que habitualment no es produeixen mascles enters. Per això, els nivells reals d'androstenona i escatol que s'han trobat no reflexen els nivells d'aquests compostos en aquests països.

L'elevada concentració d'androstenona en els porcs procedents de l'estat espanyol (**Taula IV 2** o **Figura IV 3**) respecte a la mitjana europea d'aquest estudi pot ser deguda a diferències en el genotips dels animals avaluats i a la relació entre aquests i l'entrada a la maduresa sexual (Bonneau *et al.*, 1979 i Claus *et al.*, 1994). L'efecte del pes en aquest compost, per al cas d'Espanya no està massa clar ja que malgrat sacrificar els animals a pesos superiors en el Regne Unit i Dinamarca la resta de països participants (França, Suècia i Holanda) van sacrificar els animals més pesats. Respecte als elevats nivells d'escatol trobats en els porcs del nostre país (**Taula IV 2** o **Figura IV 4**), també respecte la mitjana europea de l'estudi, les diferents condicions de cria i de maneig (Hansen *et al.*, 1994 i 1995) entre països poden haver influït, de manera que, els sistemes utilitzats a l'estat espanyol, igual que a Holanda que també presenta elevats nivells d'aquesta substància, serien més propensos a augmentar aquests nivells o, almenys, no ajudarien a la disminució de la concentració d'aquest compost.

1.3. Freqüència de distribució de l'androstenona i l'escatol segons límits d'acceptació d'aquestes substàncies pels consumidors

El percentatge de canals amb alt nivell d'escatol (13%; $>0.21 \mu\text{g/g}$) va ser inferior al percentatge de canals amb elevats nivells d'androstenona (25%; $>0.99 \mu\text{g/g}$) i més si es considera el límit per a l'androstenona de $0.5 \mu\text{g/g}$ (56%). Aquests resultats també es van trobar en els treballs de Neupert *et al.* (1995) i Weiler *et al.* (1995). Per aquesta raó, malgrat sembla que cada vegada l'escatol pren major importància respecte a l'androstenona, aquesta no es pot deixar de banda ja que afecta a un elevat percentatge de canals.

En varis treballs s'han posat valors límits o límits de concentracions per a l'androstenona i l'escatol a partir dels quals els consumidors reaccionen de manera negativa a la carn procedent de mascles enters. Així per exemple, per a l'androstenona aquests valors van ser de $0.5 \mu\text{g/g}$ (Weiler *et al.*, 1995), $1.0 \mu\text{g/g}$ (Rhodes, 1971; Malmfors *et al.*, 1978; Lundström *et al.*, 1985 i Diestre *et al.* 1990) o ambdós (Bonneau i Desmoulin, 1982 i Desmoulin *et al.*, 1982). Per a l'escatol es van donar valors de $0.20 \mu\text{g/g}$ (Lundström *et al.*, 1985 i Berg *et al.*, 1993), de $0.25 \mu\text{g/g}$

(Mortensen i Sørensen, 1984; Bejerholm i Barton-Gade, 1993 i Weiler *et al.*, 1995) o ambdós (Mortensen *et al.*, 1986). Aquests nivells s'han usat freqüentment en estudis sensorials, tant en estudis de consumidors com en panels de degustadors entrenats, i com a criteri per a seleccionar canals. A partir de la **Figura IV 3** s'observa que, si s'utilitza el nivell de 0.5 µg/g d'androgenona com a concentració de refús per part dels consumidors, a nivell europeu es refusaria un 56% de les mostres i a Espanya un 66%. Aquest percentatge de refús disminuiria a 25 i 38% respectivament en cas que es prengués un nivell d'androgenona superior a 1 µg/g. A partir de la **Figura IV 14** i considerant només el nivell d'escatol, s'observa que amb una concentració lliardar de 0.21 µg/g a nivell europeu es refusarien un 13% de les canals i a Espanya un 26%. Aquests elevats percentatges per sobre de les concentracions lliardars d'ambdues substàncies no afavoreixen la producció de porcs mascles enters en mercats en què l'olor sexual constitueix un problema. Des del punt de vista econòmic i en les condicions actuals de producció, segons Walstra i Vermeer (1993), en els països en què actualment se sacrifiquen els mascles castrats no seria fàcil començar a produir els porcs enters, malgrat els avantatges econòmics que aquest tipus de producció suposa. Per tant, segons les condicions trobades en aquest estudi, caldria aplicar mesures que disminuïssin els nivells d'escatol i d'androgenona per tal de poder controlar el problema de l'olor sexual. Això permetria deixar de castrar els animals en els països en què aquests es castren. Dinamarca ho va intentar a principis dels 90 reduint només els nivells d'escatol, substància que consideren més important en el problema de l'olor sexual (Bejerholm i Barton-Gade, 1993). Ara bé, actualment tornen a produir majoritàriament enters degut als problemes de comercialització sorgits (Chris Claudi-Magnussen, comunicació personal). Tanmateix, a Espanya, aproximadament el 90% dels porcs mascles es produeixen enters (García i López Bote, 1991 i Diestre, 1994), tot i els elevats percentatges de canals amb alta concentració tant d'androgenona com d'escatol. Tenint en compte aquests resultats, seria convenient controlar els nivells d'ambdós compostos, especialment en països que, com Espanya, es troben per sobre de la mitjana europea i en què, a més, es produeixen principalment mascles enters i els consumidors, tal com es comentarà més endavant (capítol 3) accepten més malament els lloms amb elevats nivells d'aquests dos compostos. Espanya també està començant a exportar i això podria implicar un problema per a alguns mercats que no volen carn amb elevats nivells d'androgenona.

1.4. Nivells d'androstenona i escatol segons el pes de canal i el percentatge de magre

Els coeficients de correlació (**Taula IV 3**) que es van trobar per a tots els països productors conjuntament i per al nostre país entre els nivells d'androstenona i escatol (0.29 i 0.33 respectivament), tot i no ser gaire alts van ser semblants als trobats en altres treballs en què s'estudiaven els mateixos compostos. Així Bejerholm i Barton Gade (1993) i Støier (1994) van trobar un coeficient de 0.30, Lundström *et al.* (1984 i 1988) i Weiler *et al.* (1995) de 0.31, Annor-Fremptong *et al.* (1997c) de 0.34, Hansen-Møller (1994) de 0.37 i LeDenmat *et al.* (1993) de 0.42. En alguns estudis com els realitzats per Stamer *et al.* (1993) i Hennessy *et al.* (1995) aquest coeficient va ser menor (0.15 i 0.24 respectivament). Tanmateix en d'altres estudis va ser superior, de l'ordre de 0.44-0.45 en els treballs realitzats per Andressen *et al.* (1993) i Babol *et al.* (1997b) i de l'ordre de 0.54-0.55 en els treballs realitzats per Hansson *et al.* (1980) i Andersson *et al.* (1997b). En un estudi dut a terme per Bonneau *et al.* (1992) es va trobar un coeficient molt més elevat (0.73) si es compara amb la resta de treballs. En aquest estudi, però, es va partir d'una població molt esbiaixada en la qual hi havia molts animals amb elevats continguts d'escatol. Per tant, a excepció d'aquest darrer treball, la relació entre els dos compostos no es pot considerar important en cap dels estudis efectuats, malgrat les diferències entre ells.

Encara que els coeficients de correlació entre les característiques de qualitat de la canal (pes i percentatge de magre) i els compostos responsables de l'olor sexual siguin baixos (**Taula IV 3**), la relació va ser significativa degut probablement a l'ampli interval de pesos al sacrifici i a l'elevat nombre d'animals involucrats en l'estudi (Walstra *et al.*, 1999).

El contingut d'androstenona va augmentar en incrementar el pes al sacrifici i en disminuir el percentatge de magre. Aquests dos paràmetres de qualitat de la canal també van ser estudiats per Walstra i Garssen (1995) que van trobar resultats similars. L'efecte del pes sobre els nivells d'androstenona en alguns estudis va estar significatiu (Bonneau, 1987; Brennan *et al.*, 1986 i Støier, 1994), igual que en aquest treball, malgrat tenir correlacions molt baixes. En d'altres estudis (Arpa *et al.*, 1988; Le Denmat *et al.*, 1993; Neupert *et al.*, 1995; Malmfors *et al.*, 1978 i Von Seth *et al.*, 1995) no es va trobar significació. Per tant, l'efecte no està clar. Aquestes diferències o contradiccions en els resultats poden ser degudes a diferents intervals de pesos i races estudiats, ja que el contingut d'androstenona depèn de l'estat de maduresa sexual dels animals i aquest és diferent segons la raça o el pes d'aquests. Per exemple, Squires i Lou (1995) van trobar un augment dels nivells d'androstenona amb el pes en estudiar

porcs de la raça Yorkshire però no el van observar en porcs de les races Duroc, Hampshire i Landrace. La correlació entre el percentatge de magre i els nivells d'androstenona va ser inferior a la trobada per Andersson *et al.* (1997b) que fou de -0.25.

La correlació entre el percentatge de magre i els nivells d'escatol és negativa malgrat hi ha resultats diferents pel que fa a la significació d'aquesta. Així i coincidint amb aquest estudi, Lundström i Malmfors (1993b) i Andersson *et al.* (1997b) van trobar la correlació significativa i de -0.17 i -0.11 respectivament, mentre que Mortensen (1988) no l'hi va trobar i aquesta va ser molt menor (-0.05). La relació entre el pes i els nivells d'escatol va ser, en general, poc significativa (Le Denmat *et al.* (1993), Støier (1994) i Moss *et al.* (1997)) tot i que segons Squires i Lou (1995) depenia de la raça estudiada. De tota manera i tal com s'ha vist en varis estudis (Lundström *et al.* 1988 i Kjeldsen, 1993 entre altres), el nivell d'escatol es pot variar amb l'alimentació però, degut al metabolisme de formació de l'escatol, ni el pes ni el percentatge de magre semblarien influir en aquests nivells.

A partir dels resultats d'aquest estudi i segons la bibliografia existent es pot dir que en augmentar el pes s'incrementen lleugerament els nivells tant d'androstenona com d'escatol, malgrat que per a l'escatol, l'efecte no és clar. També es veu que en augmentar el percentatge de magre, aquests nivells disminueixen lleugerament i, per la relació entre el percentatge de magre i el gruix de greix subcutani, aquest darrer factor també té influència en aquestes concentracions. Per tant, ambdós paràmetres de qualitat de la canal influeixen en les concentracions dels dos compostos responsables de l'olor sexual, i són factors a considerar en avaluar el risc de la producció de mascles enters en relació amb l'olor sexual de les carns produïdes. De totes maneres, per tal de poder determinar aquests efectes, cal estudiar un ampli interval de pesos i de percentatges de magre i fins i tot, tal com s'ha observat en un estudi (Squires i Lou, 1995), també hi pot haver una influència de la raça dels animals estudiats.

CAPÍTOL 2.

2.1. Llindar de detecció del panel

El llindar de detecció de l'escatol ($0.10\mu\text{g/g}$) del panel encarregat de l'anàlisi sensorial (**Taula IV 4**) va ser inferior al llindar de detecció més ben estimat (BEDT) trobat per Sather (1995) que va ser de $0.13\mu\text{g/g}$ i superior al llindar trobat per Moss *et al.* (1993) en un test olfatori sobre substàncies pures, que va ser de l'ordre de $0.005\mu\text{g/g}$. En mostres preparades a partir d'una base lipídica neutre d'oli de gira-sol barrejada amb greix vegetal, en la que es punxava la concentració d'escatol desitjada, Annor-Fremptong *et al.* (1997a) van trobar un llindar de $0.026\mu\text{g/g}$.

Per a l'androstenona (**Taula IV 4**) el llindar de detecció del panel ($0.21\mu\text{g/g}$) va ser inferior al BEDT trobat per Sather (1995) que va ser de $1.90\mu\text{g/g}$ i també als $0.43\mu\text{g/g}$ trobats per Annor-Fremptong *et al.* (1997a).

Les variacions observades en els diferents estudis es poden explicar per una banda pels diferents nivells de sensibilitat dels degustadors involucrats i la seva pràctica (Amerine *et al.*, 1965) i, per altra banda, pels aspectes metodològics com la temperatura d'avaluació, volum de líquid usat o tècnica utilitzada.

En aquest estudi l'objectiu no era trobar el llindar de manera precisa, ja que únicament es va usar com un criteri de selecció dels degustadors. Tal com es va fer la prova, el llindar trobat per a ambdós compostos es va sobreestimar ja que varis degustadors van detectar la mínima concentració que se'ls va donar i, per tant, podria ser que tinguéssim un llindar inferior. Aquest s'hauria detectat de manera precisa si s'haguessin ampliat per la zona de baixes concentracions les dilucions usades en la prova.

El fet de tenir valors llindars permet veure que els degustadors d'aquest treball tenen la sensibilitat semblant o comparable als degustadors d'altres estudis.

2.2. Consistència en l'ús de descriptors en el perfil

Els degustadors van discriminar lleugerament millor els atributs d'olor que els de flavor (**Taula IV 5**), coincidint així amb diversos estudis de consumidors on, tal com es comentarà en el capítol 3, es trobaven més diferències d'acceptabilitat entre les mostres per la seva olor que pel flavor (Desmoulin i Bonneau, 1981; Desmoulin *et al.*, 1982; Lundström *et al.*, 1982 i Diestre *et al.*, 1990). Això pot ser degut al fet que, tant l'androstenona com l'escatol són compostos volàtils (encara que no altament volàtils;

García-Regueiro *et al.*, 1995) i es troben millor en calent. Les determinacions d'olor es poden fer a una major temperatura que les de flavor.

El percentatge d'atributs seleccionats per a cada degustador va ser inferior al trobat per Guerrero *et al.* (1997) en un panel semi-entrenat i en un altre d'entrenat que avaluaven sensorialment ametlles torrades, essent fins i tot, en l'estudi citat, més estrictes en el nivell de discriminació ($P < 0.15$). Aquestes diferències poden ser degudes a:

- L'absència de referències durant l'entrenament, en el nostre estudi, per als diferents atributs valorats. Les referències (Stampanoni, 1994) són molt importants a l'hora d'entrenar els degustadors. Aquesta idea també queda reflexada en el baix percentatge d'atributs utilitzats de manera consistent (26%) per tots els degustadors conjuntament.
- Variabilitat deguda al producte que es prova: la carn. Variacions dins dels mateix múscul han estat detectades anteriorment (Guerrero i Arnau, 1997).
- Procés d'avaluació de cada sessió ja que, malgrat la metodologia va ser la mateixa per a tots els degustadors, es poden haver produït diferències en la temperatura d'avaluació de les mostres com a conseqüència del mètode usat per cada degustador en la valoració dels diferents atributs.

2.3. Descriptors escollits per a caracteritzar l'olor sexual

En l'elecció del perfil descriptiu definitiu es van utilitzar alguns atributs per als que el nombre de degustadors discriminants no va ser molt elevat en la prova prèvia de l'estudi del perfil sensorial (**Taula IV 6**). Això és degut al fet que, aquesta prova, forma part d'un projecte europeu en el que s'obtenia un perfil descriptiu en comú per a tots els països participants. Tot i amb això, alguns descriptors es van excloure ('naftalina' per a l'olor i el flavor i 'fems' per al flavor) o altres es van afegir ('escatol' i 'androstenona') respecte als donats pel projecte (Agerhem i Dijksterhuis, 1997).

Tots els atributs que Agerhem i Tornberg (1994) van trobar en el perfil descriptiu del flavor ('porc', 'orina', 'fems', 'estable', 'naftalina', 'pintura' i 'aiguarràs') van ser escollits per algun dels degustadors en la caracterització de l'olor o del flavor, degut probablement a què tots aquests atributs apareixien en la llista inicial de descriptors. Agerhem i Tornberg (1995) van usar un perfil descriptiu en el que, entre d'altres, hi havia els atributs 'àcid-agri-amarg (sourish)' i 'ranci-fètid (rank)', que no van ser trobats pel nostre panel. També els descriptors usats per Annor-Fremptong *et al.* (1997a) per a l'olor d'androstenona ('suor', 'amoni', 'brut', 'xirivia', 'ensitjat', 'sensació de formigueig en el nas (nosefeel)' i 'amargament acre, ranci (acrid)' i per a

l'olor d'escatol ('naftalina', 'tancat com fàbrica vella (musty)' i 'inductor de mal de queixal-reacció en el coll (body reaction)' van ser, en general, molt diferents dels utilitzats en aquest estudi, coincidint només en nom en l'atribut 'suor' i 'naftalina'. De tota manera alguns atributs com 'amoni' i 'ensitjat' definien probablement les mateixes característiques que 'fems/orina' i 'estable' respectivament, encara que els noms usats per a descriure el gust o l'olor no fossin exactament els mateixos. Això seria una altra prova de la falta d'estandardització deguda a la manca de referències per a la majoria d'aquests atributs.

2.4. Els degustadors

2.4.1. Justificació de l'ús de l'APG

A partir de les puntuacions mitjanes i de les desviacions de cada degustador per a cada atribut i, de la puntuació de les mostres en funció del seu nivell d'androstenona i escatol, després d'aplicar l'anàlisi de la variància **Model III 2** (resultats presentats a l'Annex IV), es pot veure la necessitat d'aplicar un tipus d'anàlisi, com l'APG, que corregeixi els següents factors de variació:

- Zona de l'escala utilitzada per cada degustador. Aquesta variabilitat es pot veure amb les diferències en les puntuacions mitjanes i es corregeix mitjançant la translació.
- Interval de l'escala usat pels degustadors. La variabilitat observada a partir de les diferències en les desviacions de cada atribut per cada degustador és corregida mitjançant l'aplicació d'un factor d'escalat.
- Interpretació dels atributs. Aquesta confusió es pot veure observant com cada degustador va puntuar, per a cada atribut, les diferents cèl·lules i es corregeix mitjançant la rotació.

Schlich (1994) va representar gràficament la puntuació mitjana a l'eix d'abscisses i la desviació típica a l'eix d'ordenades per a cada degustador i per a un dels atributs valorats en el treball de Rousset *et al.* (1992). Va observar també, a partir d'aquestes dades, l'ús de diferents parts de l'escala pels diferents degustadors i l'ús de diferents intervals d'aquesta en la seva valoració. En aquest treball també es va representar la mitjana i la desviació estàndard de cada atribut per al global dels degustadors, observant-se una gran variabilitat segons l'atribut valorat i veient-se, igual que en el nostre treball, la necessitat d'una translació i d'aplicar un factor d'escalat.

És important observar conjuntament la desviació típica i la mitjana ja que només observant la puntuació mitjana dels degustadors es pot cometre un error si s'afirma que dos degustadors amb la mateixa o similar mitjana per a un atribut, el van valorar de la mateixa manera, ja que hi ha les repeticions (sessions), i cal que s'observa alguna mesura de dispersió de la mitjana. Així, per exemple, amb els resultats que es presenten en l'Annex IV, es pot veure que, mentre els degustadors 3 i 4 de la 1a rèplica van donar una puntuació mitjana d'olor de l'atribut 'androstenona' semblant, la desviació típica va ser molt diferent de manera que els degustadors 3 i 4 van usar un interval de l'escala diferent. Si, a més a més, s'afegeix l'ordre de puntuació de les diferents cèl·lules es pot observar com, malgrat no trobar diferències entre elles, la cèl·lula puntuada més alta per al degustador 3 va ser la que va puntuar més baix el degustador 4.

A la pràctica, la comparació i observació dels resultats individualment (repetibilitat) i globalment (concordància amb el grup) per a cada atribut i degustador per tal d'arribar a alguna conclusió, és molt difícil de dur a terme, especialment quan hi ha tants atributs i degustadors com en aquest treball, ja que és una feina molt laboriosa i complicada. A més, amb aquesta tècnica no es pot corregir l'efecte de la sessió i del degustador pel que, un degustador bastant o molt reproducible i amb un bon poder discriminant, podria ser subvalorat només per col·locar mostres en una zona diferent de l'escala respecte a la resta de degustadors. Seria correcte si el panel fos tan bo que no existís cap d'aquests dos efectes, però això no acostuma a passar (Guerrero i Guàrdia, 1998). Així per exemple, observant els resultats de l'Annex IV es pot veure com el degustador 7 de la 2a rèplica va ser bastant reproducible ja que va tenir desviacions baixes i va tenir un bon poder discriminant (12 atributs de 17). Tanmateix va utilitzar, en general, una zona més baixa de l'escala que la resta de degustadors cosa que podria portar a un error en la valoració d'aquest degustador. En canvi, observant la **Figura IV 13** es pot observar com el degustador 7 va puntuar només els atributs d'olor 'suor' i 'rancí' de manera diferent a la resta de degustadors.

A partir d'aquí, doncs, es pot veure la necessitat d'una translació, rotació i escalat en l'anàlisi de les dades del panel de degustadors. Aquesta necessitat es veu reforçada observant els resultats de l'avaluació de les diferències entre mostres pels degustadors a partir de l'anàlisi de la variància encaixada o jerarquitzada **Model III 3** representats en la **Taula IV 7** per a l'olor i **Taula IV 8** per al flavor. La interacció entre la cèl·lula i el degustador, significativa en la majoria dels atributs, indica que les diferències entre les cèl·lules depenen dels degustadors, pel que es confirma de nou la necessitat d'alguna transformació de les dades que simplifiqui la interpretació. Alhora, amb l'anàlisi de la variància s'avaluen individualment cada un dels atributs i seria

interessant l'anàlisi de tots els atributs alhora. Una anàlisi que es pot usar és l'Anàlisi de Components Principals (ACP) però degut a la necessitat de les transformacions de les dades del panel, a causa, probablement, d'un entrenament insuficient o poc eficient d'aquest, i al tractament de les dades com un perfil de lliure elecció, abans de l'ACP es va aplicar l'Anàlisi Procrustes Generalitzada.

Observant abans, però, els resultats de l'anàlisi de la variància encaixada (**Model III 3**), es pot veure com l'efecte de la cèl·lula va ser significatiu en la majoria dels atributs, el que indicava que els degustadors trobaven diferències significatives per a aquells atributs en els diferents llocs classificats per cèl·lules segons els seus nivells d'androsteno i escatol. Ara bé, observant la mitjana de cada cèl·lula i les diferències entre elles (**Taula IV 9** per als atributs d'olor i **Taula IV 10** per als de flavor) es fa difícil treure resultats o conclusions. La tendència general és considerar els llocs 'aa' com els que acumulen la majoria dels atributs, i els 'bb', 'ff' i 'mb' els que els tenen en menor grau, tal com s'havia trobat en una anàlisi de les dades obtingudes en l'elaboració del perfil (Font i Furnols *et al.*, 2000).

L'efecte del degustador dins de la rèplica va ser significatiu per a tots els atributs, resultat lògic si es té en compte que no tots els degustadors van ser comuns entre ambdues rèpliques.

Així doncs, també observant els resultats de l'anàlisi de la variància (**Model III 3**) queda justificat l'ús d'alguna tècnica que permeti corregir el diferent ús de l'escala pels degustadors i alhora, que permeti valorar globalment tots els atributs. Per això es va usar l'APG.

2.4.2. Transformacions de les matrius inicials

En la **Figura IV 7** per a la 1a rèplica i **Figura IV 8** per a la 2a, es representa gràficament la situació de cada un dels degustadors després de cada transformació. La gran dispersió inicial de la situació dels diferents degustadors per a la 1a i 2a rèplica corrobora el que s'ha vist fins ara en l'anàlisi de les mitjanes, desviacions típiques i l'anàlisi de la variància (**Model III 2**). Amb la millora que s'observa en la situació final dels degustadors, després de cada una de les transformacions, queda clara la utilitat de corregir el diferent ús de les escales i la interpretació dels atributs mitjançant la translació, la rotació i l'escalat. Malgrat això s'observa (**Taula IV 11** i **Taula IV 12** per a la 1a i 2a rèplica respectivament) com la transformació de la rotació no va ser significativa. Aquesta millora en la situació dels degustadors després de les

transformacions també va ser observada per Schlich (1989) en un panel format per 15 degustadors que avaluaven 6 melmelades de maduixa usant un perfil de lliure elecció. En aquest exemple ni la rotació ni l'escalat van ser significatius, igual que en la 2a rèplica d'aquest treball.

Malgrat el factor d'escalat no es presenta en els resultats, alguns degustadors de la 1a rèplica com el 3, 4 i 8 i alguns de la 2a com el 3, 7 i 8 van necessitar 'estirar' l'escala que van usar pel que se'ls va aplicar un factor d'escalat superior a la unitat. Per altra banda els degustadors de la 1a rèplica número 1, 2, 5 i 9 i els de la 2a número 1, 5 i 9 van necessitar 'encongir' l'escala usada pel que se'ls va aplicar un factor d'escalat inferior a la unitat. A partir del factor d'escalat isotròpic ens podem fer una idea de la quantitat d'encongiment o estirament que es va aplicar a la matriu de dades de cada degustador (Dijksterhuis, 1996) per tal de poder-les fer més comparables.

Tot i les transformacions, en les **Figures IV 11 a IV 14** es pot veure com algun dels degustadors va col·locar de forma diferent a la resta algun dels atributs (per exemple: els atributs de flavor i olor 'porc' per al degustador 4 de la 1a rèplica i els de flavor i olor 'suor' per al degustador 6 i 'dolç' per al degustador 1 en la 2a rèplica). Això indica que aquests degustadors puntuaven diferent de la resta les mostres per a aquests atributs en concret i que cap de les transformacions efectuades aconseguia resoldre aquesta diferència.

2.5. Avaluació dels lloms

2.5.1. Puntuació de les diferents cèl·lules segons els degustadors

Fins i tot després d'eliminar els atributs pels que els degustadors no discriminaven i d'aplicar les transformacions de l'APG a les puntuacions dels diferents degustadors, es va observar que el consens entre ells no era perfecte, tot i que la majoria d'ells situaven les cèl·lules per la mateixa zona (**Figura IV 9** per a la 1a rèplica i **Figura IV 10** per a la 2a). La sobreposició que es va donar entre les diferents cèl·lules segurament que va ser deguda al fet que es van fer massa divisions (10 cèl·lules en la 1a rèplica i 9 en la 2a) i que potser algunes d'elles, a efectes sensorials, no eren excessivament diferents, la qual cosa provocaria aquesta confusió entre elles. A més, el fet que s'avaluaven 10 mostres per sessió pot haver provocat un cansament en els degustadors i, com a conseqüència una major confusió dels atributs avaluats.

Cal tenir en compte que, la concentració llindar mitjana del panel per a l'androstenona va ser de 0.21 µg/g i la mitjana d'androstenona de totes les cèl·lules de mascles enters va ser superior a aquest valor (**Taula III 5**). Tanmateix, per a l'escatol, només les cèl·lules que en tenien una concentració elevada o mitjana, es trobaven per sobre del llindar de detecció mitjà del panel (0.10 µg/g).

Els lloms que procedien de femelles van tenir una concentració mitjana d'androstenona inferior a la de mascles enters, però una concentració mitjana d'escatol semblant a la de mascles enters amb baix contingut d'aquest compost i, segurament en alguns casos, propera a la dels lloms amb contingut mitjà d'escatol. Per aquesta raó seria explicable el fet que, tant en la 1a com en la 2a rèplica la cèl·lula de femelles 'ff' va estar molt propera a les cèl·lules amb contingut mitjà tant d'androstenona com d'escatol. En la 2a rèplica, a més, es van acostar a les cèl·lules amb baix contingut d'ambdós compostos i les 'bm' (baix nivell d'androstenona i mitjà d'escatol). Així doncs, la caracterització sensorial dels lloms procedents de femelles i els procedents de mascles enters amb nivells d'androstenona i escatol mitjans o baixos és la mateixa.

Les mostres amb nivells elevats d'ambdues substàncies s'assemblarien a les mostres amb nivell alt d'androstenona i mitjà d'escatol ('am') i hi hauria divergències entre rèpliques en la semblança d'aquesta cèl·lula ('aa') amb la que té contingut alt d'androstenona i baix d'escatol o viceversa ('ab' i 'ba'). Sembla, doncs, que els lloms amb nivells d'escatol mitjans i alts (>0.10 µg/g) no són gaire diferents sensorialment, sempre i quan el contingut d'androstenona sigui elevat (>0.99 µg/g).

L'elevat nombre d'atributs usats també podria ser un factor que va influir en què es produís confusió entre ells, problema que la rotació intenta solucionar. En aquest cas, però, la rotació tot i ser necessària, no va ser significativa. Això s'explicaria per un excessiu nombre d'atributs confusos per a varis degustadors per la qual cosa la rotació es va mostrar insuficient per solucionar-ho. Aquest elevat nombre de descriptors també explicaria el baix percentatge de variació explicada pels dos primers eixos, tant en la 1a rèplica com en la 2a. Aquest percentatge encara va ser molt més baix en uns resultats preliminars d'aquest projecte europeu que es van presentar per a tots els països participants (Dijksterhuis i Font i Furnols, 1997) tot i que en aquest cas les diferències van ser degudes a què el programa usat (OP&P, 1992) calculava el percentatge explicat per cada eix a partir de les dades originals mentre que el programa usat en el present treball (Schlich, 1989), el calcula a partir de les dades ja transformades. Els percentatges explicats en un estudi sobre 2 nivells d'androstenona en paté (Siret *et al.*, 1995) van ser lleugerament superiors, tot i que bastant similars (49.66 i 25.64% per la 1a i 2a dimensió respectivament) als d'aquest treball, malgrat

no s'especifica el programa que van usar en l'avaluació. Usant el mateix programa que nosaltres però estudiant tipus d'aigües, Issanchou *et al.* (1992) van aconseguir que els dos primers eixos expliquessin un 95% de la variació, valor molt superior al d'aquest treball. En aquest cas també es va valorar un nombre d'atributs elevat.

També en l'anàlisi prèvia del perfil (Font i Furnols *et al.*, 2000) es van trobar unes variacions explicades per a les dues primeres dimensions de l'ordre de 90-95%. En aquest cas, però, es van avaluar només 4 o 5 tipus diferents de lloms, es tenien menys atributs discriminants per cada degustador i es van eliminar els lloms 'aa' perquè acumulaven tots els atributs.

2.5.2. Relació dels atributs amb les diferents cèl·lules

En la 2a rèplica, malgrat que hi havia un degustador menys que en la primera, el nombre d'atributs correlacionats significativament amb les dues primeres dimensions va ser més elevat que en la primera (**Figures IV 11 i IV 12** per a la 1a rèplica i **Figures IV 13 i IV 14** per a la 2a). A més, l'acord entre els degustadors va ser més gran en la 2a rèplica que en la 1a, ja que el percentatge de variació explicada va ser superior. Es poden observar diferències entre rèpliques degudes segurament al panel de degustadors, ja que tenint en compte que les mostres estaven classificades pel seu contingut d'androstenona i escatol i que, la metodologia de preparació va ser la mateixa en ambdues rèpliques, no hi ha cap explicació per què, la diferent estació de l'any de sacrifici dels animals influeixi en la resposta del panel. Les diferències doncs, podrien venir explicades pel fet que:

- Alguns degustadors van ser diferents entre rèpliques.
- El nivell d'entrenament fos diferent ja que es va entrenar el panel per a la 1a rèplica i es va reentrenar per a la 2a de manera que les condicions en què els degustadors van arribar a fer el panel podrien haver estat diferents. La influència gradual del nivell d'entrenament també es pot veure observant com el nombre d'atributs discriminants pels degustadors augmentava a mesura que es feien més avaluacions. Així per exemple, els atributs discriminants en el perfil descriptiu (**Taula IV 6**), van ser menors als atributs discriminants en la 1a rèplica (**Taula III 10**), degut probablement a les sessions d'entrenament posteriors i a que es va prescindir dels degustadors menys discriminants i, aquests, menors que els de la 2a (**Taula III 11**). Aquest efecte de l'entrenament també s'havia detectat sobretot en el panel suec en unes anàlisis prèvies fetes dins d'aquest mateix projecte (Dijksterhuis *et al.*, 1997).

Per aquestes raons va semblar convenient estudiar les dues rèpliques per separat malgrat que es podien analitzar juntes treballant amb els residus, després de corregir l'efecte de la rèplica.

En la 1a rèplica la cèl·lula 'ma' va acumular la majoria dels atributs i malauradament, degut als problemes sorgits en les anàlisis ràpides d'androgenona, aquesta cèl·lula no es va avaluar en la 2a rèplica. En la 2a rèplica 'aa' va ser la cèl·lula que va acumular la majoria dels atributs. Ja en l'anàlisi de la variància efectuada anteriorment (**Model III 3**) sobre les dues rèpliques juntes, les cèl·lules 'aa' i 'ma' van presentar les mitjanes més altes per a la majoria dels atributs (**Taules IV 9 i IV 10**).

Si es miren conjuntament els resultats observats en ambdues rèpliques es pot veure com tots els atributs avaluats pel panel excepte el 'dolç' es van associar principalment als lloms procedents de mascles enters en què un dels dos compostos o ambdós es trobaven en elevades quantitats. Aquest resultat permet veure com, ambdós compostos, influeixen en el problema de l'olor sexual i que no queda clar quin dels dos és el principal responsable de les olors i flavors que aquest defecte provoca. Resultats semblants van ser trobats per Agerhem i Tornberg (1994, 1995) de manera que cada atribut valorat es va associar tant a l'androgenona com a l'escatol i, en alguns casos, també a la seva interacció, depenent de la temperatura de cocció i dels tipus de múscul o producte avaluat. Sembla, doncs, que no està clara l'associació de cada atribut només a un dels compostos sinó que hi ha una gran complexitat a l'hora de definir-los, degut a què ambdós compostos presenten un caràcter multidimensional i, a més, algunes de les característiques semblen sinèrgiques. Resultats semblants van ser trobats per Dijksterhuis *et al.* (2000) analitzant les dades del nostre panel i dels altres panels participants mitjançant una altra tècnica (regressions logístiques).

L'atribut 'dolç' es va associar molt poc a les mostres amb nivells elevats d'androgenona i/o escatol i es va relacionar sobretot a 'ff', 'mm' i 'bb' (també 'ab' per a l'olor a la 2a rèplica). Això coincidiria amb els resultats trobats per Dijksterhuis *et al.* (2000) estudiant 7 panels, inclòs el nostre, ja que l'atribut 'dolç' no es va associar ni a l'androgenona ni a l'escatol. En aquest cas es van analitzar les dades per regressions logístiques i les femelles es van excloure del model.

Alguns atributs en què es va arribar a poc consens entre els degustadors van ser 'porc' i 'ranci', tant per a olor com per al flavor. Contràriament a aquests resultats Agerhem i Tornberg (1995) van trobar l'atribut 'porc' mesurat en el múscul *Semimembranosus* cuit a 68°C associat tant a l'escatol com a l'androgenona com a la seva interacció. De tota manera l'atribut 'porc' pot portar a malentesos ja que es pot interpretar com una

olor o un flavor dolent, acre i fort, tal com va interpretar-lo el panel alemany d'aquest estudi, o com una olor o flavor a l'animal porc, tal com ho va interpretar el panel francès (Dijksterhuis *et al.*, 2000) i el nostre. Per altra banda l'atribut 'ranci' es va afegir en el perfil per a detectar possibles anomalies en el greix dels lloms avaluats però no com a atribut definitori de l'androstenona o l'escatol.

En l'estudi citat d'Agerhem i Tornberg (1995), l'atribut 'orina' va tenir sempre un efecte significatiu sobre algun dels dos compostos o tots dos, depenent del múscul i de la temperatura de cocció. En el nostre treball, tant per a l'olor com per al flavor, aquest atribut es va trobar relacionat tant amb les mostres amb elevat contingut d'androstenona com d'escatol i d'ambdós compostos. Per tant, semblaria que aquest atribut estaria explicat pels dos compostos tal com van trobar Dijksterhuis *et al.* (1997) i també més tard Dijksterhuis *et al.* (2000) justificant-ho com una confusió entre l'androstenona i l'escatol ja que l'atribut 'orina' típicament s'hauria relacionat amb l'androstenona (Patterson, 1968). L'atribut 'amoni' valorat en el treball d'Annor-Fremptong *et al.* (1997c) i que, probablement equivaldria a l'orina' del nostre estudi, malgrat que es va classificar com un atribut definitori de l'androstenona no ho va fer de manera significativa en avaluar-lo sobre la carn. Per aquesta raó tampoc va quedar clar que s'expliqués per la presència només d'androstenona.

També en el treball citat d'Annor-Fremptong *et al.* (1997c) van trobar una associació significativa entre l'atribut d'olor 'suor' i l'escatol mentre que en aquest estudi, tant per a l'olor com per al flavor aquest atribut es va associar a mostres amb elevat contingut d'una de les substàncies (tant androstenona com escatol) o de totes dues alhora. Resultats semblants van ser trobats per Dijksterhuis *et al.* (2000) en què l'atribut 'suor' es va relacionar segons el panel danès amb l'escatol i segons l'holandès amb l'androstenona. L'androstenona es troba en la suor humana (Claus i Alsing, 1976) pel que semblaria que l'atribut 'suat' s'hauria de trobar més relacionat a l'androstenona. Això donaria a entendre, de nou, una confusió en la interpretació d'aquest atribut.

L'atribut 'fems' s'esperaria que estigués relacionat amb l'escatol. Malgrat això s'observa com en la 1a rèplica va estar situat en una zona en la que no s'hi associava cap cèl·lula i, en la 2a rèplica es va trobar associat a les cèl·lules 'aa', 'am' i 'ba', pel que sí que semblaria relacionat amb l'escatol en nivells alts o mitjans, però també amb l'androstenona. En l'estudi de tots els 7 panels (Dijksterhuis *et al.*, 2000) els panels danès, francès, holandès i alemany van relacionar el 'fems' amb l'escatol però també tots aquests panels, excepte el francès el van relacionar amb l'androstenona. Per a aquest atribut, doncs, també hi hauria una confusió.

L'atribut 'anormal' va ser el que va presentar més coincidències entre els degustadors tot i que Dijksterhuis *et al.* (2000) comenten que és un descriptor més afectat segurament pels costums dels degustadors que per l'entrenament. Aquest atribut per a l'olor en la 1a rèplica, es va associar principalment als lloms pertanyents a les cèl·lules 'ma' mentre que en la 2a rèplica es va associar principalment, tant per a l'olor com per al flavor, a les cèl·lules 'ba', 'aa' i 'am'. Per tant, ambdós compostos semblarien responsables de l'olor i el flavor anormal de la carn procedent de porcs mascles enters.

Aquesta confusió vista en la majoria dels atributs és deguda principalment a la manca de referències i, possiblement, a un entrenament poc adequat com a conseqüència d'aquesta falta de referències. A més a més, l'entrenament només es va dur a terme amb lloms procedents del nostre país i, en avaluar els lloms de la prova, que procedien de tots els països, els degustadors van percebre estímuls nous i desconeguts, difícils d'avaluar. També cal tenir en compte que, com s'ha dit, la majoria de les mostres usades, encara que tinguessin nivells baixos d'androstenona i escatol, en tenien per sobre el llindar de detecció del panel, pel que es podia crear confusió a l'hora d'associar-los als diferents atributs. L'estudi dels atributs 'androstenona' i 'escatol' en el mapa sensorial, pels quals es tenien referències, deixa veure encara més clara aquesta confusió i aquesta sobreposició entre cèl·lules. Tant per a l'olor com per al flavor aquests dos atributs es van associar a cèl·lules que tenien elevades concentracions d'un dels dos compostos i elevades o mitjanes concentracions de l'altre. Resultats semblants es van trobar en estudiar el perfil (Font i Furnols *et al.*, 2000).

En un treball realitzat per Siret *et al.* (1995) en què avaluaven mostres de paté amb diferents continguts d'androstenona no van tenir aquest problema, ja que van situar tots els atributs que es valoraven prop de les mostres amb elevats nivells d'aquesta substància. Malauradament, l'escatol no es va valorar, pel que no es pot saber si només l'androstenona explicava aquests atributs o si hi havia també una explicació per part de l'escatol o algun altre compost.

El fet que tots els atributs (excepte el 'dolç' en general) s'associïn a mostres amb elevat contingut en un dels dos compostos o en tots dos, i la confusió d'aquests, fa pensar que potser aquests no són completament adequats ja que poden portar a confusions. Per altra banda també podria ser que la presència de mostres com la 'ma' en la 1a rèplica i la 'aa' en la 2a, que acumulen la major part dels atributs, emmascarin els resultats. Per aquesta raó ens podríem plantejar si caldria excloure-les de l'anàlisi de les dades, tècnica que per altra banda es va aplicar en un estudi preliminar que es va fer sobre el perfil sensorial (Font i Furnols *et al.*, 2000). En aquest estudi exclouent la

mostra 'aa' es va concloure que l'olor a androstenona s'explicaria principalment pels atributs 'orina', 'químic', 'suor', 'aiguarràs' i 'ranci' i el flavor per 'ranci', 'suor' i 'orina' mentre que l'olor a escatol s'explicava per 'estable' i el flavor no era explicat per cap atribut en particular. En aquest treball preliminar, igual que en aquest estudi, les mostres de femelles (només avaluades per a l'olor) es van situar molt properes a les mostres de mascles amb baixos nivells tant d'androstenona com d'escatol que es van associar, tant per a l'olor com per al flavor, a l'atribut 'dolç'.

CAPÍTOL 3.

3.1. Resposta dels consumidors segons els països estudiats

Mentre que la carn de les femelles va desagradar per la seva olor a un 26% dels consumidors, la de mascles ho va fer a un 34% (**Taula IV 15**). Per al flavor (**Taula IV 16**) aquests percentatges van ser de 19 i 22% respectivament. A partir d'aquí es pot veure per una banda, que els consumidors van refusar més la carn per l'olor que pel flavor i, per altra banda, que la carn procedent de femelles va ser, en general, més acceptada que la procedent de mascles.

La major acceptació de la carn pel seu flavor respecte la seva olor es pot veure en la majoria dels països participants en aquest projecte (**Taules IV 15 i IV 16**) coincidint amb altres estudis de consumidors realitzats a França (Desmoulin i Bonneau, 1981 i Desmoulin *et al.*, 1982), Suècia (Lundström *et al.*, 1982), Holanda (Walstra *et al.*, 1986) i Espanya (Diestre *et al.*, 1990). Tanmateix en un treball realitzat a Dinamarca (Støier, 1994) no es van apreciar aquestes diferències. Una de les raons podria ser que, malgrat l'androstenona i l'escatol no són compostos altament volàtils (García-Regueiro *et al.*, 1995), part d'aquestes substàncies s'evapora en coure la carn pel que, en olorar la carn calenta, es pot percebre bé aquesta olor. A més, la gent que percep l'olor sexual en la carn, es queixen principalment en el moment de la cocció (Claus *et al.*, 1985 i Dehnhard *et al.*, 1995) ja que l'olor que es desprèn no és agradable, mentre que quan se la mengen no ho noten tant, ja que la carn s'ha refredat i, la temperatura, és molt important per a la detecció d'aquest defecte.

Pel que fa a la major acceptació de la carn de femelles respecte a la de mascles enters, és interessant fer una classificació prèvia de la d'enters segons els continguts en androstenona i escatol per veure si existeixen diferències. Així es pot observar (**Figures IV 15 a IV 19**) que no en tots els països estudiats els consumidors es comporten de la mateixa manera.

El Regne Unit va ser l'únic país en què els consumidors no van trobar diferències significatives entre la carn procedent de mascle enter i la de femella, tant per a l'olor com per al flavor i independentment del contingut d'androstenona i/o escatol que aquesta tingués (**Figura IV 19**). Per tant es confirma el què en altres treballs ja s'havia trobat (Kempster *et al.*, 1986; Rhodes, 1971 i 1972). D'acord amb això es va observar que el percentatge de consumidors a qui va agradar l'olor i el flavor dels lloms va ser més elevat en el Regne Unit que en la resta de països (**Taules IV 15 i IV 16**). En els altres estudis citats es tastava la carn dels animals que provenien de la producció del propi país pel que el pes de la canal era bastant baix. En canvi, en aquest treball els consumidors van provar carn procedent de tots els països participants, pertanyent a un

ampli interval de pesos, races, sistemes de producció i continguts de les dues substàncies responsables de l'olor sexual. Malgrat això es van obtenir els mateixos resultats pel que es demostra que, en les condicions d'aquest estudi, pels consumidors britànics no hi hauria cap problema d'acceptació de carn procedent de porc mascles enters de la U.E.

Godt *et al.* (1996), en un estudi en què els consumidors es preparaven la carn a casa seva, van trobar que els consumidors danesos refusaven per l'olor la carn de mascles enters amb elevat contingut d'escatol ($>0.25 \mu\text{g/g}$) sense que l'androstenona influís en la seva resposta (excepte si aquesta tenia nivells superiors a $1.25 \mu\text{g/g}$). En aquest estudi, en canvi, només van puntuar diferent del de femella el llom de mascle enter amb elevat contingut tant d'androstenona ($>0.99 \mu\text{g/g}$) com d'escatol ($>0.21 \mu\text{g/g}$) (**Figura IV 19**). Observant les corbes de regressió Lowess (**Figures IV 15 a IV 18**), que estudien la resposta dels consumidors en funció dels nivells d'androstenona i escatol dels llocs separatament, s'observa com l'escatol sembla ser més important que l'androstenona en el rebuig dels llocs, sobretot a partir d'aproximadament $0.30 \mu\text{g/g}$, coincidint amb l'estudi citat anteriorment de Godt *et al.* (1996). Aquests resultats semblarien lògics si es tenen en compte que consumidors danesos estan acostumats al consum de carn de porc amb baixos nivells d'escatol degut als procediments que se segueixen en aquest país.

Hi ha un efecte del contingut d'escatol a l'hora de puntuar l'olor per part dels consumidors francesos (**Figura IV 19**) de manera que, si aquest era alt trobaven diferències entre la carn de mascle enter i la de femella. De totes maneres, però, el contingut d'androstenona també els va influir ja que aquestes diferències van ser significatives només si el contingut d'androstenona era superior a $0.5 \mu\text{g/g}$. Siret *et al.* (1997) van obtenir resultats semblants mentre que, en treballs anteriors (Desmoulin i Bonneau, 1981 i Desmoulin *et al.*, 1982), els consumidors havien estat més estrictes i puntuat significativament més malament, tant per a l'olor com per al flavor, la carn procedent de mascle enter (fos quin fos el nivell d'androstenona) respecte la de castrat i femella. Tanmateix les diferències d'acceptabilitat van ser més importants quan els continguts d'androstenona eren superiors a $1 \mu\text{g/g}$. Aquestes diferències en els resultats obtinguts en els dos estudis poden ser degudes a la metodologia de preparació de les mostres ja que en l'estudi francès cada família preparava la carn a casa, igual que en l'estudi comentat dels consumidors danesos.

La resposta d'acceptació de l'olor dels consumidors suecs va ser semblant a la dels francesos però van ser una mica més estrictes, pel fet que també van puntuar més malament que la carn de femella la carn de mascle amb nivell elevat d'escatol

independentment del nivell d'androgenona (**Figura IV 19**). Per aquests consumidors doncs, l'escatol va ser clarament el principal causant del rebuig de la carn de mascle enter per la seva olor. A diferència d'aquests resultats, Agerhem i Tornberg (1994) van trobar que el nivell d'escatol no era important en l'acceptació o el rebuig del flavor de la carn de mascle enter, ja que els consumidors del seu estudi sempre puntuaven pitjor aquesta que la de femella, independentment del contingut d'escatol que tingués. Una altra vegada, doncs, els consumidors que van intervenir en aquest projecte van refusar menys que en altres estudis anteriors la carn procedent de mascles enter respecte la de femelles.

Els consumidors holandesos van ser encara més exigents (**Figura IV 19**) i van puntuar més malament l'olor dels llocs procedents de mascles enters en què un dels dos compostos es trobava en concentracions elevades. Estudiant per separat els dos compostos, també es pot veure com el contingut d'aquests va influir en la resposta sobretot de l'olor (**Figures IV 15 i IV 17**). En un altre estudi fet a Holanda anteriorment (Walstra *et al.*, 1986) van trobar un major rebuig de l'olor de la carn d'enter amb nivell alt d'escatol ($>0.20 \mu\text{g/g}$), independentment del nivell d'androgenona. Tanmateix les puntuacions d'olor donades pels cuiners en el moment de la cocció van ser sempre pitjors per a la carn d'enter que per a la de femella, independentment del contingut d'androgenona i escatol.

Pel que respecta a l'estudi realitzat en el nostre país s'observa que malgrat l'escatol va tenir més importància que l'androgenona en el rebuig de les mostres, quan aquesta darrera tenia nivells mitjans (entre 0.5 i $1.0 \mu\text{g/g}$), la resposta dels consumidors va ser difícil d'explicar (**Figura IV 19**). La **Figura IV 20** pot ajudar a entendre aquest comportament que sembla degut a una interacció entre els continguts d'androgenona i escatol, malgrat que en les gràfiques de regressió Lowess per a les puntuacions d'olor (**Figures IV 15 i IV 17**) només l'escatol es manifesta important. En la **Figura IV 20** s'observa que es va donar una nota pitjor d'acceptabilitat al lloc amb nivell d'escatol superior a $0.21 \mu\text{g/g}$ (alt) però que, quan el nivell d'androgenona era mitjà, també es va puntuar malament el lloc amb nivell mitjà d'escatol (entre 0.1 i $0.21 \mu\text{g/g}$). Per tant les mostres amb nivells mitjans d'ambdós compostos es comportarien diferent del que caldria esperar. Fins i tot en les puntuacions de flavor, es pot observar aquest comportament. Aquesta diferència podria estar explicada per un efecte sinèrgic entre els nivells mitjans d'androgenona i escatol que conjuntament potencien el problema de l'olor sexual i fan augmentar el rebuig per part del consumidor, tal com s'ha suggerit en altres treballs (Walstra *et al.*, 1986; Arpa *et al.*, 1988 i Annor-Fremptong *et al.*, 1997a). En un altre estudi realitzat en el nostre país, Diestre *et al.* (1990) també havien trobat una influència del nivell d'androgenona en la resposta d'acceptabilitat del

consumidor de manera que aquesta empitjorava quan la concentració era superior a 1.0 µg/g, tant en llonza de porc com en panxeta i pernil salat però no en pernil dolç. Malauradament en aquest estudi no es va avaluar el nivell d'escatol de les mostres.

Els consumidors alemanys van ser els únics que van presentar diferències d'acceptabilitat entre la carn procedent de femella i la de mascle enter segons el flavor, sempre que aquesta tingués nivell elevat tant d'androgenona com d'escatol (**Figura IV 19**). No s'han trobat altres estudis de consumidors duts a terme en aquest país pel que els resultats obtinguts en aquest estudi no són comparables. Segons Honikel (1993) els consumidors alemanys són sensibles a l'olor sexual ja que no estan habituats a consumir la carn procedent de mascles enters des de fa més de 100 anys. Aquest raonament hauria de ser vàlid per als consumidors dels altres països europeus avaluats en què també s'ha consumit carn de castrats i femelles durant dècades i, en canvi, no troben diferències en el flavor de la carn procedent de mascles enters respecte a la de femelles.

Les diferències entre els resultats d'aquest projecte i els obtinguts en altres estudis de consumidors realitzats anteriorment als diferents països, poden ser degudes a diverses causes:

- Diferent metodologia usada en la preparació de la carn. Aquest factor és especialment important en els estudis en què els consumidors preparen les mostres a casa seva de la manera en què habitualment les consumeixen ja que no hi ha un control de les condicions de preparació (p.e.: Godt *et al.*, 1996 i Desmoulin *et al.*, 1982). Hi ha varis aspectes de la metodologia que poden afectar als resultats:
 - *Sistema de cocció*: Siret *et al.* (1997) i Béague *et al.* (1997), van observar que la cocció en el forn permet detectar millor els problemes d'olor sexual que la cocció a la planxa. En aquest projecte els llocs es van coure en el forn.
 - *Temperatura de cocció*: Segons Agerhem i Tornberg (1995), a 68°C el flavor anormal està explicat per l'escatol mentre que a 80°C l'explica l'androgenona. Sense tenir en compte quin dels dos compostos és el màxim responsable del flavor anormal, Nute *et al.* (1995) i Wood *et al.* (1995) van observar menys flavor anormal (i més flavor a porc) en la carn cuita a 80°C respecte a la cuita a 65°C. Podria ser que per a l'olor hi hagués un efecte semblant. En el nostre estudi les mostres es van coure a 75°C.
 - *Ús d'espècies*: L'ús de sal o algun tipus d'espècie o salsa amb la carn pot emmascarar el problema de l'olor sexual.
 - *Rescalfament de la carn*: Cada vegada que el lloc sofreix un procés de rescalfament, s'eliminen part dels compostos responsables de l'olor sexual. Degut

a què en aquest treball es van rescalfar, es pot haver contribuït a subvalorar les concentracions de les substàncies. Per altra banda, el rescalfament pot haver provocat olors i flavors anormals que poden haver influït en la resposta dels consumidors.

- Diferents llimars utilitzats en la classificació de les mostres.
- Diferent tipus de múscul avaluat (Agerhem i Tornberg, 1995).
- Tipus de consumidors participants en l'estudi. Tal com es comentarà més endavant sembla que les dones accepten menys les carns de mascles enters que els homes. Per tant, el percentatge d'homes i dones en el conjunt de consumidors dels estudis pot influir els resultats. Apart del sexe dels consumidors, l'edat pot influir. Walstra *et al.* (1986) també van trobar diferència en la resposta dels consumidors que habitualment cuinen i la resta de membres de la família. Aquestes diferències, però no s'han vist clarament en altres estudis (Lundström *et al.*, 1982 i Diestre *et al.*, 1990).
- Grau d'informació dels consumidors: Lundström *et al.* (1982) van trobar que els consumidors eren més estrictes en les puntuacions d'acceptació de les mostres si sabien l'objecte de l'estudi.

En aquest estudi la metodologia de preparació i presentació de les mostres es va estandarditzar per a tots els països. A més, tots els consumidors van provar carn d'animals procedents de tots els països. Malgrat això, el comportament dels consumidors va ser diferent pel que fa pensar en què algun altre factor, com la sensibilitat dels consumidors a l'androstenona pot haver influït en aquestes diferències. Segons un estudi realitzat a nivell mundial per Gilbert i Wysocki (1987), el Regne Unit va presentar més percentatge de persones anòsmiques a l'androstenona que la resta d'Europa. En aquest estudi mundial, però, no es va avaluar cada país europeu per separat pel que no es tenen dades, però possiblement també existeixen diferències entre ells. Aquesta baixa sensibilitat en el Regne Unit coincidiria amb els resultats d'acceptació d'aquest estudi i d'altres estudis fets en aquest país (Kempster *et al.*, 1986, i Rhodes, 1971 i 1972). Una possible raó d'aquesta baixa sensibilitat podria estar relacionada amb el fet que en aquest país normalment es consumeix la carn de porc procedent de mascles enters, i els consumidors s'hi poden haver acostumat, per la qual cosa es pot haver elevat el llindar de detecció d'aquesta. En aquest cas però, seria difícil d'explicar perquè els consumidors espanyols, que també consumeixen carn de mascles enters són, segons els resultats d'un estudi realitzat anteriorment (Diestre *et al.*, 1990) i d'aquest propi estudi (**Figura IV 19**), més reticents a acceptar la carn procedent de mascles enters respecte la de femelles.

Espanya és un dels països en què es consumeix més carn de porc i el Regne Unit un dels que se'n consumeix menys (**Taula I 2**). Segons resultats d'aquest estudi, però, la

frequència de consum de carn fresca de porc a Espanya, juntament amb el Regne Unit és la més baixa dels països estudiats (**Taula IV 14**). A la vista d'aquests resultats, es podria hipotetitzar que l'elevada freqüència de carns amb nivells alts d'androstenona i escatol en el nostre país respecte a la mitjana europea (**Figures IV 3 i IV 4**) podria influir en aquesta baixa freqüència de consum de carn fresca. La influència de la resposta d'acceptabilitat dels consumidors als llocs segons si procedeixen de mascle enter o de femella en el baix consum de carn fresca, no es pot incloure en la hipòtesi pel fet que, si bé seria cert que els consumidors espanyols troben diferències, en el cas dels britànics no es compliria. En contraposició amb el Regne Unit i Espanya, els consumidors danesos cada vegada consumeixen més carn procedent de mascle enter i, també, tenen el percentatge més elevat de freqüència de consum de tots els països estudiats. En aquest cas podria ser que la política aplicada a Dinamarca per a reduir els nivells d'escatol afavorís la freqüència i, per tant, el consum de carn. De tota manera, segons aquest estudi (**Taula IV 2**), Dinamarca produeix carns amb nivell elevat d'androstenona. Per això es podria hipotetitzar que els consumidors danesos serien poc sensibles a aquesta substància i només els continguts d'escatol serien importants en el rebuig de la carn, tal com van trobar Godt *et al.* (1996). Caldria, però, un estudi més detallat de la sensibilitat dels consumidors per poder arribar a aquest tipus de conclusions, ja que es desconeixen dades de persones anòsmiques en aquest país.

Segons els resultats que es presenten a la **Figura IV 19** els límits de refús de l'olor dels llocs cuits en els diferents països seria:

- Regne Unit: No hi hauria cap tipus de límit
- Dinamarca: Nivells majors de 0.21 µg/g d'escatol sempre i quan l'androstenona fos superior a 0.99 µg/g
- França: Nivells majors de 0.21 µg/g d'escatol sempre i quan l'androstenona fos superior a 0.5 µg/g.
- Suècia: Nivells majors de 0.21 µg/g d'escatol
- Holanda: Nivells majors de 0.21 µg/g d'escatol o majors de 0.99 µg/g d'androstenona.
- Espanya: Nivells majors de 0.21 µg/g d'escatol
Nivells majors de 0.10 µg/g d'escatol sempre i quan l'androstenona fos superior a 0.5 µg/g
- Alemanya: Nivells majors de 0.21 µg/g d'escatol sempre i quan l'androstenona fos superior a 0.5 µg/g. Aquests límits també serien vàlids per al flavor.

A partir d'aquí es poden treure dos tipus de límits globals per a tots els països estudiats:

- El global de tots els països avaluats conjuntament i representat en la **Figura IV 19** que seria refús de la carn del llom amb nivells majors de 0.21 µg/g d'escatol.
- Agafant el cas més desfavorable per a tots els països de manera que es refusarien les canals que complissin algun dels següents requisits:
 - canals amb més de 0.21 µg/g d'escatol
 - canals amb més de 0.99 µg/g d'androstenona
 - canals amb més de 0.10 µg/g d'escatol i més de 0.5 µg/g d'androstenona

Observant tots els resultats conjuntament es pot concloure que tant els nivells d'escatol com d'androstenona són importants en el rebuig de la carn de llom de mascle enter, sempre i quan aquests dos compostos estiguin en concentracions elevades.

3.2. Influència de l'edat i sexe dels consumidors

Tal com s'ha pogut veure en els resultats presentats, les dones van ser més estrictes que els homes, tant pel que fa a les característiques d'olor (**Taula IV 15**) com a les de flavor (**Taula IV 16**). Al contrari que en aquest estudi, Lundström *et al.* (1982) no van trobar diferències en les respostes obtingudes en un test de consumidors segons el sexe d'aquests. En canvi, en d'altres estudis (Elseley, 1968 i Griffiths i Patterson, 1970) es va trobar una major sensibilitat de les dones a l'olor sexual, que explicaria aquestes diferències en l'acceptabilitat dels lloms. Aquestes diferències també són lògiques si es tenen en compte que les dones són més sensibles a l'androstenona tal com s'ha trobat en aquest mateix estudi per als consumidors espanyols (**Taula IV 19**) i alemanys (Weiler *et al.*, 2000) i tal com s'havia determinat anteriorment (Gilbert i Wysocki, 1987).

Respecte l'edat dels consumidors, tant per les puntuacions d'olor com les de flavor els més crítics van ser els que tenien entre 26 i 40 anys i els menys crítics els que tenien més de 61 anys. La disminució del refús de les carns de porc a partir de 61 anys és deguda probablement a una disminució de les capacitats olfactives i gustatives. Aquesta disminució de les facultats podria ser que en alguns casos es donés abans dels 60 anys i que, degut a això, el percentatge de consumidors entre 41 i 60 anys que refusen els lloms, sigui inferior al de consumidors entre 26 i 40 anys i, superior, al de consumidors de més edat. Aquest efecte significatiu de l'envelliment en la disminució del funcionament dels sentits (tant gust com olor) sembla cada vegada més clar (Murphy i Gilmore, 1990; Russel *et al.*, 1993 i Barber, 1997).

3.3. Influència de la sensibilitat a l'androstenona en la resposta dels consumidors

En la majoria dels estudis de consumidors efectuats no es va tenir en compte la sensibilitat d'aquests a detectar l'androstenona. Tenint en compte la diferent proporció de persones anòsmiques a aquesta substància entre països (Gilbert i Wysocki, 1987), la sensibilitat podria ser, tal com s'ha comentat, un dels factors influents en els diferents resultats obtinguts segons els estudis.

En el moment de decidir el percentatge de consumidors sensibles o anòsmics, es pot ser més o menys estricte de manera que aquest pot variar entre un 31 i un 45% (**Taula IV 19**), estant el percentatge d'anòsmics entre 69 i 54%. El mateix estudi, realitzat dins del projecte en el que hi ha inclosa aquesta tesi, es va realitzar en els consumidors alemanys (Weiler *et al.*, 2000), tot i que no es presenten els resultats, i es va obtenir un percentatge de sensibles d'entre el 18 i el 32% (82 i 68% d'anòsmics). Sembla doncs, que els consumidors espanyols van ser més sensibles a l'androstenona que els alemanys. Aquestes diferències, ja que la metodologia d'avaluació de la sensibilitat en ambdós estudis va ser la mateixa, poden ser degudes a la diferent interpretació del qüestionari usat per a determinar aquesta característica, ja que l'idioma és diferent i hi poden haver hagut diferències en matisos del llenguatge. També podria ser que, realment, hi hagi un major percentatge de consumidors alemanys anòsmics que d'espanyols. Això, per una banda semblaria lògic, ja que en el nostre país s'està acostumat al consum de carn de mascles enters i això pot haver fet aparèixer la sensibilitat en persones que, de bon principi, no en tenien (Wysocki *et al.*, 1989). Per altra banda, no seria tan lògic si es té en compte que en un estudi realitzat per Pierce *et al.* (1993), l'adaptació a l'androstenona fa augmentar el llindar de detecció. En un treball realitzat a França es va trobar que un 57% dels consumidors estudiats eren anòsmics, resultat semblant al dels consumidors espanyols, malgrat que la metodologia usada per a determinar la sensibilitat a l'androstenona no va ser la mateixa. En l'estudi francès els van fer olorar androstenona diluïda amb etanol. També Gilbert i Wysocki (1987) van utilitzar una metodologia diferent, basada en fixar les aromes mesclades amb polímers formant bombolles microscòpiques que es trencaven i alliberaven l'olor. Degut a què les essències es transportaven, aquestes podien trencar-se o fer-se malbé abans d'arribar a lloc. Al mateix temps potser el sistema de fixació influïa en la reducció de la intensitat. Tots aquests factors podrien haver influït en el fet que en aquest estudi el percentatge d'anòsmics fos molt més baix (es va moure entre el 15 i el 37% segons sexe i país d'avaluació) que en el present projecte i en els altres estudis citats.

Segons els resultats d'aquest treball la sensibilitat dels consumidors espanyols a l'androstenona va influir en les puntuacions d'olor d'aquests (**Taula IV 20**), mentre que les de flavor no es van veure afectades. Això estaria d'acord amb el que s'ha comentat anteriorment que, en general, el refús de la carn amb problemes d'olor sexual és més gran pel que fa a l'olor que al flavor (Desmoulin *et al.*, 1982; Lundström *et al.*, 1982 i Diestre *et al.*, 1990).

Pel que fa a les puntuacions d'olor, la resposta dels consumidors espanyols sensibles depenia del contingut d'androstenona de les mostres. El resultat obtingut va ser lògic, ja que els consumidors molt sensibles puntuaven més malament les mostres amb un contingut d'androstenona superior a 0.5 µg/g (nivells mitjans i alts) mentre que la puntuació dels menys sensibles o insensibles era la mateixa tant si els lloms tenien molta com poca androstenona. (**Taula IV 21**). Comparant les respostes d'olor amb les que van donar els consumidors alemanys (Weiler *et al.*, 2000) s'observa que aquests darrers van ser més estrictes, ja que els consumidors molt sensibles sempre van puntuar més malament les mostres que els menys sensibles o insensibles, independentment del contingut d'androstenona d'aquestes. Aquesta diferència podria ser deguda al fet que la classificació dels consumidors segons la sensibilitat fos més estricta per a Alemanya que per a Espanya (degut a diferències semàntiques per exemple) i que, per tant, els consumidors classificats com a sensibles a Alemanya fossin extremadament sensibles. Una altra raó per aquestes diferències podria ser que el llindar de detecció de l'androstenona per als consumidors alemanys fos inferior al dels espanyols i inferior a 0.5 µg/g.

Comparant també les respostes de flavor obtingudes dels consumidors espanyols i els alemanys (Weiler *et al.*, 2000), s'observa que, a diferència dels espanyols, la resposta de flavor dels alemanys depenia de la seva sensibilitat a l'androstenona i del contingut d'androstenona dels lloms. Aquests resultats anirien en concordança amb les respostes obtingudes pels consumidors sense classificar-los per la seva sensibilitat ja que, com s'ha comentat, en l'estudi de consumidors alemany (**Figura IV 19**) va ser en l'únic en què es van trobar diferències de flavor entre els lloms d'una de les cèl·lules de mascles i la de femelles.

Per tant, la sensibilitat a l'androstenona dels consumidors espanyols afecta principalment a l'olor, però no al flavor mentre que per als alemanys, ambdues percepcions sensorials estan relacionades amb la sensibilitat. De tota manera, en aquest estudi les mostres es van escalfar dues vegades abans de presentar-se als consumidors. Tenint en compte que la concentració dels dos compostos es redueix durant l'escalfament, i que la major part de queixes de la carn de porc de mascles

enters es donen durant la cocció (Claus *et al.*, 1985 i Dehnhard *et al.*, 1995), es podria considerar que s'ha subestimat la reacció dels consumidors a aquests producte.

Considerant la importància de la sensibilitat a l'androstenona en la resposta dels consumidors i que, segons aquest estudi, un 56% de les canals tenen nivells d'androstenona superiors a 0.5 µg/g mentre que només un 13% tenen més de 0.21 µg/g d'escatol i un 42% més de 0.10 µg/g, es pot dir que en els estudis en què no es té en compte la sensibilitat se subestima la importància de l'androstenona per part dels consumidors sensibles, que constitueixen un percentatge gens despreciable del total. Això es pot veure gràficament en la **Figura IV 21** ja que, considerant les puntuacions positives tant per a l'olor com per al flavor, els consumidors molt sensibles van acceptar 3 de 9 classes de carn procedent de mascle enter mentre que els menys sensibles o insensibles en van acceptar 6 de 9. En l'estudi alemany (Weiler *et al.*, 2000), els molt sensibles van considerar acceptables 1 de 9 classes de carn de mascles enters i els mitjanament sensibles o insensibles n'hi van considerar 5 de 9. Aquesta subestimació podria tenir conseqüències econòmiques ja que si en una família hi ha un membre sensible a l'androstenona, l'actitud d'aquest pot fer modificar els hàbits de consum de la resta de la família, especialment si és la persona encarregada de la compra.

La interacció que es va donar entre els nivells d'androstenona i escatol tant per a l'olor com per al flavor indica una influència del contingut d'un dels dos compostos en la percepció de l'altre. Gràficament s'observa (**Figura IV 20**) com aquesta interacció es dona en les mostres amb contingut mitjà tant d'androstenona com d'escatol.

En les condicions d'aquest estudi es pot concloure que:

1. Les concentracions d'androstenona i escatol en el greix subcutani no van estar afectades de manera rellevant per l'estació de l'any en què es van criar els porcs mascles enters. Tanmateix hi ha una tendència a un augment en els continguts d'escatol en els porcs sacrificats a l'estiu respecte a l'hivern, però des d'un punt de vista comercial aquestes diferències són petites.
2. A partir dels resultats d'aquest estudi es pot afirmar que en augmentar el pes s'incrementen lleugerament els nivells tant d'androstenona com d'escatol i, en augmentar el percentatge de magre aquests nivells disminueixen lleugerament. Per tant, ambdós paràmetres de qualitat de la canal influeixen en les concentracions d'ambdós compostos i són factors a considerar en avaluar el risc de la producció de mascles enters en relació amb l'olor sexual de la carn.
3. En el nostre país es produeix un percentatge de porcs amb un nivell d'androstenona i escatol en el greix subcutani superior a la mitjana europea, pel que el possible establiment d'un llindar de comercialització únic a nivell europeu, comportaria un elevat refús de les canals. Això implicaria que el sector hauria de buscar solucions per a reduir aquestes concentracions ja sigui a nivell de tipus d'alimentació, condicions de cria o genètica.
4. La caracterització sensorial de l'olor sexual és molt complexa pel que, en l'avaluació sensorial per part d'un panel de degustadors, apart d'un bon entrenament i de referències per als diferents atributs a valorar, és important tenir un nombre de mostres i d'atributs no gaire elevat i ben diferenciats entre ells, per tal d'evitar al màxim les possibles confusions. En aquest cas s'obtidria una definició més clara d'ambdós compostos pels diferents atributs.
5. La caracterització sensorial dels lloms procedents de porcs femelles és la mateixa que la dels procedents de mascles enters amb nivells d'androstenona i escatol mitjans o baixos ($<1.0 \mu\text{g/g}$ d'androstenona i $<0.21 \mu\text{g/g}$ d'escatol) i ve donada principalment per l'atribut 'dolç'.

6. En aquest estudi en què els resultats són comparables entre països, s'ha confirmat que la resposta dels consumidors és diferent segons aquests:

- Els consumidors britànics s'han manifestat menys sensibles a l'olor sexual que els consumidors de la resta de països estudiats, ja que no presenten diferències d'acceptabilitat del llom procedent de mascle enter respecte el de femella. La resposta dels consumidors suecs està clarament influenciada pel contingut només d'escatol, mentre que en la resta de països, la combinació de diferents nivells d'androstenona i escatol té una influència en l'acceptabilitat del llom de porc mascle enter.
- Només els consumidors alemanys s'han manifestat sensibles a l'olor sexual en tastar (flavor) el llom de mascle enter, pel que l'olor sexual provoca un rebuig més important de la carn de llom en olorar-la que en consumir-la.

7. És difícil trobar un llindar comú d'acceptació del llom de mascle enter per a tots els països europeus sense perjudicar als consumidors amb llindars d'acceptació més baixos. Un llindar diferent per a cada país implicaria repercutir en el comerç intracomunitari de la carn de porc. Segons dades d'aquest estudi, un llindar comú adequat per a tots els països en general, hauria de ser el refús de les carns que complissin algun d'aquests requisits:

- canals amb més de 0.21 µg/g d'escatol
- canals amb més de 0.99 µg/g d'androstenona
- canals amb més de 0.10 µg/g d'escatol i més de 0.5 µg/g d'androstenona

8. La sensibilitat dels consumidors espanyols a l'androstenona va influir en les puntuacions d'olor d'aquests, mentre que les de flavor no es van veure afectades. Per tant, en els estudis en els que no es té en compte la sensibilitat a l'androstenona es subestima la importància d'aquesta per part dels consumidors sensibles, que constitueixen un percentatge important del total. Tanmateix, les dones s'han mostrat més capaces de discriminar entre la carn procedent de mascle enter i la de femella, degut probablement al fet que són més sensibles a l'androstenona.