VII

FACTORES DE CALIDAD EN EL JAMÓN IBÉRICO. PARÁMETROS DE CALIDAD DE LA MATERIA PRIMA.

Prof. Dr. D. Jesús Ventanas Borrero Cátedra de Tecnología de los Alimentos. Facultad de Veterinaria de Cáceres.



FACTORES DE CALIDAD EN EL JAMÓN IBÉRICO. PARÁMETROS DE CALIDAD DE LA MATERIA PRIMA.

JESÚS VENTANAS BORRERO

A modo de introducción, y para proporcionarles una visión general de lo que voy a exponer en mi ponencia, les muestro el esquema que aparece en la diapositiva (Figura 1). Al referirme a los productos nobles (jamones, paletas y lomos), productos diferenciados y únicos, conocidos y valorados por el consumidor español, haremos un recorrido por los tres eslabones que van desde el campo hasta la mesa. Aunque en este caso sería mejor decir "desde la dehesa a la mesa".

A nivel de la materia prima, que como se señala es la principal fuente de heterogeneidad y por tanto de las variaciones de la calidad del producto, creo que es importante:

- Encontrar "marcadores de extensividad", que es el sistema de explotación característico del cerdo ibérico, y en sentido más amplio también del tipo de alimentación y marcadores genéticos.
- Establecer qué parámetros nos definen la aptitud tecnológica,, es decir qué características son las más adecuadas para procesar los perniles mediante procesos tradicionalmente largos, que proporcionan productos de altísima calidad (PDO); o que por sus características requieren procesos más cortos, estandarizados y controlados, que permiten obtener productos con una calidad más constante y dentro de los márgenes establecidos en la Norma de Calidad (NC). Como sabemos los requisitos de la norma de calidad (NC) tienen carácter "obligatorio" para todos los productos que quieren denominarse ibéricos, y la D del origen (PDO) es de carácter voluntario, y sirve para acotar los productos de máxima calidad, por lo que sus reglamentos son más exigentes.
- Por último, también la verificación rápida, objetiva y no destructiva de la calidad sensorial del producto final y la presencia de componentes del jamón con propiedades saludables deben ser objetivos prioritarios.

Pero antes de entrar en detalle en la materia prima, no podemos olvidar que los productos nobles constituyen aproximadamente un 30% del peso de la canal. Por ello debe ser un objetivo importante revalorizar el resto de la canal, y hacerlo con una gama de productos acorde con la imagen de calidad de los P.C.I. Por lo cual, son retos importantes:

- La necesidad de optimizar los procesos de fabricación de otros productos curados como embutidos (mediante especias, cultivos iniciadores, antioxidantes)
- 2. El desarrollo de nuevos productos (reestructurados, cocidos, pre-cocinados)
- La carne de cerdo para su consumo en fresco (cerdo "de primor" y cerdo "adobado")

Como consecuencia de diferentes factores del sistema productivo (principalmente la alimentación, la línea o el cruce y la edad al sacrificio) se producen variaciones en componentes y características de la grasa, de gran importancia para la calidad sensorial percibida por el consumidor en el jamón. En concreto se ha prestado mayor atención al perfil de ácidos grasos, que son precursores de los compuestos volátiles responsables del aroma, y menos a otras características como el nivel de antioxidantes que regulan las transformaciones de los ácidos grasos durante la maduración; al contenido en grasa intramuscular (GIM) o de veteado , que es determinante de atributos del producto tan importantes como la jugosidad y intensidad, persistencia y calidad del aroma; así como a la propia distribución y estructura de la GIM, que resulta clave incluso para la presentación comercial del producto como piezas o en loncheado

La alimentación es determinante para los atributos que son más importantes en la calidad del jamón ibérico (Figura 2). Cuando estos atributos se ordenan en función de su correlación más o menos alta con la valoración de la calidad global, y por tanto de la mayor o menor aceptabilidad del producto, se observa como son las percepciones olfativas antes (olor) y durante la masticación (aroma retronasal) las más determinantes, en segundo término la jugosidad y en tercero la fluidez de la grasa. Cuando se utilizaban piensos convencionales, la calidad del producto se resentía debido a que tanto los atributos del aspecto y del tacto (fluidez y consistencia de la grasa) como los del olor se modificaban marcadamente en relación con los de montanera. El empleo de piensos ricos en grasas insaturadas (PUFA) permitirá corregir los primeros, pero seguirán fallando en las sensaciones aromáticas, y por tanto en la calidad. Tanto en las piezas convencionales

como en las ricas en PUFA, la cromatografía de gases permitía diferenciar el tipo de alimentación.; aunque numerosos trabajos demostraban un alto % de clasificaciones erróneas y una escasa relación con la calidad de los productos. Porque ocurre esto, en realidad resulta sorprendente que unas diferencias tan pequeñas en el % de ácidos grasos puedan producir variaciones tan marcadas en la calidad de los productos, lo que indica que no sólo influyen los ácidos grasos. Además de las diferencias (cortas) en los MUFA y PUFA, que para detectarlas habría incluso que recurrir a los lípidos estructurales (fosfolípidos) donde son mayoritarios; junto a ellas hay diferencias muy importantes en el % de grasa intramuscular en función de la alimentación y también, aunque menos, del cruce con Duroc (Figura 3). Además, la grasa de los animales de montanera tiene muy buena estabilidad oxidativa, como lo evidencian técnicas "in vitro" de peroxidación inducida por hierro-ascorbato, en comparación con los de pienso. La principal razón de ello está en los altos niveles de antioxidantes naturales que reciben a través de la alimentación en extensivo, procedentes fundamentalmente de la hierba. Por ello se echa en falta que en la Norma de Calidad de los PCI no se haya incluido algún criterio de extensividad de la explotación.

Existe la posibilidad de comprobar la mayor o menor susceptibilidad oxidativa de la carne en fresco, bien por técnicas "in vitro" ó mediante "compuestos marcadores". En este sentido pusimos de manifiesto la existencia de un componente de la fracción insaponificable, que procedente de la hierba, se acumula en la grasa en cantidades crecientes en función del tiempo. Se trata de un hidrocarburo ramificado, llamado neofitadieno, que recientemente hemos comprobado que permanece en el producto terminado tras la maduración (Figura 4), lo que extiende su posible utilización a todas las etapas del procesado, e incluso llegando al producto final. En la actualidad se está probando su utilidad en otros tipos de carne producida también en extensivo, en concreto en animales amparados por la IGP Ternera de Extremadura

Para valorar el papel de cada uno de estos parámetros (ac. grasos, antioxidantes, GIM) ha sido muy útil el poder disponer de semillas como girasol o soja alto oleico, lo que ha permitido preparar piensos engrasados (más del 6% de grasa) con un contenido en ácido oleico próximo al 70% y restringido de ácido linoleico. Siendo entonces el perfil de los 4 ácidos grasos que se toman como referencia para discernir el tipo de alimentación, muy semejante al de los animales de montanera. En esta situación los parámetros que mejor permiten diferenciar son los ácidos grasos omega-3

(procedentes de la hierba) y el % de grasa intramuscular, que es más elevada en la carne de cerdos criados en montanera. Cuando hemos seguido el desarrollo del aroma en dos lotes de jamones de estas características procesados en secaderos pilotos con idénticas condiciones, ha sido muy interesante comprobar, como ya en fases intermedias (en el secadero) al elevarse la temperatura la evolución del aroma es completamente diferente. En la grasa subcutánea (externa) se detectan niveles de productos de oxidación, como Hexanal que supone el 80% de los volátiles, mucho más altos en los jamones de pienso, con olor a rancio (Figura 5). Lo que evidencia un menor nivel de antioxidantes, como ya se ha comentado entes. En cambio en el interior se forman y acumulan mucha mayor cantidad de compuestos aromáticos en los jamones de montanera, y con aromas agradables, al ser derivados del ácido oleico y de las interacciones entre la GIM (que es más abundante en estos jamones) y los compuestos nitrogenados del magro, origen de los aromas característicos.

Volviendo a la GIM, cuyo % varía de acuerdo con las distintas situaciones del sistema productivo (Figura 6), que aquí hemos agrupado en perniles de pienso / montanera corta, de aprox. 3@, similar al mínimo de la Norma de calidad, y montanera larga > 5@. Se puede ver como los 3 factores (alimentación, lineo o cruce y peso al sacrificio) modifican el % de GIM, y que estas diferencias en la materia prima, conducen a diferencias en la aceptabilidad muy marcadas en el jamón. Este efecto de la cantidad de GIM sobre la calidad también lo hemos constatado en otros productos como lomos curados y en carne fresca de cerdo ibérico cocinada. Pero resulta curioso observar que además existen modificaciones estructurales en la GIM. Como se aprecia en la parte inferior de la figura 6, en aquellos jamones con un mayor % de GIM, que se corresponden con los de las líneas de Ibérico puro alimentadas en un sistema extensivo que implica periodos de restricción y al final una dieta hiperenergética en montanera, la grasa está poco estructurada, las células (adipocitos) están arrugadas y rotas. En cambio en los jamones de cerdos más precoces (con alimentación a base de pienso, y sobre todo en los cruzados con Duroc) la GIM está bien estructurada, los adipocitos parecen estar intactos, son de mayor tamaño y con formas poligonales por la presión de las células contiguas.

Estas diferencias cuantitativas (en el % de GIM) y cualitativas (que la grasa sea más o menos movilizable) tiene consecuencias muy importantes. En aquellos jamones con alto % de GIM y con grasa movilizable, se facilita el desarrollo de reacciones que conducen al desarrollo de un aroma intenso y de calidad, y a que la grasa al estar más libre sea más fluida y

aparezca una película brillante al extenderse por la superficie de corte, que son atributos de un producto de alta calidad. Por el contrario en jamones con menor % de GIM y bien estructurada pueden aparecer igual o más veteados, porque las vetas de grasa son más estables y más gruesas y por lo tanto mas visibles. Pero el desarrollo del aroma está más limitado por lo que su calidad global (aceptabilidad) es más baja, No obstante, estas características pueden hacerlos mas adecuados para la venta "al detalle" como loncheados, ya que mantienen un veteado muy visible, y al estar la grasa más íntegra habrá menos pérdida de aroma y se evita que se produzcan las adherencias de las lonchas (que se peguen y se rompan al retirarlas del paquete)

Por todo lo dicho, el contenido y estructura de la GIM es el parámetro que en estos momentos mejor nos diferencia y define la aptitud tecnológica de la materia prima, ya que de ellos dependen lo atributos de calidad más apreciados por el consumidor, (Figura 7). Para cuantificarla podemos recurrir a métodos de extracción (Soxhlet ó Bligh and Dyer) a partir de los músculos del pernil, lomo o de músculos que tomamos como referencia para evitar deteriorar las piezas nobles (por ejemplo masetero o serrato). Actualmente estamos estudiando métodos on-line rápidos y no destructivos basados en el espectro de infrarrojos cercano (NIR) y en ultrasonidos "de señal". Estos últimos por su poder de penetración parecen ser muy útiles para estimar la GIM de piezas íntegras. Pero además, si como demandan los consumidores aquellos factores que influyen en la calidad deberían incluirse en los denominadores de la etiqueta en la Norma de Calidad, parece evidente que al igual que el tipo de Ibérico (puro o cruzado) o la alimentación (bellota, recebo o cebo) debería contemplarse que ese tipo de alimentación se ha realizado con unos mínimos de "extensividad". El disponer de marcadores (genéticos, de "extensividad", etc) puede facilitar esta tarea.

Procesos de elaboración controlados

La industria cárnica del cerdo ibérico está actualmente bien posicionada, ya que cuenta con unos productos bien diferenciados y únicos, que son conocidos y valorados en el mercado nacional.

Creemos que la apuesta es por la calidad y el aprovechamiento de los recursos endógenos; debe ir en el sentido de definir, promover y apoyar la

calidad y de revalorar partes de la canal, y por otro lado en el de conseguir un óptimo aprovechamiento de los recursos endógenos.

Por ello en relación con los productos nobles (jamones, paletas y lomos) sería importante investigar y desarrollar procesos integrados donde se diese una adecuación entre la materia prima y el proceso. Asumiendo que la materia prima (carne y grasa de cerdo ibérico) pueden presentar unas características muy variables, y que esta heterogeneidad es la principal causa de diferencias en la calidad del producto final, es necesario, en primer lugar, definir y clasificar las piezas en fresco y hacerlo precisamente en función de aquellas características "diferenciales" claves, determinantes de su evolución durante el procesado y, en consecuencia, de las propiedades sensoriales del producto. Esta separación de materias primas según su aptitud tecnológica (como el % de grasa intramuscular, su composición en ácidos grasos, nivel de mioglobina, color o su estabilidad oxidativa) conduce a una mayor dicotomía de la que se da en la actualidad en los productos, dado que a cada tipo de materia prima se le va a aplicar un proceso adecuado a sus peculiaridades. De acuerdo con los requerimientos actuales del mercado, hacia la obtención de dos tipos de productos bien diferenciados, por un lado estarían los de la materia prima señalada como A, provenientes de los cerdos tipificados como ibéricos de montanera que siguen procesos tradicionales, normalmente de cielo abierto y largos de más de 2 años, muy estacional (la época de más demanda del mercado). Capaces, por lo tanto, de proporcionar unos productos de altísima calidad (y también de un elevado precio tanto por su alta calidad organoléptica como por ser escasos) con las características definidas por cada D.O. No siempre es posible disponer de una materia prima de tales características, lo cual no implica que sea de baja calidad, ya que unas piezas cárnicas con más de un 6% de grasa intramuscular, con alrededor del 50% de ácido oleico, un alto contenido en pigmentos (0.3-0.4% de mioglobina9 y de buena estabilidad oxidativa (sí se crían en extensivo) no puede considerarse así, ya que una materia prima de estas características que hemos señalado como tipo B, puede resultar muy interesante sí las pautas del proceso se adaptan as sus características concretas. Evidentemente en este caso se ha demostrado que los procesos tradicionales (por sus condiciones y duración) pueden no ser los más adecuados. Se ha comprobado que se obtiene un producto de calidad a partir de una materia prima B, definida y caracterizada, cuando se sigue un proceso más controlado (con un nivel de sal ajustado para evitar la tendencia a resultar salados y secado-maduración en condiciones controladas) y no necesariamente tan largo (14-15 mese, Norma

de Calidad), ya que el nivel de engrasamiento permite un secado (deshidratación) más rápido. Estos productos pueden ofrecer una buena calidad y, sobre todo, muy constante, ya que tanto la genética (50% Ibérico X Duroc) con la alimentación (con piensos adaptados y con acceso a hierba y pastos) y el proceso, están más controlados (este tipo de producto sería el más idóneo para introducir el producto loncheado en nuevos mercados). Este ciclo productivo integrado permite, por un lado, atender a una demanda más amplia para la que existe un gran mercado, y a la vez conseguir un mejor aprovechamiento y la revalorización de los recursos endógenos. En efecto, uno de los pilares fundamentales de la calidad es un cerdo ibérico "de campo" mantenido en extensivo en la dehesa durante la mayor parte del año, incrementando el valor del capital-suelo y de las instalaciones industriales que por su especialización son infrautilizadas.

En relación con el proceso de elaboración, indicar que hemos constatado como algunas variables (o factores) del proceso, como el nivel de sal, la temperatura del secadero ó la duración de la fase de bodega, tienen una influencia decisiva sobre la calidad y la uniformidad en las características del jamón Ibérico.

Así cuando la materia prima procede animales Ibéricos y criados en extensivo, y por tanto con un alto % de GIM (que además presenta buena estabilidad oxidativa), los procesos tradicionales de ciclo abierto, son capaces de proporcionar productos de excepcional calidad, aunque tiene varios inconvenientes: alargamiento excesivo del ciclo productivo (dos a tres años, más un año de cria de los animales), calidad variable con las condiciones climáticas y estacionalidad en la salida del producto al mercado.

Aunque parece obvio que no puede obtenerse un jamón Ibérico de calidad sin una maduración prolongada, ésta no tiene porque ser necesariamente tan larga, y por otro lado no se pueden desdeñar (descartar) las ventajas de climatizar los secaderos y bodegas, como ya se ha hecho de manera generalizada en las primeras fases (salado y post-salado), lo que ha permitido disminuir el % de cala y reducir el nivel de sal en le jamón. El reto estriba en establecer las condiciones y la duración de los procesos que permitan garantizar que el jamón, al fin, tenga el aroma de los productos tradicionales.

Como hemos ya demostrado, el acortamiento de un proceso tradicional conduce a una pérdida de calidad, dado que los últimos meses del segundo año del proceso es la fase más interesante desde el punto de vista del desarrollo del aroma (Figura 8), ya que hay un descenso de los compuestos rancios (hexanal) y un incremento de lso carbonilos derivados del ácido oleico (octanal) y de los aminoácidos (2-metilbutamal), con aromas a curado. Comprobamos que a los 420 días, justamente el periodo que marca como mínimo la Norma de Calidad, aún no ha empezado a adquirir su "bouquet" característico. Por lo que la opinión tanto de los expertos del sector, que achacan a estos jamones una "falta de bodega", como los jueces (panelistas) entrenados que califican con puntuaciones significativamente más bajas en atributos como la intensidad y persistencia del aroma, el aroma a curado; y más altas las de rancidez; es que en jamones de un peso standard de 7 kg, un procesado de 14 meses no es compatible con la obtención de un producto de alta calidad.

Pero las posibilidades no se agotan aquí, y existen otras opciones mucho más interesantes como es, siempre que se disponga de instalaciones climatizadoras, realizar primero el ascenso de temperatura característico del secadero (que como después veremos es esencial para que el producto tenga un aroma intenso) y después moderar la bajada y subida de temperatura; manteniendo la temperatura alrededor de los 16 °C (entre los 15°C y 20°C) con un suave ascenso al final (Figura 9) Estos dispositivos permiten obtener con un procesado de al menos 510-540 días, unos productos con una excelente calidad, en el caso de los jamones de montanera larga (lo que refleja que ya se han desarrollado los aromas característicos), que evidentemente es menor que en los de motanera corta y en los de pienso, que son claramente diferenciables (separables) por varios atributos sensoriales y por la calidad final (aceptabilidad global) que fué de 6, 4.7 y 4.1 respectivamente. Ello demuestra que los procesos de elaboración tradicionales no son inamovibles y que pueden ser controlados y optimizados.

Pero no simpre los perniles a procesar proceden de cerdos tipificados, como Ibéricos de montanera. De hecho, la Norma de Calidad admite, como sabemos, cerdos cruzados al 50% y alimentados en cebo con pienso. Una materia prima de estas características (que hemos denominado en el esquema inicial como de tipo B) presenta unos parámetros de aptitud tecnológica "diferente" (% de GIM del 5-6% y menor estabilidad oxidativa). Lo cual tiene ventajas como el que la deshidratación es más rápida unas características más uniformes; e inconvenientes como es la mayor percepción del sabor salado y de la rancidez, que requiere un proceso adecuado a tales características.

Nosotros hemos estudiado dentro de un proyecto EUREKA los efectos de dos pautas de procesado a diferente temperatura (Figura 10), con una duración de 420 días (Norma de Calidad). Uno de ellos reproduce un diagrama de jamón Ibérico acortado (con el estufaje intermedio y después

Ta de 16°C en bodega) y en el otro la Ta asciende hasta rozar los 20°C y se mantiene constante hasta el final. Los resultados obtenidos demuestran una marcada influencia de la temperatura en el desarrollo del aroma. Al realizarse el procesado en dos secaderos pilotos contiguos, el olor en el interior de las cámaras esra claramente diferente, con un aroma intenso a jamón curado en los que se había subido la temperatura y más a rancia en los otros. Estas percepciones fueron confirmadas por el análisis de los compuestos volátiles. Las relaciones entre los compuestos rancios (hexanal) y los de aroma agradable (aldehídos derivados del ácido oleico y de aminoácidos, y de las lactonas); pues bien en los tres casos la ratio es mucho más favorable a los jamones procesados con ascenso de Ta. Puede parecer paradójico que en los jamones donde hay un mayor ascenso de la temperatura haya una menor rancidez, esto puede ser debido a los efectos de la temperatura sobre la proteolísis y las reacciones de condensación tipo Maillard que hacen descender los carbonilos y provocan la formación de numerosos compuestos (peptidos, aminoácidos, reductonas, etc.) con propiedades antioxidantes.

En conclusión, la temperatura del procesado y más en concreto esta especie de estufaje intermedio, que puede parecer ilógico en un proceso de elaboración de productos cárnicos, tiene una contribución muy marcada sobre la calidad; probablemente porque los atributos de estos jamones responden más al aroma que espera encontrar el consumidor de los productos tradicionales.

Bien, como ya señalaba es importante controlar y ajustar el nivel de salinidad de los jamones Ibéricos. Para ello hemos empleado un sistema de salazonado que no es habitual, el salazonado directo, pero que nos permite tasar (pesándola) muy exactamente la cantidad de sal incorporada el jamón, que iba siendo progresivamente reducida. En la Figura 11 se aprecia cómo se deposita la sal añadida que el jamón va captando. El seguimiento de la distribución y penetración de sal hacia el interior, se encuentra en la figura 12, en la zona externa y en el interior, para las dos cantidades diferentes (sucesivamente más bajas) de sal añadida. Ello permitió llegar a niveles de salinidad bajos (6-7 % en E.S. en el producto final), que se sitúan en el límite. Ya que con menores cantidades de sal añadidas, las bajas tasas de sal alcanzadas en el jamón, menor del 6% en E.S.), incrementan riesgos microbiológicos (un 2% de piezas alteradas) y de pérdidas de textura (estimada por la menor dureza al corte y por los panelistas). Obsérvese que este método de salazonado reduce considerablemente el coeficiente de variación de la sal en el jamón.

En resumen, las posibilidades de realizar procesos controlados para elaborar productos de la máxima calidad requiere comprobar que son compatibles con el desarrollo del aroma característico de los productos tradicionales (mediante los compuestos volátiles o la evaluación sensorial). En el caso de productos estandarizados que cumplan los "mínimos" de la Norma de Calidad en cuanto a genética y duración del procesado; ya disponemos de herramientas (diagramas de temperaturas y ajuste del nivel de sal) para conseguir que desarrollen un aroma intenso a jamón, con escasa rancidez, y sin problemas de pérdida de textura. En cuanto a los jamones ibéricos de montanera, la climatización de los secaderos y bodegas puede permitir obtener productos que mantienen de una manera más constante la alta calidad de los jamones tradicionales.

VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD SENSORIAL Y DIETÉTICA

Uno de los retos más importantes que seguimos teniendo en el jamón Ibérico es verificar la calidad del producto final de manera rápida, objetiva y no destructiva. Ello permitiría por ejemplo al industrial conocer cuando el jamón ha alcanzado su momento óptimo y si es siempre la misma, y al comprador o distribuidor tener garantías de que la calidad se corresponde con el tipo de jamón que compra o el precio que paga. Aunque la trazabilidad es el mejor medio de garantizar la calidad en un producto con más de tres años de ciclo productivo, con fases en extensivo y a temperatura ambiente, es necesario verificarlo.

En un estudio realizado recientemente hemos evaluado jamones de tres calidades diferentes (de montanera larga, corta y de pienso) con tres métodos: paneles de catas, nariz artificial y compuestos volátiles (Figura 13). Evidentemente los mejores resultados se obtuvieron con los sensores humanos, los panelistas, que clasificaron correctamente por la calidad más del 95% de las muestras; y un porcentaje similar aunque ligeramente más bajo (92,5%) se consiguió con los datos de los compuestos volátiles. En cambio los resultados obtenidos con un equipo comercial de nariz electrónica (Aromascan) no llegó al 70%. Ante lo cual, hemos estado trabajando en desarrollar sensores específicos para jamones ibéricos en un proyecto que se conoce con el acrónimo "Jamotrón". Utilizando dos lotes de jamones de diferente alimentación que se procesaron en secaderos piloto separados. Los aromas generados en la cámara y extraídos del jamón eran conducidos a un reactor conteniendo los sensores de gases, con los que se

obtiene una respuesta (cambios de conductividad) diferente en función de la etapa del proceso y del tipo de jamón. Actualmente se está tratando de ubicar los sensores en sondas de cala"activa" que se introducen directamente en el jamón para evaluar la calidad del aroma.

Pero lo que si está directamente disponible es un sistema de análisis de los compuestos volátiles responsables del aroma (Figura 14). Se trata de una "sonda de cala" (en este caso "pasiva") consistente en una jeringa de inyección cromatográfica provista de una fibra que absorbe los compuestos volátiles del interior del jamón, a través de los orificios de una vaina rígida o capuchón que la protege. Como se observa en la Figura 14, en condiciones reales, una vez retirada la fibra se inyectan directamente los compuestos volátiles en el CG-EM para obtener el perfil de los compuestos volátiles. Ello nos permite monitorizar el desarrollo del aroma durante la maduración o establecer la calidad del aroma del producto, por ejemplo en función del tipo de alimentación, a través de los cocientes (o relaciones) entre los compuestos del aroma agradables y los rancios.

Pero quizás algunas de las cosas más interesantes las hemos encontrado aplicando técnicas de "sniffing" (Figura 15), que combinan el análisis de los compuestos volátiles en paralelo con la olfacción de los mismos por panelistas, que asignan a cada pico del cromatograma si tienen olor (es decir, si son olor-activos), que se representa por la frecuencia de detección y el tipo, las características del olor detectado. De los más de 100 compuestos volátiles del aroma del jamón ibérico aproximadamente una docena son olor-activos, con alta frecuencia de detección, de los cuales hay algunos muy interesantes. Como un furano azufrado, el 2-MFT (2 metil furano 3-tiol), que junto con una cetona insaturada (2-pentanona) da un intenso y agradable olor a jamón con matices a avellana y tostado. La identificación de compuestos con aroma de calidad a jamón es importantísima. Además de servirnos para caracterizar la calidad del producto, podemos conocer cuales son sus precursores y las condiciones del proceso que favorecen su formación. Y abrir nuevas vías a la industria de aromatizantes. donde existe una demanda insatisfecha de aromas de jamón de alta calidad para incorporar a productos cárnicos (embutidos, salchichas cocidas, reestructurados) y otros alimentos (caldos, sopas, productos de snack, patatas fritas, etc.)

Por último, otro reto importante es el establecer la importancia de determinados componentes del jamón ibérico desde el punto de vista de la salud del consumidor. La abundancia de grasa visible en este producto ha hecho que la atención se haya centrado principalmente en la composición en ácidos grasos

Analizando la evolución que sobre las proporciones ideales de los 3 grupos de ácidos grasos (saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI) y poli-insaturados (AGPI)) realiza, una organización no española, el Centro Nacional de Estudios y Recomendaciones sobre la Alimentación de Francia (Figura 16). Vemos que se ha ido pasando de recomendar en los años 80 un tercio de cada una a que se incremente el % de AGMI (por su papel por un lado protector de las HDL y por otro por hacer descender las LDL), y en los últimos años (décadas) a una reducción de los AGPI, que por ser también insaturados, que algunos erróneamente juntan con los AGMI. Esta caída "en picado" de las recomendaciones sobre los AGPI es debido a que se fue conociendo que descienden la HDL a la vez que las LDL; pero sobre todo por ser proclives a la oxidación, y porque algunos AGPI (los ω-6) son precursores de leucotrienos y tromboxanos que facilitan la agregación plaquetaria y la vasoconstricción. Esta tendencia va a ir acrecentándose en los próximos años, de tal manera que los AGMI sean el 60%, los saturados el 30% y los AGPI el 10%. Pues bien, vemos como la grasa comestible del jamón ibérico cumple esas proporciones ideales (60/30/10), por lo que puede afirmarse que es graso, pero saludable. Pero, cada día se hace más énfasis en incrementar el contenido en AGPI de la serie ω-3 por su antagonismo con los w-6, hasta alcanzar (según la Sociedad Británica de Nutrición) una ratio de 1:6, lo cual como vemos no cumple la grasa del jamón ibérico, dado que los ω-6 son mayoritarios en la carne, ascendiendo esta proporción a 1:12. Cuando hemos analizado más detenidamente los ω-3 del jamón ibérico, que incluye además del ácido linoleico otros de larga cadena poli-insaturados (EPA, DHA) la ratio se sitúa entre 1:6 y 1:10 en los animales de montanera, y por tanto dentro de las proporciones recomendadas. Ello es debido fundamentalmente al consumo de hierba, que es pobre en grasa ($\approx 2\%$), pero con un alto % (del 49%) de ω -3, y con la ventaja añadida de que los antioxidantes que aportan balancean el aumento de la susceptibilidad oxidativa que suponen estos PUFA. En el caso de los jamones de pienso es fácil encontrar ratios muy desfavorables (de 1:15, e incluso 1:20 o superiores), por lo que, aunque el total de PUFA se sitúe por debajo del 10% recomendado, debería contemplarse su explotación en extensivo (cerdos "de campo") o incorporar grasas ricas en ω-3 (como aceite de linaza) y paralelamente de antioxidantes que controlen su oxidación.

En relación al colesterol, existen pocos datos acerca de los niveles en jamón ibérico. En un estudio reciente, donde se estudió la fracción lipídica

en jamones de tres líneas de cerdo ibérico (Figura 17), encontramos bajos niveles de colesterol, de 30 a 34 mg/100 gramos. Valores que suponen prácticamente la mitad de los habituales en la carne (55-70 mg/100 gramos). Puede resultar sorprendente, que las tasas de colesterol sean tan bajas en un producto tan graso (12-13 % de GIM en el producto final). Pero no lo es tanto si consideramos que el colesterol no se encuentra en la grasa visible, de reserva constituida mayoritariamente por triglicéridos (lípidos neutros), sino que forma parte de la estructura de las membranas celulares, y aunque tendamos a asociar abundancia de grasa con colesterol realmente no es así, y al igual que otros lípidos de las membranas (fosfolípidos), su porcentaje puede ser menor que en otros tipos de carne. En todo caso, creo que será muy interesante que estos resultados sean contrastados y en todo caso difundidos.

Recientemente se está concediendo gran importancia en los alimentos de origen animal procesados y cocinados a los de niveles de los óxidos de colesterol (COP_s); ya que pueden ser absorbidos y transportados por las HDL; y precisamente esas lipoproteínas son las que participan más activamente en el desarrollo de la placa ateromatosa. Como se muestra en la Figura 18, de los 6 óxidos de colesterol más importantes, tres de ellos estaban en concentraciones indetectables en el jamón ibérico (trazas) y los valores de los otros tres, en especial el 7-Ketocolesterol que es el que se toma como referencia, por debajo del umbral mínimo de seguridad establecido en 1ppm (100µg/100g). Y lo que creo que resulta más interesante aún, los niveles fueron significativamente más bajos cuando se prolonga el tiempo (la reposición) en montanera. Lo cual vuelve de nuevo a poner de manifiesto el importante papel que no sólo sobre la calidad, sino también sobre le carácter saludable, tienen los antioxidantes naturales provenientes de la alimentación en extensivo, que se consigue en los productos de cerdos de montanera o "de campo" (así como el que los procesos sean controlados).

En conclusión y como resumen final, las innovaciones descritas nos ofrecen interesantes oportunidades.

A/ Referidas a los productos nobles, poder:

- 1. Disponer de marcadores de la alimentación en extensivo (Neofitadieno)
- 2. Poder evaluar la aptitud tecnológica de la materia prima (GIM, grasa intramuscular)
- Desarrollar procesos más controlados (PDO) y cortos estandarizados (Norma de Calidad)
- 4. Reducir el nivel de sal en el jamón (Salazonado directo)

- 5. Verificar la calidad de salida del jamón (Sondas de cala)
- 6. Obtener aromas a jamón (Compuestos "impacto")
- 7. Establecer qué componentes del jamón ibérico tendrían importancia dietética (ω-3, COL y COP_o)

B/Además, si nos referimos a otros productos del cerdo ibérico (PCI), podemos:

- 1. Optimizar la elaboración de embutidos crudos, con cultivos iniciadores aislados de productos curados, antioxidantes etc.
- 2. Desarrollar nuevos productos precocinados, cocidos o reestructurados incorporando por ejemplo los aromas a jamón descritos
- Potenciar el consumo de carne fresca de cerdo ibérico "diferenciada", que ofrece importantes ventajas nutricionales, alta palatabilidad y buena estabilidad en vitrinas refrigeradas que prolongan su vida comercial.

REFERENCIAS:

Junta de Extremadura, Consejería de Agricultura y Comercio (1997). "Bases de la calidad del Jamón Ibérico". Monografía.

Jesús Ventanas (Coordinador) (2001). "Tecnología del Jamón Ibérico". Texto científico; Mundiprensa.

Mª Jesús Petrón (2002). Estudio de la fracción lipídica intramuscular en diferentes tipos de jamón Ibérico. Tesis doctoral universidad de Extremadura.

Tejeda J.F. (1999). Estudio de la influencia de la raza y la alimentación sobre la fracción lipídica intramuscular del cerdo ibérico. Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura.

Ana Isabel Carrrapiso (2002). "Caracterización del jamón Ibérico mediante el estudio del aroma". Tesis Doctoral Universidad de Extremadura.

PRODUCTOS NOBLES (jamones, paletas, lomos)

FIGURAS

Figura 1: Perspectivas de los productos del cerdo Ibérico

Sistema productivo Materia prima Proceso de elaboración Producto final (Principal fuente de (Características (Adecuación a la (Atributos de calidad: heterogeneidad) Diferenciales) materia prima) textura, aroma, aspecto PRODUCTOS D.O. (Condiciones Factores idóneas min.) Maneio Temp Alimentación (Especificaciones min.-max.) PRODUCTOS CALIDAD COMERCIAL Objetivos: ·Características diferenciales de la materia prima que influyen sobre su evolución Resto de la canal (73%) durante el proceso y los atributos de calidad *Desarrollo del "know how" sobre embutidos del Jamón. del cerdo Ibérico (tecnología, presentación...) ·Condiciones del proceso que guardan una *Caracterización de la carne para consumo en adecuación con las características (A, B...) fresco ("primor2) de la materia prima a procesar. *Utilización de grasas (50%) (extracción de ·Caracterización de la calidad química y aromas, precocinados, productos cocidos...) sensorial del producto final y su evaluación por métodos objetivos y rápidos (on-line)

Figura 2: Correlación entre los distintos atributos sensoriales y la calidad final del jamón Ibérico

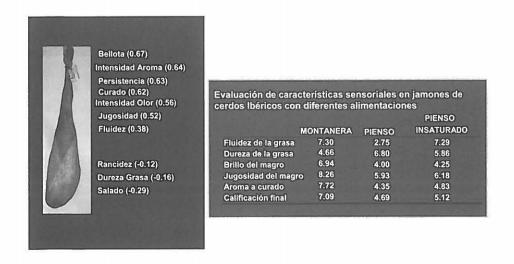
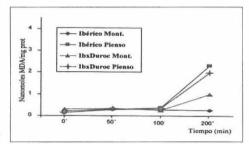


Figura 3: Composición en ácidos grasos de los fosfolípidos y estabilidad oxidativa

	%GRASA VETEADO	%HUMEDAD	%AC.GRASOS SATURADOS	%AC.GRASOS W-9	%AC-GRASOS W-6
LOTE IB-MONT	9,32	67.2	34.67	14.11	43.23
LOTE IB-PIENSO	6.42	69.5	35.73	10.78	46.59
LOTE IBXD-MON	7.97	67.8	35.51	13,63	42.31
LOTE IBXD-PIENSO	6.02	70.2	37.00	9.49	47.24

*En Músculo Biceps femoris



*En Músculo Biceps femons

Figura 4: Presencia del marcador de alimentación en extensivo (neofitadieno) en producto final

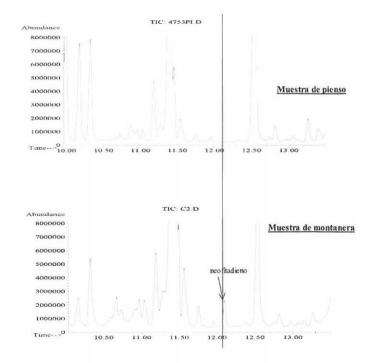


Figura 5: Compuestos volátiles en grasa subcutánea y magro

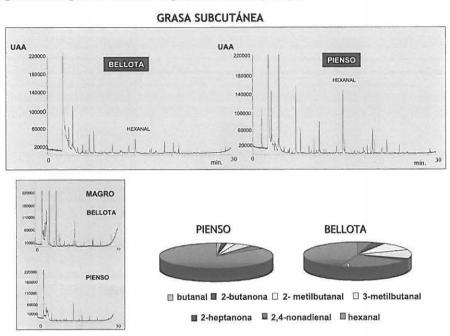
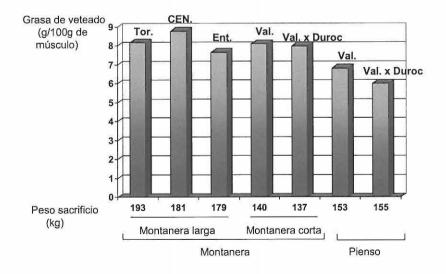


Figura 6: Niveles de GIM y estructura de la misma en diferentes tipos de cerdos Ibéricos



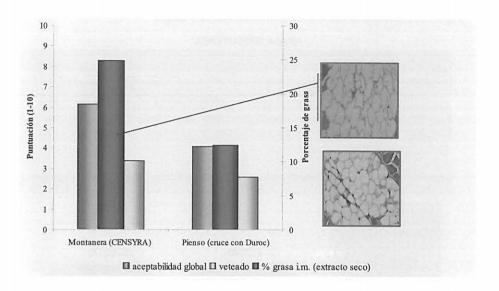


Figura 7: Implicación de la GIM en los atributos de calidad del jamón

PREDICTORES DE CALIDAD EN MATERIA FRESCA

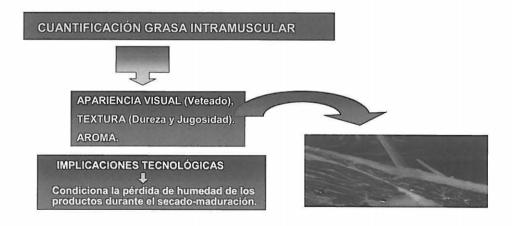


Figura 8:

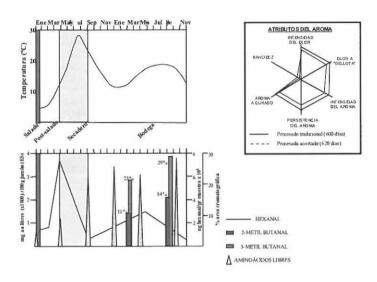


Figura 9:

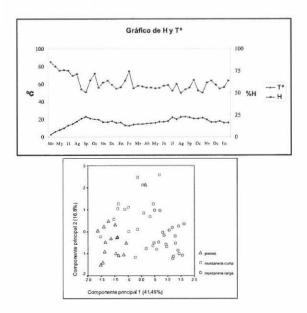


Figura 10:

Condiciones termohigrométricas del procesado del jamón

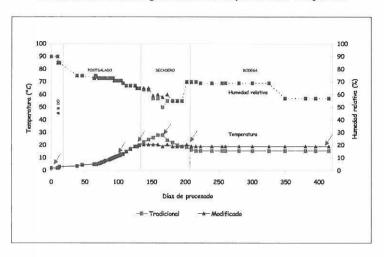


Figura 11:

Técnica de salado mediante el aporte limitado de sal

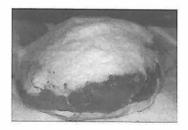




Figura 12:

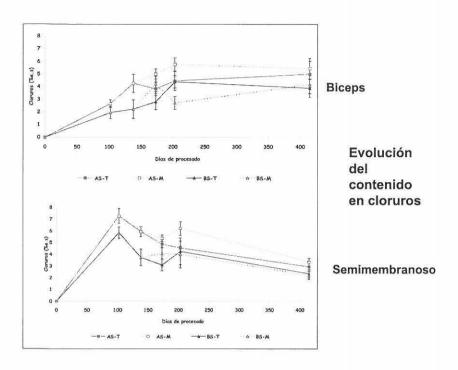


Figura 13:

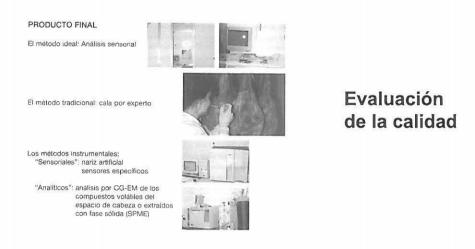


Figura 14:

AISLAMIENTO DE COMPUESTOS VOLÁTILES MEDIANTE MICROEXTRACCIÓN EN FASE SÓLIDA (SPME)

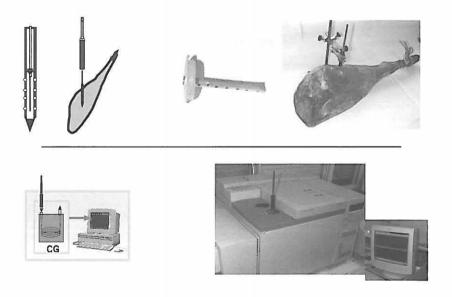


Figura 15:

Aromagrama de compuestos olor activos del jamón Ibérico

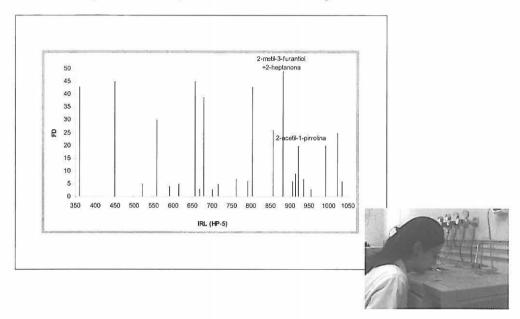


Figura 16:

Ac. Graso	Montanera		
Mirístico (C ₁₄)	1.26		
Palmítico (C ₁₆)	22.64		
Esteárico (C ₁₈)	8.92		
E Saturados	32.82		
Palmitoleico (C ₁₆₋₁)	4.22		
Oleico (C _{18.1})	54.36		
E Monoinsaturados	58.57		
Linoleico (C _{18 2}) w-6	6.62		
Linolénico (C _{18 3}) w-3	0.53		
Araquidónico (C _{20:4}) w-6	1.45		
E Poliinsaturados	8.60		

Ácidos Grasos

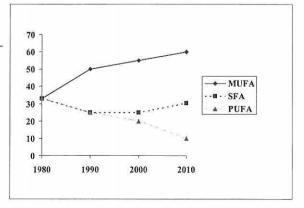
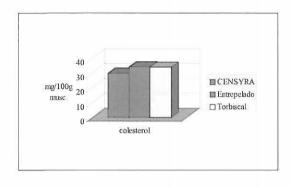


Figura 17:

										efecto
	CEN	SYR	A	Entre	pela	do	Tor	bisca	al	
%grasa	13,21	i	1,00	12,27	1	1,09	12,89	±	0,77	Ns
Colesterol	30,03	±	5,16	34,37	2	1,64	34,03	±	2,00	Ns



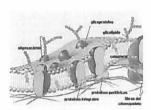


Figura 18:

42.91 27.40 71.21	26.34 12.39 42.31	*
71.21	42.31	
		**
traza	traza	
traza	traza	
traza	traza	
80		
60		□ ec
	traza traza	traza traza traza traza 80 60 40

The state of the s