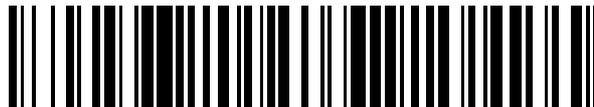


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 542 408**

51 Int. Cl.:

G01N 21/65 (2006.01)

G01N 21/35 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.02.2012 E 12705694 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.04.2015 EP 2702395**

54 Título: **Método de determinación de la cantidad de por lo menos algunos ácidos grasos contenidos en diferentes materiales biológicos de un mismo animal criado para la producción de carne**

30 Prioridad:

03.03.2011 FR 1151737

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

05.08.2015

73 Titular/es:

**VALOREX (100.0%)
La Messayais
35210 Combourtille, FR**

72 Inventor/es:

**CHESNEAU, GUILLAUME y
WEILL, PIERRE**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 542 408 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método de determinación de la cantidad de por lo menos algunos ácidos grasos contenidos en diferentes materiales biológicos de un mismo animal criado para la producción de carne.

5 La invención se refiere a un método de determinación de la cantidad de algunos ácidos grasos contenidos en diferentes materiales biológicos de un mismo animal criado para la producción de carne.

10 El contenido en materia grasa (o lípidos) de cada uno de los productos que consumimos forma parte de la información habitual que figura en las etiquetas de los acondicionamientos de los alimentos.

Estos lípidos se rechazan desde hace mucho tiempo debido a su gran contribución energética en las dietas, siendo los ácidos grasos saturados los principales.

15 Desde hace una década, los científicos multiplican las pruebas para no rechazar los ácidos grasos. Para los nutricionistas no existen ácidos grasos buenos y malos en las dietas del ser humano, sino simplemente ácidos grasos en exceso o en escasez que provocan numerosos desequilibrios fisiológicos, que contribuyen a la génesis de numerosas enfermedades denominadas “de la civilización” (enfermedad cardiovascular, diabetes, obesidad, etc.).

20 Todas las guías nutricionales están ahora de acuerdo en recomendar:

- a. un aumento del consumo de ácido oleico (C18:1 n-9),
- 25 b. un aumento del consumo de omega 3 en forma de ácido alfa-linolénico (C18:3 n-3), de EPA (C20:5 n-3) y de DHA (C22:6 n-3),
- c. una limitación del consumo de ácido palmítico (C16:0),
- 30 d. una limitación del consumo de ácido linoleico (C18:2 n-6),
- e. una disminución de la relación C18:2 n-6/C18:3 n-3.

35 Esta última década ha estado plagada de estudios que buscan optimizar la composición nutricional de ácidos grasos de los productos consumidos por el ser humano para mejorar su salud, siguiendo estas recomendaciones. Por lo tanto, se han examinado los modos de producción de los animales y la composición en ácidos grasos de sus lípidos y se han desarrollado métodos de determinación de ácidos grasos.

40 En lo que se refiere a los animales, su alimentación desempeña un papel principal (superior a la genética y otros factores de crianza) en la determinación de la composición en ácidos grasos de sus productos.

Por lo tanto, para mejorar el perfil de ácidos grasos de una carne, de una leche, de un huevo, conviene elegir correctamente las materias primas que constituyen la ración alimentaria. En el animal monogástrico, el perfil lipídico de la carne es el reflejo directo de su alimentación.

45 En los rumiantes, también existe este vínculo pero está “confundido” por la función de biohidrogenación de la panza, lo que hace que la correlación sea más delicada y dependa de las interacciones digestivas en el interior de la panza.

50 Y más allá del interés de conocer la composición en ácidos grasos de los productos consumidos por el ser humano para la salud de este último, también es muy interesante tener en cuenta la composición en ácidos grasos de los materiales biológicos que constituyen los animales para caracterizar la salud de estos animales.

55 En efecto, mediante el reconocimiento de algunos ácidos grasos o la relación de ácidos grasos en cantidades conocidas, es totalmente posible emitir un diagnóstico sobre los desequilibrios nutricionales de una ración alimentaria y, como consecuencia, sobre los trastornos metabólicos en los que se incurre a medio y a largo plazo.

60 Así, los ácidos grasos C18:2 n-6 y C18:3 n-3 sólo pueden tener un origen exógeno (es decir, alimentario), ya que ningún animal puede sintetizarlos. Estos ácidos grasos indispensables también se denominan esenciales ya que son vectores muy importantes del equilibrio de los sistemas hormonal, inmunitario, inflamatorio, etc. y sus derivados oxigenados son con mucha frecuencia antagonistas, lo que ha llevado a los nutricionistas a recomendar una relación C18:2 n-6 / C18:3 n-3 para equilibrar mejor las principales funciones metabólicas de los organismos, ya se trate del ser humano o de los animales.

65 Por ello resulta interesante controlar en el animal vivo, por medio del análisis de su sangre, de su piel, de su pelaje o de cualquier otro tejido biológico, el equilibrio de esta relación (por ejemplo) que está inevitablemente correlacionada con el equilibrio de esta relación en la ración alimentaria que, por su parte, no siempre se conoce.

Esto es cierto para ácidos grasos de origen exclusivamente exógeno, pero puede serlo totalmente para ácidos grasos de origen endógeno (o mixto), ya que su síntesis está modulada por numerosos equilibrios de una ración alimentaria: aportes de energía (en forma de azúcares, de almidón, de lípidos o de glúcidos complejos), de proteína, de fibras, de minerales, de vitaminas.

5 En función del nivel energético de una ración dependerá el nivel de síntesis y de lipólisis de los ácidos grasos del tejido adiposo, y por lo tanto se modificará el perfil de ácidos grasos del mismo.

10 A diferencia de los aceites vegetales, que contienen una veintena de ácidos grasos principales diferentes, las materias grasas animales, particularmente procedentes de rumiantes, están compuestas por un número muy grande de ácidos grasos diferentes.

15 Se conocen cerca de 400 ácidos grasos diferentes. Las proporciones relativas de estos ácidos grasos son extremadamente variables en función de numerosos parámetros: la raza, el individuo, la estación, la edad y sobre todo la alimentación.

Los ácidos grasos se agrupan de manera clásica en familias de las cuales se presenta una lista ilustrada de algunos ejemplos de ácidos grasos:

- 20 a. Los ácidos grasos saturados de cadena corta (C4:0, C6:0, C8:0, C10:0);
- b. Los ácidos grasos saturados de cadena media: ácido láurico (C12:0) y ácido mirístico (C14:0);
- 25 c. Los ácidos grasos saturados de cadena larga: ácido palmítico (C16:0) y ácido esteárico (C18:0);
- d. Los ácidos grasos monoinsaturados en cis o trans: ácido oleico (C18:1 cis9), ácido vaccénico (C18:1 trans11);
- 30 e. Los ácidos grasos conjugados: ácido ruménico (C18:2 cis9 trans11);
- f. Los ácidos grasos impares ramificados;
- 35 g. Los ácidos grasos poliinsaturados de la familia omega 3: ácido alfa-linolénico (C18:3 n-3), ácido eicosapentaenoico (C20:5 n-3), ácido docosahexaenoico (C22:6 n-3);
- h. Ácidos grasos poliinsaturados de la familia omega 6: ácido linoleico (C18:2 n-6), ácido araquidónico (C20:4 n-6).

40 La gran variedad y la gran dispersión de composición de los ácidos grasos de los productos animales, por un lado, y la importancia cuantitativa del consumo de materias grasas animales procedentes de carnes y productos derivados de su producción, por otro lado, hacen que sea muy importante la evaluación de la calidad nutricional de los lípidos de los productos de animales criados para la producción de carne.

45 Las empresas ganaderas se orientan por lo tanto hacia una mejora de la calidad nutricional de los lípidos de carnes y productos derivados de su producción. En cuanto a las empresas ganaderas como tales, buscan herramientas de diagnóstico del equilibrio de las raciones alimentarias distribuidas a los animales para optimizar la rentabilidad económica de su producción mediante mejores rendimientos y una mejor salud de los animales.

50 Teniendo en cuenta este doble entusiasmo dirigido al productor y al consumidor, parece por lo tanto totalmente interesante poder evaluar de manera rápida, fiable y con menor coste, la composición de lípidos de carnes y productos derivados de su producción en el animal muerto, así como la de los materiales biológicos accesibles en el animal vivo (mediante análisis directo o mediante toma de muestras) con el fin de predecir, es decir prever, el perfil de ácidos grasos obtenido en las carnes y los productos derivados. En efecto, mediante el conocimiento por adelantado de la composición de la sangre, de la piel y del pelaje algunas horas, días o meses antes del sacrificio del animal, para una ración alimentaria dada, se puede considerar predecir la calidad de los lípidos de carnes y productos derivados de su producción, en el contexto de una alimentación estable a lo largo del tiempo. Así, por ejemplo, si la cantidad de omega 3 diagnosticada en la carne mediante el análisis del pelaje es insuficiente para responder a un objetivo cualitativo según un pliego de condiciones, entonces se puede considerar un consejo de cambio de la ración del animal con el fin de alcanzar el objetivo buscado.

60 Por lo tanto, la presente invención se refiere a un método de determinación de la cantidad de por lo menos algunos ácidos grasos contenidos en diferentes materiales biológicos de un mismo animal criado para la producción de carne, a partir de una base de datos en la que se han determinado previamente, para un material de referencia procedente del mismo tipo de animal, las composiciones o los perfiles de ácidos grasos, determinados mediante cromatografía en fase gaseosa, después se han medido y registrado los espectros de absorción de infrarrojos o de difusión de Raman correspondientes, comprendiendo el método las etapas siguientes:

a/ determinar, mediante un modelo matemático, para este material de referencia, una ecuación de calibración correspondiente a la determinación, mediante un método espectroscópico, de un ácido graso o de una suma de ácidos grasos;

b/ validar el empleo de dicha ecuación de calibración de la etapa anterior, en vista de su utilización con nuevas muestras a analizar, a partir del momento en que para una serie de muestras denominadas "de validación", de la misma naturaleza que el material biológico de referencia, el coeficiente de correlación r^2 entre el contenido en el ácido graso considerado o la suma de ácidos grasos obtenida mediante cromatografía en fase gaseosa y mediante espectroscopia, es por lo menos igual a 0,7;

c/ someter una nueva muestra a analizar, de la misma naturaleza que el material de referencia, a radiación luminosa para obtener su espectro de absorción, y utilizar la ecuación de calibración anteriormente validada para deducir su perfil, es decir su contenido en ácidos grasos denominados "principales", a saber los que presentan un coeficiente de correlación r^2 por lo menos igual a 0,7,

caracterizado por que comprende también por lo menos una de las etapas siguientes:

d/ determinar el perfil, es decir el contenido en ácidos grasos denominados "secundarios", es decir todos aquéllos cuyo coeficiente r^2 es inferior a 0,7, a partir del perfil de ácidos grasos "principales" tal como se ha determinado en la etapa anterior, por medio de ecuaciones de predicción estadísticas que presentan un coeficiente de correlación r^2 por lo menos superior al coeficiente de correlación r^2 determinado entre los valores de ácidos grasos denominados "secundarios", medidos mediante espectroscopia y los valores obtenidos mediante cromatografía en fase gaseosa o por medio de ecuaciones de predicción estadísticas que presentan un coeficiente de correlación por lo menos igual a 0,7, obtenido con el método de cromatografía en fase gaseosa;

e/ determinar el contenido en ácidos grasos de por lo menos otro material del mismo animal, a partir de los perfiles obtenidos en las etapas c/ y/o d/, por medio de ecuaciones de predicción estadísticas que presentan un coeficiente de correlación por lo menos igual a 0,7, obtenido con el método de cromatografía en fase gaseosa.

Preferentemente, en las etapas b/, c/, d/ y e/, r^2 es por lo menos igual a 0,8, preferentemente por lo menos igual a 0,9.

Por otro lado, según otras características ventajosas y no limitativas:

- dicho material biológico es líquido;
- dicho material biológico es sangre;
- dicho material biológico es sólido;
- dicho material biológico se elige de entre el pelaje, las escamas, las plumas, la piel, la grasa, la carne, los despojos;
- dicho animal se elige de entre el grupo constituido por los bovinos, los ovinos, las aves de corral, los cerdos, los conejos y los peces.

El estado de la técnica más próximo a la invención se da a conocer en el artículo de FERNANDEZ-CABANÁS V. M. *ET AL*: "Rapid determination of the fatty acid profile in pork dry-cured sausages by NIR spectroscopy", *FOOD CHEMISTRY*, ELSEVIER LTD, NL, vol. 124, nº 1, 1 de enero de 2011 (01-01-2011).

Otras características y ventajas de la presente invención se desprenderán de la lectura de la siguiente descripción.

I - Modelo de determinación de la composición en ácidos grasos de los lípidos de carnes y productos derivados de su producción

a. Introducción

La determinación del perfil de ácidos grasos de los lípidos de los productos se realiza actualmente mediante el método de referencia: la cromatografía en fase gaseosa (CG). Permite separar mezclas gaseosas a consecuencia del equilibrio entre una fase gaseosa móvil y una fase estacionaria. Cronológicamente, el método se basa en:

- 1 - una etapa de extracción de la materia grasa,
- 2 - una preparación de los ésteres metílicos de ácidos grasos,

3 - un análisis mediante cromatografía en fase gaseosa de estos ésteres metílicos de ácidos grasos.

No obstante, este método es lento (de una a tres semanas según los laboratorios) y costoso (de 100 a 200 € por análisis, aproximadamente). Es un freno considerable para los actores de las empresas ganaderas que desearían multiplicar su investigación, su desarrollo producido o incluso ejercer un control de la calidad de las carnes obtenidas o del equilibrio de una ración alimentaria.

Es por ello que se ha considerado un método muy interesante desde el punto de vista de la fiabilidad pero mucho más rápido y menos costoso: el análisis mediante espectroscopia de infrarrojos o Raman, acoplado a ecuaciones de predicción.

El método propuesto se basa en 3 etapas:

Las dos primeras etapas consisten en obtener un perfil de ácidos grasos de manera rápida, fiable y lo más completa posible para un tejido dado de un mismo animal.

La tercera etapa permite obtener un perfil de ácidos grasos de manera rápida, fiable y lo más completa posible para numerosos tejidos del mismo animal, y potencialmente en momentos diferentes, a partir del momento en que no ha cambiado la ración alimentaria.

b. Descripción del método

Etapa 1: Determinación parcial de la composición lipídica (a partir de los ácidos grasos principales, presentes en mayor cantidad)

- de uno o varios tejidos magros (carne) o grasos (grasas de cobertura, grasas intermusculares) de un animal criado y después sacrificado para la producción de carne (porcino, bovino, ovino, aves de corral, conejo, pez, etc.)
- de uno o varios tejidos (piel, pelaje...) o materiales biológicos (sangre, orina, heces, leche...) de un animal en crecimiento o en engorde,

mediante el método de análisis rápido y eventualmente no invasivo de espectroscopia, infrarrojos o Raman, a partir de equipos de medición disponibles en el mercado o bien los que deban crearse para cada una de las aplicaciones específicas que podrá ser necesario realizar (por ejemplo, en la línea de sacrificio de los cerdos, de las vacas, de las aves de corral, etc. o en su epidermis) para ganar en cuanto al carácter práctico, la robustez, el coste, la reactividad...

Tras la constitución de una base de datos importante y representativa de muestras para las que, por un lado, se ha determinado la composición del perfil de ácidos grasos mediante el método de referencia (CG) y, por otro lado, se han obtenido espectros de absorción luminosa a partir de un equipo de medición adaptado (pero evolutivo), y se ha obtenido una calibración de infrarrojos o Raman para cada ácido graso considerado mediante el método de referencia.

Cada calibración se caracteriza por un grado de fiabilidad. Cuanto mayor es la cantidad en la que están presentes los ácidos grasos o las familias de ácidos grasos (por ejemplo: ácidos grasos saturados) (ácidos grasos principales; por ejemplo, ácido palmítico, ácido oleico, ácido esteárico, etc.) mayor será esta fiabilidad.

En cambio, para obtener rápidamente, mediante espectroscopia y de manera fiable, ácidos grasos en pequeña cantidad (ácidos grasos denominados secundarios; por ejemplo, el ácido α -linolénico, omega 3), con el objetivo de obtener un perfil de ácidos grasos completo, se necesita una segunda etapa.

Etapa 2: Determinación de los ácidos grasos secundarios mediante ecuación de predicción matemática.

Algunas veces los ácidos grasos de un mismo tejido están muy bien correlacionados entre sí.

Por lo tanto, a partir de los ácidos grasos principales obtenidos mediante espectroscopia, infrarrojos o Raman, es posible calcular mediante ecuación de predicción (lineal o no), la cantidad de ácidos grasos denominados secundarios, presentes en pequeña cantidad. Dado que este segundo método de evaluación mediante cálculo ofrece una mejor fiabilidad de resultado que el primero, merece la pena utilizarlo.

También se puede obtener otra evaluación de ácidos grasos predichos de manera insuficientemente adecuada directamente mediante espectroscopia, infrarrojos o Raman, mediante ecuación de predicción matemática en asociación con otros constituyentes distintos de los ácidos grasos (agua, materias grasas, proteínas, colágeno, sal, etc.) dado que una correlación estrecha habrá permitido establecer una ecuación de predicción fiable.

Teniendo en cuenta el número y la variabilidad de composición de los tejidos en un mismo animal, se puede considerar una tercera etapa para obtener rápidamente la composición en ácidos grasos de diferentes tejidos, eventualmente con un desfase temporal si la ración alimentaria del animal permanece estable.

5 Etapa 3: Determinación de la composición en ácidos grasos de diferentes tejidos de un mismo animal, o de varios animales de un mismo lote de producción homogéneo, a partir del conocimiento del perfil de ácidos grasos (según las etapas 1 y/o 2) de por lo menos un tejido del mismo animal o de un animal del mismo lote.

10 En efecto, estableciendo fuertes correlaciones de composición en ácidos grasos entre diferentes tejidos que permiten predicciones fiables, resulta posible conocer el contenido en un ácido graso de un tejido (por ejemplo: músculo magro) conociendo este mismo ácido graso en otro tejido (grasas de cobertura).

15 De la misma manera, para producciones muy homogéneas y normalizadas con poca variabilidad de composición en ácidos grasos de un animal a otro (caso de los animales criados en el interior de una misma empresa ganadera y que reciben la misma alimentación hasta la misma edad), es posible predecir el contenido en un ácido graso de un tejido de un animal a partir del contenido en ese mismo ácido graso de un tejido de otro animal del mismo lote.

20 Por último, también es posible conocer por adelantado la composición de un tejido (por ejemplo: carne) en un ácido graso dado en un instante t (por ejemplo: sacrificio), a partir del conocimiento de la composición en otro tejido (por ejemplo: sangre) en un instante t-h (en horas), t-d (en días) o t-s (en semanas), a partir del momento en que el animal recibe una ración alimentaria estable.

25 Por lo tanto, mediante la utilización de métodos de análisis rápidos de determinación de los ácidos grasos de los productos, en combinación con la aplicación de ecuaciones de predicción entre ácidos grasos (o incluso a partir de otros constituyentes distintos de los ácidos grasos pero bien predichos mediante espectroscopia y bien correlacionados con el ácido graso considerado), o también entre piezas en un momento dado (grasas de cobertura, grasas intermusculares, músculos variados) o entre tiempos desfasados (sangre, pelaje, piel), o incluso entre animales de un lote homogéneo de producción, o por último entre el comienzo y el final de un proceso de cocción u otra transformación, resulta posible:

- 30 - acceder fácilmente a informaciones nutricionales importantes, a saber las tasas de ácidos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados, palmítico (C16:0), oleico (C18:1 n-9), linoleico (C18:2 n-6), alfa-linolénico (C18:3 n-3), linoleicos conjugados (CLA), etc. para cada uno de los productos alimentarios que se deben considerar,
- 35 - instaurar un sistema de pago de los productos (leche, mantequilla, queso, carne, jamón, charcutería, huevo, etc.) según su calidad nutricional en ácidos grasos, y dinamizar así la comercialización de productos de calidad,
- 40 - controlar de manera rápida y eficaz los productos de animales criados para su carne y mejorar así la constitución del pliego de condiciones con obligación de resultados y plan de control analítico de los productos entre los productores, mataderos, transformadores y distribuidores,
- 45 - acelerar el proceso de adquisición de conocimientos para la posible multiplicación del estudio de los factores de mejora de la calidad,
- reforzar la creación de empresas para la promoción de productos de calidad nutricional superior,
- 50 - mejorar el equilibrio de la ración de los animales, la salud de los animales y la rentabilidad económica de los sistemas de producción de los animales.

II - Ejemplos prácticos

55 Etapa 1: Determinación parcial del perfil de ácidos grasos mediante espectroscopia (ejemplo de infrarrojos).

Esta etapa tiene el objetivo de identificar los ácidos grasos predecibles de manera fiable y robusta mediante medición por infrarrojos. Esta etapa necesita el desarrollo de calibración sobre el conjunto de los ácidos grasos medidos mediante CG. A continuación se conservarán las mejores calibraciones por ácidos grasos y definirán la lista de los ácidos grasos predecibles de manera fiable mediante medición por infrarrojos.

60 Esta ilustración se basa en datos adquiridos en costillas de cerdo mediante un aparato con las características siguientes:

- 65 - el modo de adquisición de los espectros utilizado fue la transmisión (el espectro de infrarrojos atraviesa la muestra).

- el rango espectral utilizado se extiende de 780 a 2500 nm.

En esta ilustración, el desarrollo de los modelos matemáticos para la determinación de las calibraciones se realizó con ayuda del programa "Unscrambler".

La metodología descrita a continuación se puede extrapolar al conjunto de los tejidos y de los aparatos espectroscópicos a considerar.

a) Adquisición de los espectros de infrarrojos y de los análisis de referencia (perfiles de ácidos grasos)

La adquisición de las medidas espectrales se realizó con 70 muestras trituradas de costillas de cerdo, que habían recibido una alimentación diferenciada en cuanto al contenido en C18:3 n-3.

En paralelo a estas mediciones, se determinaron los perfiles de ácidos grasos de estas mismas muestras de tejidos que habían servido para la adquisición de los perfiles espectrales mediante cromatografía en fase gaseosa (método de referencia).

b) Construcción de la base de datos

Se constituyó una base de datos que agrupaba, para cada muestra, los valores de cada punto que compone su espectro IR así como su perfil de ácidos grasos, tal como se ilustra a continuación.

Estructura de la base de datos que permite la investigación mediante un método estadístico de relaciones entre el perfil espectral obtenido mediante IR y el perfil de ácidos grasos obtenido mediante CG.

N.º de muestra	Dieta	Longitud de onda					Perfiles de ácidos grasos				
		400	402	404	...	n	C10:0	C12:0	C18:3 n-3	...	C24:1
1	A										
2	A										
3	B										
4	B										
...	...										
n	n										

c) Construcción de las calibraciones

A partir de esta base de datos, se utilizan diferentes métodos estadísticos con el fin de identificar los ácidos grasos que se pueden predecir de manera fiable y precisa, a partir del espectro de infrarrojos.

En esta ilustración, el conjunto de los espectros se normaliza mediante el método MSC (Multiplicative Scatter Correction). Esta transformación permite limitar la dispersión de los espectros unos con respecto a otros. Se pueden utilizar otros pretratamientos matemáticos de la señal de infrarrojos. La elección del pretratamiento (primera derivada, segunda derivada, MSC,...) puede tener un impacto sustancial sobre la calidad de la calibración. Por lo tanto, es necesario por medio de programas dedicados elegir el pretratamiento matemático óptimo.

Para cada punto del espectro I.R., se calcula un coeficiente de regresión para cada ácido graso mediante el método de la regresión de mínimos cuadrados parciales (PLS1).

Se multiplica cada punto del espectro IR por el coeficiente de regresión correspondiente. La suma de estos productos corresponde entonces al valor predicho del ácido graso considerado en función del espectro de infrarrojos.

d) Validación interna

La evaluación del modelo se realiza mediante el método denominado de "validación cruzada" (cross-validation).

En este método, se divide el conjunto de datos de las muestras que sirven para la calibración en n subconjuntos. La calibración se realiza con los n-1 subconjuntos, sirviendo el último subconjunto como conjunto de datos para la validación. El proceso se repite tantas veces como subconjuntos haya. Este método permite validar el modelo y someter a prueba la capacidad predictiva del modelo.

e) Evaluación de la calidad de la calibración

La evaluación de la calidad de las predicciones se realiza a partir del coeficiente de correlación de la regresión (R²) y del error cuadrático medio de la predicción (RMSEP).

La tabla 1 a continuación resume los criterios de calidad necesarios para la evaluación de la calidad del modelo de predicción. De este modo es posible definir de manera fiable el conjunto de los ácidos grasos presentes en la siguiente tabla. En esta fase del estudio, sólo la relación n-6/n-3 parece potencialmente difícil de predecir. No obstante, se puede construir una base de datos más grande, con una buena representatividad de los modos de producción, para verificar estos niveles de fiabilidad.

Tabla 1: Criterios de calidad de las predicciones obtenidas con las costillas de cerdo sobre una lista restringida de ácidos grasos, y a partir de una base de datos todavía limitada.

	N.º espectros en la base de datos	Contenidos mín.	Contenidos máx.	RMSEP	R ²
AGS	138	33,7	46,7	0,63	92,13
AGMI	134	40,2	49,1	0,88	83,76
AGPI n-6	146	6,4	15,7	0,98	80,53
AGPI n-3	136	1,2	4,8	0,35	81,38
C16:0	140	20,7	27,4	0,46	83,5
ALA (C18:3 n-3)	133	1	3,8	0,29	79,04
LA (C18:2 n-6)	144	5,8	14,4	0,85	83,75
n-6/n-3	138	2,2	5,9	0,53	49,06
AGS/n-3	136	7,9	22,2	1,63	80,04

AGS = ácidos grasos saturados; AGMI = ácidos grasos monoinsaturados; AGPI = ácidos grasos poliinsaturados
 RMSEP = error cuadrático medio de la predicción

f) Validación externa

A continuación se somete a prueba la robustez, es decir la validez de las ecuaciones (o del modelo de predicción) determinadas anteriormente utilizando muestras que no han servido para el desarrollo de la calibración. Se trata de determinar la diferencia entre los valores predichos por el modelo sobre estas muestras y los valores reales del ácido graso considerado y medidos mediante CG. Cuanto menor es la desviación, mejor es la robustez del modelo. Esta etapa sólo se puede realizar con calibraciones ya desarrolladas a partir de una base de datos suficientemente grande y es representativa de las prácticas en el terreno.

g) Conclusión

Al final de esta primera etapa, es posible indicar los ácidos grasos que se pueden cuantificar de manera fiable, precisa y robusta a partir de una medición de infrarrojos de un tipo de muestra, de tejido o de carne.

En el caso de la costilla de cerdo, los ácidos grasos que se pueden indicar como que se pueden medir mediante una adquisición del espectro infrarrojo de la muestra, es decir para los que el coeficiente de correlación es superior a 0,7, preferentemente a 0,8, son: la suma de los ácidos grasos saturados, y monoinsaturados, el C16:0, la suma de los omega 6 y de los omega 3, el C18:2 n-6 y el C18:3 n-3.

Esta lista no es exhaustiva y se podrá modificar (mediante la adición o retirada de ácidos grasos) a medida que se incluyan nuevos datos que permitan extender la base de datos para obtener una mejor representatividad de la producción considerada.

Para los demás ácidos grasos no previsible mediante infrarrojos, es decir aquéllos cuyo coeficiente de correlación no supera 0,7, o preferentemente 0,8, es posible determinar sus contenidos a partir de un estudio estadístico de correlación y de predicción con los ácidos grasos previamente determinados mediante infrarrojos.

ETAPA 2: Determinación de los ácidos grasos secundarios mediante ecuación de predicción matemática en el interior de un mismo tejido.

Se trata en esta etapa, a partir de la base de datos que ha servido para constituir las calibraciones espectroscópicas y/o de una base de datos representativa de manera ideal de la producción considerada, de demostrar las correlaciones estadísticas y de establecer ecuaciones de predicción de ácidos grasos que no se pueden medir mediante espectroscopia mediante los contenidos de los ácidos grasos que se pueden medir mediante espectroscopia.

Los resultados presentados en las tablas 2 a 5 se obtienen con costillas de cerdo. Las tablas 2 y 3 presentan respectivamente las correlaciones y las predicciones entre ácidos grasos expresados en % de los ácidos grasos totales, las tablas 4 y 5, entre ácidos grasos expresados en mg por 100 g de tejido.

A modo de ejemplo:

ES 2 542 408 T3

Si el método espectroscópico permite determinar los AGMI pero no el C18:1 n-9, entonces, si la correlación entre AGMI y C18:1 n-9 es muy significativa (probabilidad $P < 0,001$), resulta posible determinar el C18:1 n-9 mediante una ecuación de predicción.

Si la medida de los ácidos grasos se expresa en % de los ácidos grasos totales, entonces la ecuación, procedente de la tabla 2, es:

$$\text{C18:1 n-9} = 1,02 * \text{AGMI} - 5,64$$

De una manera más elaborada, también se puede considerar predecir un ácido graso mediante una ecuación con varias incógnitas. Por ejemplo, es totalmente posible determinar la suma de los ácidos grasos omega 3 de cadenas largas (AGPI CL n-3), es decir aquéllos cuyo número de carbonos es superior a 18, mediante la ecuación siguiente:

$$\text{AGPI CL n-3} = \text{AGPI n-3} - \text{C18:3 n-3}$$

Los resultados presentados en las tablas 6 a 9 se obtienen con músculos de bovinos. Las tablas 6 y 7 presentan respectivamente las correlaciones y las predicciones entre ácidos grasos expresados en % de los ácidos grasos totales, las tablas 8 y 9, entre ácidos grasos expresados en mg por 100 g de producto.

De este modo se podrán construir otras tablas para otros tejidos, y otras especies animales.

Por otro lado, si el método espectroscópico permite determinar algunos ácidos grasos (o familia de ácidos grasos) de un tejido dado, pero no permite determinar estos mismos ácidos grasos en otros tejidos del mismo animal (que por ejemplo, contiene menos de ellos en valor absoluto), el método propone una 3ª etapa.

ETAPA 3: Predicción de los contenidos en ácidos grasos de diferentes tejidos a partir del perfil de ácidos grasos de un único tejido.

Como anteriormente, se trata en esta etapa de utilizar ecuaciones procedentes de las mejores correlaciones que permiten determinar un ácido graso dado (o familia de ácidos grasos) de uno o varios tejidos a partir de su contenido en otro tejido, tras la etapa 1 o la etapa 2.

Utilizando bases de datos constituidas por perfiles de ácidos grasos (determinados mediante CG) de diferentes tejidos de un mismo animal, se realizaron correlaciones entre tejidos para cada ácido graso.

Los resultados presentados en las tablas 10 y 11 se obtienen con el C18:3 n-3 de diferentes tejidos respectivamente de cerdo y de bovino.

A modo de ejemplo, tras la etapa 1:

Si se determina el C18:3 n-3 mediante espectroscopia en el tocino de cerdo, entonces es posible determinar el C18:3 del tejido semimembranoso (SM) de cerdo mediante la ecuación siguiente: % de C18:3 en SM = 0,49 x % de C18:3 en tocino + 0,11.

Si se determina el C16:0 mediante espectroscopia en el dorsal largo de bovino joven, entonces es posible determinar el C16:0 de la falda de bovino joven mediante la ecuación siguiente: % de C16:0 en falda = 4,59 + 0,82 x % de C16 en dorsal largo.

Y añadir eventualmente la noción de tiempo:

Si se determina el C18:3 n-3 mediante espectroscopia en el plasma de cerdo en el día D, entonces es posible determinar el C18:3 de la costilla de cerdo en el sacrificio (D+30) con la condición de que no se cambie la alimentación, mediante la ecuación siguiente:

$$\% \text{ de C18:3 en costilla de cerdo} = 0,58 \times \% \text{ de C18:3 en plasma} + 0,36$$

A modo de ejemplo tras la etapa 2:

Si se determina el C16:0 del dorsal largo de bovino joven mediante espectroscopia en % de los AG totales, entonces es posible:

a) determinar el C18:3 n-3 del dorsal largo mediante la ecuación siguiente:

$$\text{C18:3 en dorsal largo} = 3,25 - 0,1 \times \text{C16:0 en dorsal largo}$$

ES 2 542 408 T3

b) determinar el C18:3 n-3 de la falda mediante la ecuación siguiente:

$$\text{C18:3 en falda} = 0,22 + 0,62 \times \text{C18:3 en dorsal largo}$$

- 5 Gracias al método de determinación propuesto, es posible conocer rápidamente la calidad nutricional de los lípidos de carnes, y cualquier producto derivado de su producción, para todas las especies animales, a partir del momento en que ecuaciones de predicción fiables completan el análisis espectroscópico realizado con por lo menos un tejido del animal, muerto (grasas de cobertura, grasa interna, inter o intramuscular...) o vivo (sangre, piel, pelaje...), y cuyos ácidos grasos que se predigan mediante la ecuación se predecirán de manera más precisa que mediante
- 10 espectroscopia.

Tabla 2: Ejemplo de matriz de correlación (r^2) entre ácidos grasos (en % de los ácidos grasos totales) obtenida con la costilla de cerdo (n=107). En cursiva, las relaciones significativas con un umbral del 0,001%.

	C18:3 n-3	AGS	AGM	AGPI	n-6	n-3	C16:0	C16:1 n-7	C18:1 n-9c	C18:2 n-6c	C20:4 n-6	C20:5 n-3	C22:5 n-3	C22:6 n-3
C18:3 n-3	$r^2 = 1,00$	$r^2 = 0,24$	$r^2 = 0,54$	$r^2 = 0,62$	$r^2 = 0,05$	$r^2 = 0,94$	$r^2 = 0,45$	$r^2 = 0,46$	$r^2 = 0,52$	$r^2 = 0,08$	$r^2 = 0,01$	$r^2 = 0,24$	$r^2 = 0,60$	$r^2 = 0,01$
AGS	$r^2 = 0,24$	$r^2 = 1,00$	$r^2 = 0,07$	$r^2 = 0,49$	$r^2 = 0,05$	$r^2 = 0,33$	$r^2 = 0,70$	$r^2 = 0,11$	$r^2 = 0,11$	$r^2 = 0,00$	$r^2 = 0,15$	$r^2 = 0,35$	$r^2 = 0,26$	$r^2 = 0,12$
AGM	$r^2 = 0,54$	$r^2 = 0,07$	$r^2 = 1,00$	$r^2 = 0,77$	$r^2 = 0,04$	$r^2 = 0,61$	$r^2 = 0,35$	$r^2 = 0,35$	$r^2 = 0,89$	$r^2 = 0,00$	$r^2 = 0,06$	$r^2 = 0,29$	$r^2 = 0,40$	$r^2 = 0,07$
AGPI	$r^2 = 0,62$	$r^2 = 0,49$	$r^2 = 0,77$	$r^2 = 1,00$	$r^2 = 0,07$	$r^2 = 0,75$	$r^2 = 0,73$	$r^2 = 0,36$	$r^2 = 0,76$	$r^2 = 0,00$	$r^2 = 0,14$	$r^2 = 0,48$	$r^2 = 0,52$	$r^2 = 0,13$
n-6	$r^2 = 0,05$	$r^2 = 0,05$	$r^2 = 0,04$	$r^2 = 0,07$	$r^2 = 1,00$	$r^2 = 0,04$	$r^2 = 0,00$	$r^2 = 0,08$	$r^2 = 0,01$	$r^2 = 0,82$	$r^2 = 0,12$	$r^2 = 0,00$	$r^2 = 0,01$	$r^2 = 0,02$
n-3	$r^2 = 0,94$	$r^2 = 0,33$	$r^2 = 0,61$	$r^2 = 0,75$	$r^2 = 0,04$	$r^2 = 1,00$	$r^2 = 0,62$	$r^2 = 0,55$	$r^2 = 0,66$	$r^2 = 0,13$	$r^2 = 0,01$	$r^2 = 0,43$	$r^2 = 0,62$	$r^2 = 0,04$
C16:0	$r^2 = 0,45$	$r^2 = 0,70$	$r^2 = 0,35$	$r^2 = 0,73$	$r^2 = 0,00$	$r^2 = 0,62$	$r^2 = 1,00$	$r^2 = 0,50$	$r^2 = 0,43$	$r^2 = 0,04$	$r^2 = 0,19$	$r^2 = 0,51$	$r^2 = 0,40$	$r^2 = 0,16$
C16:1 n-7	$r^2 = 0,46$	$r^2 = 0,11$	$r^2 = 0,35$	$r^2 = 0,36$	$r^2 = 0,08$	$r^2 = 0,55$	$r^2 = 0,50$	$r^2 = 1,00$	$r^2 = 0,43$	$r^2 = 0,16$	$r^2 = 0,00$	$r^2 = 0,23$	$r^2 = 0,22$	$r^2 = 0,00$
C18:1 n-9c	$r^2 = 0,52$	$r^2 = 0,11$	$r^2 = 0,89$	$r^2 = 0,76$	$r^2 = 0,01$	$r^2 = 0,66$	$r^2 = 0,43$	$r^2 = 0,43$	$r^2 = 1,00$	$r^2 = 0,03$	$r^2 = 0,12$	$r^2 = 0,44$	$r^2 = 0,44$	$r^2 = 0,11$
C18:2 n-6c	$r^2 = 0,08$	$r^2 = 0,00$	$r^2 = 0,00$	$r^2 = 0,00$	$r^2 = 0,82$	$r^2 = 0,13$	$r^2 = 0,04$	$r^2 = 0,16$	$r^2 = 0,03$	$r^2 = 1,00$	$r^2 = 0,00$	$r^2 = 0,12$	$r^2 = 0,05$	$r^2 = 0,01$
C20:4 n-6	$r^2 = 0,01$	$r^2 = 0,15$	$r^2 = 0,06$	$r^2 = 0,14$	$r^2 = 0,12$	$r^2 = 0,00$	$r^2 = 0,19$	$r^2 = 0,00$	$r^2 = 0,12$	$r^2 = 0,00$	$r^2 = 1,00$	$r^2 = 0,33$	$r^2 = 0,03$	$r^2 = 0,29$
C20:5 n-3	$r^2 = 0,24$	$r^2 = 0,35$	$r^2 = 0,29$	$r^2 = 0,48$	$r^2 = 0,00$	$r^2 = 0,43$	$r^2 = 0,51$	$r^2 = 0,23$	$r^2 = 0,44$	$r^2 = 0,12$	$r^2 = 0,33$	$r^2 = 1,00$	$r^2 = 0,30$	$r^2 = 0,17$
C22:5 n-3	$r^2 = 0,60$	$r^2 = 0,26$	$r^2 = 0,40$	$r^2 = 0,52$	$r^2 = 0,01$	$r^2 = 0,62$	$r^2 = 0,40$	$r^2 = 0,22$	$r^2 = 0,44$	$r^2 = 0,05$	$r^2 = 0,03$	$r^2 = 0,30$	$r^2 = 1,00$	$r^2 = 0,20$
C22:6 n-3	$r^2 = 0,01$	$r^2 = 0,12$	$r^2 = 0,07$	$r^2 = 0,13$	$r^2 = 0,02$	$r^2 = 0,04$	$r^2 = 0,16$	$r^2 = 0,00$	$r^2 = 0,11$	$r^2 = 0,01$	$r^2 = 0,29$	$r^2 = 0,17$	$r^2 = 0,20$	$r^2 = 1,00$

Tabla 3: Matriz de ecuaciones de predicción entre ácidos grasos (en % de los ácidos grasos totales) obtenida con la costilla de cerdo (n = 107). Ecuación de tipo $Y = aX + b$. En cursiva, las relaciones significativas con un umbral del 0,001%.

X \ Y	C18:3n-3	AGS	AGM	AGPI	n-6	n-3	C16:0	C16:1n-7	C18:1n-9c	C18:2n-6c	C20:4n-6	C20:5n-3	C22:5n-3	C22:6n-3
C18:3n-3		$Y = -0.63X + 28.76$	$Y = -0.63X + 30.17$	$Y = 0.50X + 5.43$	$Y = -0.35X + 8.07$	$Y = 0.71X + 0.03$	$Y = -0.99X + 27.28$	$Y = -3.71X + 10.73$	$Y = -0.57X + 25.02$	$Y = -0.43X + 8.53$	$Y = -0.49X + 4.06$	$Y = 5.01X + 2.53$	$Y = 17.74X - 0.53$	$Y = 4.95X + 3.53$
AGS	$Y = -0.38X + 41.12$		$Y = 0.18X + 32.14$	$Y = -0.35X + 45.99$	$Y = -0.27X + 42.99$	$Y = -0.35X + 41.41$	$Y = 0.97X + 16.71$	$Y = 1.39X + 37.07$	$Y = 0.21X + 31.98$	$Y = -0.01X + 39.85$	$Y = -2.05X + 40.98$	$Y = -4.69X + 40.83$	$Y = -9.16X + 41.90$	$Y = -15.69X + 40.40$
AGM	$Y = -0.86X + 45.29$	$Y = 0.41X + 25.94$		$Y = -0.65X + 54.01$	$Y = -0.35X + 46.37$	$Y = -0.67X + 45.56$	$Y = 1.03X + 17.74$	$Y = 3.76X + 34.99$	$Y = 0.88X + 9.38$	$Y = -0.02X + 42.32$	$Y = -1.93X + 43.27$	$Y = -6.41X + 43.62$	$Y = -16.89X + 46.13$	$Y = -17.73X + 42.86$
AGPI	$Y = 1.24X + 13.59$	$Y = -1.41X + 74.06$	$Y = -1.18X + 67.86$		$Y = 0.62X + 10.64$	$Y = 1.00X + 13.03$	$Y = -1.99X + 65.55$	$Y = -5.16X + 27.93$	$Y = -1.08X + 58.65$	$Y = 0.04X + 17.82$	$Y = 3.98X + 15.75$	$Y = 11.10X + 15.55$	$Y = 26.05X + 11.96$	$Y = 33.42X + 16.74$
n-6	$Y = -0.15X + 12.78$	$Y = -0.20X + 19.96$	$Y = -0.11X + 16.95$			$Y = -0.10X + 12.74$	$Y = -0.06X + 13.70$	$Y = 1.03X + 10.27$	$Y = -0.04X + 13.68$	$Y = 0.89X + 2.32$	$Y = 1.54X + 11.23$	$Y = -0.15X + 12.24$	$Y = -1.50X + 12.56$	$Y = 5.00X + 11.98$
n-3	$Y = 1.31X + 0.28$	$Y = -1.00X + 44.96$	$Y = -0.90X + 43.21$	$Y = 0.75X + 8.43$	$Y = -0.43X + 10.49$		$Y = -1.58X + 42.70$	$Y = -5.49X + 15.31$	$Y = -0.87X + 57.70$	$Y = -0.73X + 13.30$	$Y = 1.04X + 4.55$	$Y = 9.11X + 2.99$	$Y = 24.55X - 0.71$	$Y = 15.65X + 4.50$
C16:0	$Y = -0.45X + 25.41$	$Y = 0.73X - 5.09$	$Y = 0.34X + 9.42$	$Y = -0.37X + 30.42$	$Y = -0.07X + 24.52$	$Y = -0.39X - 25.76$		$Y = 2.60X + 18.85$	$Y = 0.35X + 10.61$	$Y = 0.21X + 21.36$	$Y = -1.98X + 24.96$	$Y = -4.93X + 24.92$	$Y = -9.70X + 26.08$	$Y = -15.86X + 24.44$
C16:1n-7	$Y = -0.12X + 2.35$	$Y = 0.08X - 1.19$	$Y = 0.09X - 2.00$	$Y = -0.07X + 3.16$	$Y = 0.08X + 0.91$	$Y = -0.10X + 2.40$	$Y = 0.19X - 2.67$		$Y = 0.10X - 1.67$	$Y = 0.12X + 0.66$	$Y = 0.00X - 1.88$	$Y = -0.90X + 2.10$	$Y = -1.96X + 2.35$	$Y = -0.47X - 1.90$
C18:1n-9c	$Y = -0.91X + 40.72$	$Y = 0.54X + 15.69$	$Y = 1.02X - 5.64$	$Y = -0.70X + 50.08$	$Y = -0.14X + 39.07$	$Y = -0.76X + 41.24$	$Y = 1.23X + 8.01$	$Y = 4.52X + 28.82$		$Y = 0.33X + 33.65$	$Y = -3.00X + 39.18$	$Y = -8.58X + 39.39$	$Y = -19.24X + 41.94$	$Y = -24.99X + 38.43$
C18:2n-6c	$Y = -0.19X + 11.87$	$Y = -0.01X + 11.57$	$Y = -0.01X + 11.47$	$Y = 0.01X + 11.01$	$Y = 0.92X - 0.07$	$Y = -0.18X + 12.07$	$Y = 0.21X + 6.12$	$Y = 1.48X + 8.36$	$Y = 0.09X + 7.67$		$Y = -0.27X + 11.31$	$Y = -2.39X + 11.72$	$Y = -3.51X + 11.99$	$Y = -4.22X + 11.33$
C20:4n-6	$Y = -0.01X + 0.67$	$Y = -0.07X + 3.58$	$Y = -0.03X + 1.93$	$Y = 0.04X - 0.02$	$Y = 0.08X - 0.32$	$Y = 0.01X + 0.56$	$Y = -0.10X + 2.90$	$Y = 0.00X + 0.63$	$Y = -0.04X + 2.17$	$Y = -0.01X + 0.77$		$Y = 0.87X + 0.42$	$Y = 0.57X + 0.49$	$Y = 4.67X + 0.42$
C20:5n-3	$Y = 0.95X + 0.06$	$Y = -0.07X + 3.19$	$Y = -0.04X + 2.13$	$Y = 0.04X - 0.54$	$Y = 0.00X + 0.28$	$Y = 0.05X - 0.09$	$Y = -0.10X + 2.71$	$Y = -0.26X + 0.72$	$Y = -0.05X + 2.17$	$Y = -0.05X + 0.81$	$Y = 0.38X + 0.01$		$Y = 1.23X - 0.05$	$Y = 2.36X + 0.14$
C22:5n-3	$Y = 0.03X + 0.11$	$Y = -0.03X + 1.58$	$Y = -0.02X + 1.23$	$Y = 0.02X - 0.12$	$Y = -0.01X + 0.32$	$Y = 0.03X + 0.11$	$Y = -0.04X + 1.21$	$Y = -0.11X + 0.45$	$Y = -0.02X + 1.09$	$Y = -0.01X + 0.41$	$Y = 0.05X + 0.21$	$Y = 0.24X + 0.18$		$Y = 1.15X + 0.19$
C22:6n-3	$Y = 0.00X - 0.04$	$Y = -0.01X + 0.34$	$Y = 0.00X + 0.20$	$Y = 0.00X - 0.03$	$Y = 0.00X + 0.00$	$Y = 0.00X + 0.03$	$Y = -0.01X + 0.29$	$Y = 0.00X + 0.05$	$Y = 0.00X + 0.21$	$Y = 0.00X + 0.08$	$Y = 0.06X + 0.01$	$Y = 0.07X + 0.03$	$Y = 0.17X + 0.00$	

Tabla 4: Ejemplo de matriz de correlación (r^2) entre ácidos grasos (en mg/100 g) obtenida con la costilla de cerdo. En cursiva, las relaciones significativas con un umbral del 0,001%.

	C18:3 n-3	AGS	AGM	AGPI	n-6	n-3	C16:0	C16:1 n-7	C18:1 n-9c	C18:2 n-6c	C20:4 n-6	C20:5 n-3	C22:5 n-3	C22:6 n-3
C18:3 n-3	$r^2 = 1,00$	$r^2 = 0,21$	$r^2 = 0,13$	$r^2 = 0,70$	$r^2 = 0,22$	$r^2 = 0,95$	$r^2 = 0,15$	$r^2 = 0,00$	$r^2 = 0,12$	$r^2 = 0,18$	$r^2 = 0,02$	$r^2 = 0,30$	$r^2 = 0,71$	$r^2 = 0,02$
AGS	$r^2 = 0,21$	$r^2 = 1,00$	$r^2 = 0,95$	$r^2 = 0,52$	$r^2 = 0,79$	$r^2 = 0,22$	$r^2 = 0,98$	$r^2 = 0,51$	$r^2 = 0,93$	$r^2 = 0,78$	$r^2 = 0,04$	$r^2 = 0,04$	$r^2 = 0,15$	$r^2 = 0,00$
AGM	$r^2 = 0,13$	$r^2 = 0,95$	$r^2 = 1,00$	$r^2 = 0,42$	$r^2 = 0,74$	$r^2 = 0,14$	$r^2 = 0,96$	$r^2 = 0,57$	$r^2 = 0,99$	$r^2 = 0,76$	$r^2 = 0,03$	$r^2 = 0,02$	$r^2 = 0,10$	$r^2 = 0,00$
AGPI	$r^2 = 0,70$	$r^2 = 0,52$	$r^2 = 0,42$	$r^2 = 1,00$	$r^2 = 0,67$	$r^2 = 0,80$	$r^2 = 0,42$	$r^2 = 0,07$	$r^2 = 0,38$	$r^2 = 0,52$	$r^2 = 0,22$	$r^2 = 0,42$	$r^2 = 0,57$	$r^2 = 0,08$
n-6	$r^2 = 0,22$	$r^2 = 0,79$	$r^2 = 0,74$	$r^2 = 0,67$	$r^2 = 1,00$	$r^2 = 0,25$	$r^2 = 0,76$	$r^2 = 0,42$	$r^2 = 0,73$	$r^2 = 0,94$	$r^2 = 0,14$	$r^2 = 0,09$	$r^2 = 0,16$	$r^2 = 0,01$
n-3	$r^2 = 0,95$	$r^2 = 0,22$	$r^2 = 0,14$	$r^2 = 0,80$	$r^2 = 0,25$	$r^2 = 1,00$	$r^2 = 0,14$	$r^2 = 0,00$	$r^2 = 0,12$	$r^2 = 0,17$	$r^2 = 0,10$	$r^2 = 0,48$	$r^2 = 0,73$	$r^2 = 0,06$
C16:0	$r^2 = 0,15$	$r^2 = 0,98$	$r^2 = 0,96$	$r^2 = 0,42$	$r^2 = 0,76$	$r^2 = 0,14$	$r^2 = 1,00$	$r^2 = 0,62$	$r^2 = 0,96$	$r^2 = 0,79$	$r^2 = 0,02$	$r^2 = 0,01$	$r^2 = 0,10$	$r^2 = 0,00$
C16:1 n-7	$r^2 = 0,00$	$r^2 = 0,51$	$r^2 = 0,57$	$r^2 = 0,07$	$r^2 = 0,42$	$r^2 = 0,00$	$r^2 = 0,62$	$r^2 = 1,00$	$r^2 = 0,60$	$r^2 = 0,50$	$r^2 = 0,00$	$r^2 = 0,03$	$r^2 = 0,00$	$r^2 = 0,00$
C18:1 n-9c	$r^2 = 0,12$	$r^2 = 0,93$	$r^2 = 0,99$	$r^2 = 0,38$	$r^2 = 0,73$	$r^2 = 0,12$	$r^2 = 0,96$	$r^2 = 0,60$	$r^2 = 1,00$	$r^2 = 0,77$	$r^2 = 0,02$	$r^2 = 0,01$	$r^2 = 0,08$	$r^2 = 0,00$
C18:2 n-6c	$r^2 = 0,18$	$r^2 = 0,78$	$r^2 = 0,76$	$r^2 = 0,52$	$r^2 = 0,94$	$r^2 = 0,17$	$r^2 = 0,79$	$r^2 = 0,50$	$r^2 = 0,77$	$r^2 = 1,00$	$r^2 = 0,02$	$r^2 = 0,01$	$r^2 = 0,11$	$r^2 = 0,00$
C20:4 n-6	$r^2 = 0,02$	$r^2 = 0,04$	$r^2 = 0,03$	$r^2 = 0,22$	$r^2 = 0,14$	$r^2 = 0,10$	$r^2 = 0,02$	$r^2 = 0,00$	$r^2 = 0,02$	$r^2 = 0,02$	$r^2 = 1,00$	$r^2 = 0,41$	$r^2 = 0,06$	$r^2 = 0,31$
C20:5 n-3	$r^2 = 0,30$	$r^2 = 0,04$	$r^2 = 0,02$	$r^2 = 0,42$	$r^2 = 0,09$	$r^2 = 0,48$	$r^2 = 0,01$	$r^2 = 0,03$	$r^2 = 0,01$	$r^2 = 0,01$	$r^2 = 0,41$	$r^2 = 1,00$	$r^2 = 0,34$	$r^2 = 0,19$
C22:5 n-3	$r^2 = 0,71$	$r^2 = 0,15$	$r^2 = 0,10$	$r^2 = 0,57$	$r^2 = 0,16$	$r^2 = 0,73$	$r^2 = 0,10$	$r^2 = 0,00$	$r^2 = 0,08$	$r^2 = 0,11$	$r^2 = 0,06$	$r^2 = 0,34$	$r^2 = 1,00$	$r^2 = 0,19$
C22:6 n-3	$r^2 = 0,02$	$r^2 = 0,00$	$r^2 = 0,00$	$r^2 = 0,08$	$r^2 = 0,01$	$r^2 = 0,06$	$r^2 = 0,00$	$r^2 = 0,00$	$r^2 = 0,00$	$r^2 = 0,00$	$r^2 = 0,31$	$r^2 = 0,19$	$r^2 = 0,19$	$r^2 = 1,00$

Tabla 5: Ejemplo de matriz de correlación (r2) entre ácidos grasos totales) obtenida con la castilla de cerdo. En cursiva, las relaciones significativas con un umbral del 0,001%.

X \ Y	C18:3n-3	AGS	AGM	AGPI	n-6	n-3	C16:0	C16:1n-7	C18:1n-9c	C18:2n-6c	C20:4n-6	C20:5n-3	C22:5n-3	C22:6n-3
C18:3n-3		Y=0.11X-35.78	Y=0.08X+34.50	Y=0.36X-222.72	Y=0.42X-96.85	Y=0.71X+2.94	Y=0.16X+19.41	Y=-0.20X+369.81	Y=0.09X+53.00	Y=0.42X-53.03	Y=1.11X+281.35	Y=6.27X+203.11	Y=21.12X-91.08	Y=8.45X+307.90
AGS	Y=1.88X+2772.45		Y=0.93X+52.58	Y=1.28X+1397.77	Y=3.34X-31.86	Y=1.41X+2745.86	Y=1.69X+13.16	Y=15.63X+971.69	Y=1.05X+67.76	Y=3.60X+24.54	Y=6.28X+3085.24	Y=9.05X+3214.06	Y=39.66X+2602.89	Y=-0.59X+3411.58
AGM	Y=1.58X+3064.21	Y=1.02X+128.29		Y=1.20X+1709.57	Y=3.39X+105.13	Y=1.19X+3037.65	Y=1.74X+59.78	Y=17.31X+899.79	Y=1.13X+2.49	Y=3.70X+124.46	Y=5.73X+3303.84	Y=7.03X+3447.90	Y=34.27X+2902.54	Y=-7.71X+3627.51
AGPI	Y=1.96X+914.34	Y=0.41X+181.80	Y=0.35X+309.35		Y=1.74X-220.56	Y=1.53X+855.11	Y=0.63X+306.75	Y=3.19X+1078.97	Y=0.38X+365.72	Y=1.66X+19.49	Y=8.65X+1130.30	Y=17.19X+1205.54	Y=44.22X+677.26	Y=43.24X+1420.05
n-6	Y=0.51X+857.61	Y=0.24X+228.66	Y=0.22X+243.11	Y=0.38X+476.48		Y=0.40X+840.91	Y=0.39X+233.38	Y=3.78X+441.36	Y=0.25X+245.53	Y=1.05X+46.98	Y=3.20X+864.98	Y=3.66X+951.21	Y=10.94X+807.63	Y=6.87X+1005.30
n-3	Y=1.33X+20.84	Y=0.15X-52.08	Y=0.12X+42.67	Y=0.52X+349.35	Y=0.62X-169.61		Y=0.21X+40.52	Y=-0.49X+547.20	Y=0.12X+82.45	Y=0.55X-46.97	Y=3.40X+295.41	Y=10.78X+238.31	Y=29.36X-126.02	Y=21.26X+394.18
C16:0	Y=0.93X+1715.21	Y=0.58X+46.20	Y=0.55X+45.91	Y=0.67X+968.44	Y=1.92X+47.13	Y=0.67X+1713.43		Y=10.10X+454.35	Y=0.62X+43.45	Y=2.13X+29.61	Y=2.39X+1906.85	Y=2.93X+1966.70	Y=18.85X+1646.57	Y=-9.50X+2064.38
C16:1n-7	Y=-0.01X+158.39	Y=0.03X+44.56	Y=0.03X+36.66	Y=0.02X+123.15	Y=0.11X+40.43	Y=-0.01X+160.36	Y=0.06X+31.74		Y=0.04X+33.05	Y=0.13X+32.27	Y=0.10X+150.75	Y=-0.36X+163.75	Y=-0.20X+160.10	Y=-16.84X+3249.89
C18:1n-9c	Y=1.31X+2746.76	Y=0.89X+148.11	Y=0.68X+23.60	Y=1.01X+1599.74	Y=2.98X+123.38	Y=0.95X+2740.33	Y=1.54X+70.15	Y=15.69X+741.45		Y=3.30X+89.01	Y=3.78X+2993.88	Y=3.94X+3103.76	Y=26.89X+2642.13	Y=-16.84X+3249.89
C18:2n-6c	Y=0.43X+793.39	Y=0.22X+197.44	Y=0.20X+202.77	Y=0.31X+447.15	Y=0.90X+14.08	Y=0.31X+795.42	Y=0.37X+182.90	Y=3.80X+346.11	Y=0.23X+192.68		Y=1.20X+877.32	Y=1.29X+911.54	Y=8.47X+767.23	Y=-2.67X+949.13
C20:4n-6	Y=0.02X+45.57	Y=0.01X+31.45	Y=0.00X+33.83	Y=0.05X+11.57	Y=0.04X+7.50	Y=0.03X+37.76	Y=0.01X+38.41	Y=0.05X+44.55	Y=0.00X+38.29	Y=0.02X+33.99		Y=0.92X+31.68	Y=0.75X+36.27	Y=4.53X+55.23
C20:5n-3	Y=0.05X+5.17	Y=0.00X+7.67	Y=0.00X+11.14	Y=0.02X+16.55	Y=0.02X-2.57	Y=0.04X+0.55	Y=0.00X+13.81	Y=-0.08X+33.73	Y=0.00X+14.92	Y=0.01X+12.51	Y=0.44X-		Y=1.28X-4.40	Y=2.44X+12.76
C22:5n-3	Y=0.03X+8.96	Y=0.00X+7.79	Y=0.00X+9.85	Y=0.01X+0.15	Y=0.01X+5.47	Y=0.03X+8.55	Y=0.01X+10.04	Y=-0.01X+21.75	Y=0.00X+10.99	Y=0.01X+8.11	Y=0.07X+16.50	Y=0.26X+14.66		Y=1.10X+16.35
C22:6n-3	Y=0.00X+2.93	Y=0.00X+3.65	Y=0.00X+3.98	Y=0.00X+0.61	Y=0.00X+2.20	Y=0.00X+2.32	Y=0.00X+4.41	Y=0.00X+4.34	Y=0.00X+4.52	Y=0.00X+4.21	Y=0.07X+0.10	Y=0.08X+1.97	Y=0.17X+0.20	

Tabla 6: Matriz de ecuaciones de predicción entre ácidos grasos (en % de los ácidos grasos totales) obtenida con el dorsal largo de bovino joven (n=110). Ecuación de tipo $Y = aX + b$. En cursiva, las relaciones significativas con un umbral del 0,0001%.

	AGS	AGMI	AGPI	AGPI n-3	AGPI n-6	C16:0	C16:1	C18:1 e isómero	C18:2 n-6	C18:3 n-3	C20:4 n-6	C20:5 n-3	C22:5 n-3	C22:6 n-3
AGS	1	-0,46	-0,56	-0,19	-0,59	0,49	-0,23	-0,46	-0,63	-0,09	-0,33	-0,17	-0,19	-0,39
AGMI	-0,46	1	-0,48	-0,63	-0,41	0,36	0,75	0,99	-0,37	-0,53	-0,59	-0,59	-0,64	-0,52
AGPI	-0,56	-0,48	1	0,77	0,97	-0,82	-0,47	-0,47	0,96	0,59	0,87	0,68	0,79	0,76
AGPI n-3	-0,19	-0,63	0,77	1	0,61	-0,59	-0,51	-0,62	0,60	0,92	0,67	0,73	0,83	0,70
AGPI n-6	-0,59	-0,41	0,97	0,61	1	-0,77	-0,40	-0,41	1,00	0,41	0,89	0,60	0,70	0,76
C16:0	0,49	0,36	-0,82	-0,59	-0,77	1	0,65	0,29	-0,79	-0,46	-0,64	-0,54	-0,59	-0,63
C16:1	-0,23	0,75	-0,47	-0,51	-0,40	0,65	1	0,65	-0,38	-0,43	-0,47	-0,54	-0,54	-0,52
C18:1 e isómero	-0,46	0,99	-0,47	-0,62	-0,41	0,29	0,65	1	-0,37	-0,53	-0,59	-0,56	-0,63	-0,49
C18:2 n-6	-0,63	-0,37	0,96	0,60	1,00	-0,79	-0,38	-0,37	1	0,40	0,84	0,56	0,66	0,75
C18:3 n-3	-0,09	-0,53	0,59	0,92	0,41	-0,46	-0,43	-0,53	0,40	1	0,43	0,46	0,59	0,53
C20:4 n-6	-0,33	-0,59	0,87	0,67	0,89	-0,64	-0,47	-0,59	0,84	0,43	1	0,76	0,85	0,73
C20:5 n-3	-0,17	-0,59	0,68	0,73	0,60	-0,54	-0,54	-0,56	0,56	0,46	0,76	1	0,92	0,85
C22:5 n-3	-0,19	-0,64	0,79	0,83	0,70	-0,59	-0,54	-0,63	0,66	0,59	0,85	0,92	1	0,81
C22:6 n-3	-0,39	-0,52	0,76	0,70	0,76	-0,63	-0,52	-0,49	0,75	0,53	0,73	0,85	0,81	1

Tabla 7: Ejemplo de matriz de correlación (r2) entre ácidos grasos (en mg/100 g) obtenida con el tejido dorsal largo de bovino joven (n = 110). En cursiva, las relaciones significativas con un umbral del 0,001%.

	AGS	AGMI	AGPI	AGPI n-3	AGPI n-6	C 16:0	C 16:1	C 18:1 e isómero	C 18:2 n-6	C 18:3 n-3	C 20:4 n-6	C 20:5 n-3	C 22:5 n-3	C 22:6 n-3
AGS		AGMI = 61,688 - 4,352 * AGS	AGPI = 38,716 - 3,668 * AGS	AGPI n-3 = 3,7188 - 0,425 * AGS	AGPI n-6 = 30,191 - 4,693 * AGS	C 16:0 = 5,9553 + 3,3753 * AGS	C 16:1 = 3,9842 - 0,028 * AGS	C 18:1e isómero = 54,591 - 3,669 * AGS	C 18:2 n-6 = 26,093 - 4,005 * AGS	C 18:3 n-3 = 1,8538 - 0,142 * AGS	C 20:4 n-6 = 2,5465 - 0,385 * AGS	C 20:5 n-3 = 4,5689 - 0,056 * AGS	C 22:5 n-3 = 7,7009 - 0,088 * AGS	C 22:6 n-3 = 5,0888 - 0,066 * AGS
AGMI	AGMI = 61,688 - 4,352 * AGS		AGPI = 29,422 - 4,968 * AGMI	AGPI n-3 = 7,5746 - 1,507 * AGMI	AGPI n-6 = 20,923 - 3,340 * AGMI	C 16:0 = 12,847 + 2,6007 * AGMI	C 16:1 = 2,133 + 3,1178 * AGMI	C 18:1e isómero = 2,8012 + 8,3783 * AGMI	C 18:2 n-6 = 15,487 - 2,482 * AGMI	C 18:3 n-3 = 4,2578 - 0,941 * AGMI	C 20:4 n-6 = 3,4083 - 0,669 * AGMI	C 20:5 n-3 = 1,0393 - 0,021 * AGMI	C 22:5 n-3 = 1,6715 - 0,343 * AGMI	C 22:6 n-3 = 5,9890 - 0,113 * AGMI
AGPI	AGPI = 38,716 - 3,668 * AGS	AGPI = 29,422 - 4,968 * AGMI		AGPI n-3 = 7,5746 - 1,507 * AGPI	AGPI n-6 = 20,923 - 3,340 * AGPI	C 16:0 = 28,689 - 5,683 * AGPI	C 16:1 = 2,9697 - 0,075 * AGPI	C 18:1e isómero = 39,031 - 3,783 * AGPI	C 18:2 n-6 = 3,919 + 6,2113 * AGPI	C 18:3 n-3 = 0,5281 + 0,8978 * AGPI	C 20:4 n-6 = 0,2759 + 0,9811 * AGPI	C 20:5 n-3 = 0,828 + 0,03346 * AGPI	C 22:5 n-3 = 1,220 + 0,4048 * AGPI	C 22:6 n-3 = 0,1502 + 0,1267 * AGPI
AGPI n-3	AGPI n-3 = 3,7188 - 0,425 * AGS	AGPI n-3 = 7,5746 - 1,507 * AGMI	AGPI n-3 = 7,5746 - 1,507 * AGPI		AGPI n-6 = 20,923 - 3,340 * AGPI n-3	C 16:0 = 25,507 - 1,786 * AGPI n-3	C 16:1 = 2,8247 - 0,3206 * AGPI n-3	C 18:1e isómero = 39,330 - 2,193 * AGPI n-3	C 18:2 n-6 = 3,0790 + 1,6749 * AGPI n-3	C 18:3 n-3 = -0,202 + 0,1193 * AGPI n-3	C 20:4 n-6 = 0,17905 + 0,32459 * AGPI n-3	C 20:5 n-3 = 0,017 + 0,10842 * AGPI n-3	C 22:5 n-3 = 0,1444 + 0,18530 * AGPI n-3	C 22:6 n-3 = 0,07530 + 0,04432 * AGPI n-3
AGPI n-6	AGPI n-6 = 30,191 - 4,693 * AGS	AGPI n-6 = 20,923 - 3,340 * AGMI	AGPI n-6 = 20,923 - 3,340 * AGPI	AGPI n-6 = 20,923 - 3,340 * AGPI n-3		C 16:0 = 27,808 - 6,856 * AGPI n-6	C 16:1 = 2,8291 - 0,737 * AGPI n-6	C 18:1e isómero = 38,789 - 4,268 * AGPI n-6	C 18:2 n-6 = 1,0273 + 8,1840 * AGPI n-6	C 18:3 n-3 = 3,9275 + 0,7902 * AGPI n-6	C 20:4 n-6 = -0,1630 + 1,2711 * AGPI n-6	C 20:5 n-3 = 0,103 + 0,02670 * AGPI n-6	C 22:5 n-3 = 0,0390 + 0,04586 * AGPI n-6	C 22:6 n-3 = 0,1777 + 0,01791 * AGPI n-6
C 16:0	C 16:0 = 5,9553 + 3,3753 * AGS	C 16:0 = 12,847 + 2,6007 * AGMI	C 16:0 = 28,689 - 5,683 * AGPI	C 16:0 = 25,507 - 1,786 * AGPI n-3	C 16:0 = 27,808 - 6,856 * AGPI n-6		C 16:1 = 8,025 + 1,3527 * C 16:0	C 18:1e isómero = 28,066 + 3,3988 * C 16:0	C 18:2 n-6 = 25,598 - 7,313 * C 16:0	C 18:3 n-3 = 3,2503 - 1,003 * C 16:0	C 20:4 n-6 = 3,0698 - 1,032 * C 16:0	C 20:5 n-3 = 7,8707 - 0,258 * C 16:0	C 22:5 n-3 = 1,2789 - 0,0435 * C 16:0	C 22:6 n-3 = 5,5812 - 0,179 * C 16:0
C 16:1	C 16:1 = 3,9842 - 0,028 * AGS	C 16:1 = 2,133 + 3,1178 * AGMI	C 16:1 = 2,9697 - 0,075 * AGPI	C 16:1 = 2,8247 - 0,3206 * AGPI n-3	C 16:1 = 2,8291 - 0,737 * AGPI n-6	C 16:1 = 8,025 + 1,3527 * C 16:0		C 18:1e isómero = 27,437 + 3,4473 * C 16:1	C 18:2 n-6 = 9,8419 - 1,702 * C 16:1	C 18:3 n-3 = 1,9750 - 0,488 * C 16:1	C 20:4 n-6 = 1,5399 - 0,9691 * C 16:1	C 20:5 n-3 = 4,7196 - 1,302 * C 16:1	C 22:5 n-3 = 7,7928 - 1,918 * C 16:1	C 22:6 n-3 = 3,2989 - 0,825 * C 16:1
C 18:1 e isómero	C 18:1e isómero = 54,591 - 3,669 * AGS	C 18:1e isómero = 2,8012 + 8,3783 * AGMI	C 18:1e isómero = 39,031 - 3,783 * AGPI	C 18:1e isómero = 39,330 - 2,193 * AGPI n-3	C 18:1e isómero = 38,789 - 4,268 * AGPI n-6	C 18:1e isómero = 28,066 + 3,3988 * C 16:0	C 18:1e isómero = 27,437 + 3,4473 * C 16:1		C 18:2 n-6 = 16,132 - 2,909 * C 16:1	C 18:3 n-3 = 4,4848 - 0,959 * C 16:1	C 20:4 n-6 = 3,6128 - 0,916 * C 16:1	C 20:5 n-3 = 1,9628 - 0,250 * C 16:1	C 22:5 n-3 = 1,7096 - 0,400 * C 16:1	C 22:6 n-3 = 9,0831 - 0,129 * C 16:1 isómero

Tabla 7 Continuación

C 18:2 n-6	C 18:2 n-6 = 26.063 - .4005 * AGS	C 18:2 n-6 = 15.497 - .2462 * AGMI	C 18:2 n-6 = .3919 + .8213 * AGPI	C 18:2 n-6 = 1.8749 * AGPI n-3	C 18:2 n-6 = .1073 + .0164 * AGPI/n-6	C 18:2 n-6 = 22.588 - .7313 * C 18:0	C 18:2 n-6 = 9.6419 - 1.702 * C 16:1	C 18:2 n-6 = 16.132 - 2909 * C 18:16 Sómoro	C 18:2 n-6 = .38863 * .09542 * C 18:2 n-6	C 20:4 n-6 = .1511 + .14859 * C 18:2 n-6	C 20:5 n-3 = -4E-3 + .02968 * C 18:2 n-6	C 22:5 n-3 = .0251 + .05256 * C 18:2 n-6	C 22:6 n-3 = .07749 + .02190 * C 18:2 n-6
C 18:3 n-3	C 18:3 n-3 = 1.6538 - .0142 * AGS	C 18:3 n-3 = 4.2578 - .0841 * AGMI	C 18:3 n-3 = .08291 + .08878 * AGPI	C 18:3 n-3 = .39215 + .0202 + .81183 * AGPI n-3	C 18:3 n-3 = 3.2503 - .1003 * C 16:0	C 18:3 n-3 = .38865 + .09542 * C 18:2 n-6	C 18:3 n-3 = 1.9750 - .4488 * C 16:1	C 18:3 n-3 = 4.6848 - .0889 * C 18:16 Sómoro	C 20:4 n-6 = .39008 + .31535 * C 18:3 n-3	C 20:5 n-3 = .07463 + .10258 * C 18:3 n-3	C 22:5 n-3 = .08704 + .20045 * C 18:3 n-3	C 22:6 n-3 = .10920 + .05407 * C 18:3 n-3	
C 20:4 n-6	C 20:4 n-6 = 2.5465 - .0386 * AGS	C 20:4 n-6 = 3.4083 - .0689 * AGMI	C 20:4 n-6 = .2759 + .06811 * AGPI	C 20:4 n-6 = .77905 + .32469 * AGPI n-3	C 20:4 n-6 = 3.0698 - .1032 * C 16:0	C 20:4 n-6 = 3.9009 + .31538 * C 18:3 n-3	C 20:4 n-6 = 1.5399 - .3681 * C 16:1	C 20:4 n-6 = 3.6138 - .0876 * C 18:16 Sómoro	C 20:5 n-3 = .09169 + .23044 * C 20:4 n-6		C 22:5 n-3 = .07734 + .38953 * C 20:4 n-6	C 22:6 n-3 = .08745 + .10558 * C 20:4 n-6	
C 20:5 n-3	C 20:5 n-3 = 4.5689 - .0056 * AGS	C 20:5 n-3 = 1.0393 - .0221 * AGMI	C 20:5 n-3 = .0628 + .02346 * AGPI	C 20:5 n-3 = .0017 + .10842 * AGPI n-3	C 20:5 n-3 = .78707 - .0258 * C 16:0	C 20:5 n-3 = .07483 + .10256 * C 18:3 n-3	C 20:5 n-3 = 1.0926 - .0250 * C 18:16 Sómoro	C 20:5 n-3 = 1.0926 - .0250 * C 18:16 Sómoro	C 22:5 n-3 = .04103 + 1.4086 * C 20:5 n-3		C 22:6 n-3 = .66821 + .37696 * C 20:5 n-3		
C 22:5 n-3	C 22:5 n-3 = 7.7069 - .0086 * AGS	C 22:5 n-3 = 1.6315 - .0343 * AGMI	C 22:5 n-3 = .1729 + .04045 * AGPI	C 22:5 n-3 = .0144 + .18530 * AGPI n-3	C 22:5 n-3 = 1.2786 - .0435 * C 16:0	C 22:5 n-3 = .08704 + .20046 * C 18:3 n-3	C 22:5 n-3 = 1.7096 - .0400 * C 18:16 Sómoro	C 22:5 n-3 = 1.7096 - .0400 * C 18:16 Sómoro	C 22:6 n-3 = .00734 + .38953 * C 20:4 n-6			C 22:6 n-3 = .06052 + .23537 * C 22:5 n-3	
C 22:6 n-3	C 22:6 n-3 = 5.0888 - .0088 * AGS	C 22:6 n-3 = 5.8880 - .0113 * AGMI	C 22:6 n-3 = .01502 + .01287 * AGPI	C 22:6 n-3 = .07150 + .04432 * AGPI n-3	C 22:6 n-3 = .58812 - .0179 * C 16:0	C 22:6 n-3 = .10920 + .05407 * C 18:3 n-3	C 22:6 n-3 = 6.0531 - .0129 * C 18:16 Sómoro	C 22:6 n-3 = .0749 + .02190 * C 18:2 n-6	C 22:6 n-3 = .06345 + .10558 * C 20:4 n-6	C 22:6 n-3 = .09021 + .37095 * C 20:5 n-3	C 22:6 n-3 = .06052 + .23537 * C 22:5 n-3		

Tabla 8: Matriz de ecuaciones de predicción entre ácidos grasos (en mg/100 g) obtenida con el tejido dorsal largo de bovino joven (n=110). Ecuación de tipo $Y = aX + b$. En cursiva, las relaciones significativas con un umbral del 0,001%.

	AGS	AGMI	AGPI	AGPI n-3	C 16:0	C 16:1	C 18:1e isómero	C 18:2 n-6	C 18:3 n-3	C 20:4 n-6	C 20:5 n-3	C 22:5 n-3	C 22:6 n-3
AGS	1,00	0,27	0,10	0,10	0,34	0,41	0,09	0,05	-0,06	0,23	0,03	0,03	0,03
AGMI	0,27	1,00	0,02	0,01	0,32	0,48	0,03	0,01	0,06	0,16	0,08	0,08	0,10
AGPI	0,10	0,02	1,00	0,23	-0,01	0,08	0,08	0,25	0,30	0,31	0,33	0,33	0,24
AGPI n-3	0,10	0,01	0,23	1,00	0,03	0,01	0,15	0,69	0,31	0,45	0,37	0,37	0,37
C 16:0	0,34	0,32	-0,01	0,03	1,00	0,46	0,38	-0,06	0,01	0,07	0,01	0,01	-0,01
C 16:1	0,41	0,48	0,08	0,01	0,46	1,00	0,50	0,09	0,04	0,09	0,03	0,03	0,11
C 18:1e isómero	0,09	0,03	0,08	0,15	0,38	0,50	1,00	0,10	0,04	0,04	0,21	0,04	0,27
C 18:2 n-6	0,05	0,01	0,21	0,21	0,13	0,10	0,10	1,00	0,18	0,41	0,54	0,43	0,49
C 18:3 n-3	-0,06	0,06	0,30	0,31	-0,06	0,09	0,09	0,18	1,00	0,30	0,35	0,32	0,23
C 20:4 n-6	0,23	0,16	0,31	0,45	0,07	0,04	0,04	0,30	0,30	1,00	0,52	0,57	0,21
C 20:5 n-3	0,03	0,08	0,33	0,37	0,01	0,03	0,04	0,41	0,30	0,52	1,00	0,64	0,43
C 22:5 n-3	0,03	0,10	0,24	0,37	-0,01	0,11	0,27	0,49	0,23	0,21	0,43	1,00	0,43
C 22:6 n-3	0,03	0,10	0,24	0,37	-0,01	0,11	0,27	0,49	0,23	0,21	0,43	0,43	1,00

Tabla 10: Ejemplo de correlación y de predicción entre tejidos en el cerdo. Datos obtenidos para el ácido alfa-linolénico (C18:3 n-3, ALA) expresado en % de los ácidos grasos totales. Todas las correlaciones son significativas con un umbral del 0,001%.

	Tocino	Costilla	Hígado	Dorsal largo	Semi-membranoso	Plasma
Tocino		n=49; $r^2=0,98$ Tocino = 1,28 x Costilla cruda + 0,04	n=99; $r^2=0,81$ Tocino = 1,42 x Hígado + 0,40	n=129; $r^2=0,93$ Tocino = 2,23 x LD - 0,00	n=52; $r^2=0,97$ Tocino = 1,98 x SM - 0,14	n=120; $r^2=0,83$ Tocino = 0,97 x plasma + 0,54
Costilla	n=49; $r^2=0,98$ Costilla cruda = 0,77 x Tocino + 0,01		n=49; $r^2=0,80$ Costilla cruda = 1,02 x Hígado + 0,31	n=49; $r^2=0,96$ Costilla cruda = 1,83 x LD - 0,07	n=49; $r^2=0,97$ Costilla cruda = 1,68 x SM - 0,24	n=44; $r^2=0,82$ Costilla cruda = 0,58 x plasma + 0,36
Hígado	n=99; $r^2=0,81$ Hígado = 0,57 x Tocino + 0,10	n=49; $r^2=0,80$ Hígado = 0,78 x Costilla cruda + 0,05		n=99; $r^2=0,82$ Hígado = 1,35 x LD - 0,01	n=51; $r^2=0,85$ Hígado = 1,23 x SM - 0,11	n=91; $r^2=0,82$ Hígado = 0,6 x plasma + 0,30
Dorsal largo	n=129; $r^2=0,93$ LD = 0,42 x Tocino + 0,10	n=49; $r^2=0,96$ LD = 0,53 x Costilla cruda + 0,08	n=99; $r^2=0,82$ LD = 0,61 x Hígado + 0,23		n=52; $r^2=0,97$ LD = 0,87 x SM - 0,03	n=121; $r^2=0,79$ LD = 0,49 x plasma + 0,21
Semi-membranoso	n=52; $r^2=0,97$ SM = 0,49 x Tocino + 0,11	n=49; $r^2=0,97$ SM = 0,58 x Costilla cruda + 0,17	n=51; $r^2=0,85$ SM = 0,69 x Hígado + 0,28	n=52; $r^2=0,97$ SM = 1,12 x LD + 0,08		n=45; $r^2=0,84$ SM = 0,36 x plasma + 0,35

Tabla 11: Ejemplo de correlación y de predicción entre tejidos en el bovino. Datos obtenidos para el ácido alfa-linolénico (C18:3 n-3, ALA) expresado en % de los ácidos grasos totales y en mg/100 g. Todas las correlaciones son significativas con un umbral del 0,001%.

5

	C18:3 % Dorsal largo	C18:3 % Diafragma	C18:3 % Falda
C18:3 % Dorsal largo	1,00	0,57	0,61
C18:3 % Diafragma	0,57	1,00	0,79
C18:3 % Falda	0,61	0,79	1,00

	C18:3 % Dorsal largo	C18:3 % Diafragma	C18:3 % Falda
C18:3 % Dorsal largo		$C18:3_ \%_H = ,24321 + ,51504 *$	$C183_ \%_B = ,21825 + ,61971 *$
C18:3 % Diafragma		$C183_ \%_LD$	$C183_ \%_L D$ $C183_ \%_B = ,12810 + ,87619 *$ $C183_ \%_H$
C18:3 % Falda			

	C18:3 mg Dorsal largo	C18:3 mg Diafragma	C18:3 mg Falda
C18:3 mg Dorsal largo	1,00	0,76	0,57
C18:3 mg Diafragma	0,76	1,00	0,72
C18:3 mg Falda	0,57	0,72	1,00

	C18:3 mg Dorsal largo	C18:3 mg Diafragma	C18:3 mg Falda
C18:3 mg Dorsal largo		$C183_ mg_H = 4,2378 + 2,8594 *$	$C183_ mg_B = 7,6913 + ,73464 *$
C18:3 mg Diafragma		$C183_ mg_LD$	$C183_ mg_B = 7,7733 + ,23975 *$ $C183_ mg_H$
C18:3 mg Falda			

Tabla 12: Ejemplo de correlación y de predicción entre tejidos en el bovino. Datos obtenidos para el ácido palmítico (C16:0) expresado en % de los ácidos grasos totales y en mg/100 g. Todas las correlaciones son significativas con un umbral del 0,001%.

10

	% de C16, dorsal largo	% de C16, diafragma	% de C16, falda
% de C16, dorsal largo	1,00	0,84	0,89
% de C16, diafragma	0,84	1,00	0,70
% de C16, falda	0,89	0,70	1,00

ES 2 542 408 T3

	% de C16, dorsal largo	% de C16, diafragma	% de C16, falda
% de C16, dorsal largo		$\% \text{ de C16, } H = 6,9466 + 0,59343 * \% \text{ de C16, LD}$	$\% \text{ de C16, } B = 4,5996 + 0,81918 * \% \text{ de C16, LD}$
% de C16, diafragma			$\% \text{ de C16, } B = 4,1123 + 0,93134 * \% \text{ de C16, H}$
% de C16, falda			

	mg de C16, dorsal largo	mg de C16, diafragma	mg de C16, falda
mg de C16, dorsal largo	1,00	0,67	0,73
mg de C16, diafragma	0,67	1,00	0,48
mg de C16, falda	0,73	0,48	1,00

	mg de C16, dorsal largo	mg de C16, diafragma	mg de C16, falda
mg de C16, dorsal largo		$g \text{ de C16, } H = 675,75 + 1,5175 * g \text{ de C16, LD}$	$g \text{ de C16, } B = 214,68 + 0,97840 * g \text{ de C16, LD}$
mg de C16, diafragma			$g \text{ de C16, } B = 303,94 + 0,28530 * g \text{ de C16, H}$
mg de C16, falda			

REIVINDICACIONES

1. Método de determinación de la cantidad de por lo menos algunos ácidos grasos contenidos en diferentes materiales biológicos de un mismo animal criado para la producción de carne, a partir de una base de datos en la que se han determinado previamente, para un material de referencia procedente del mismo tipo de animal, las composiciones o perfiles de ácidos grasos, determinados mediante cromatografía en fase gaseosa, y después se han medido y registrado los espectros de absorción de infrarrojos o de difusión de Raman correspondientes, comprendiendo el método las etapas siguientes:
- 5
- 10 a/ se determina, mediante un modelo matemático, para un muestra de este material de referencia, una ecuación de calibración correspondiente a la determinación, mediante un método espectroscópico, de un ácido graso o de una suma de ácidos grasos;
- 15 b/ se valida el empleo de dicha ecuación de calibración de la etapa anterior, con vistas a su utilización con nuevas muestras a analizar, a partir del momento en que para una serie de muestras denominadas "de validación", de la misma naturaleza que el material biológico de referencia, el coeficiente de correlación r^2 entre el contenido en el ácido graso considerado o la suma de ácidos grasos obtenida mediante cromatografía en fase gaseosa y mediante espectroscopia, es por lo menos igual a 0,7;
- 20 c/ se somete un nueva muestra a analizar, de la misma naturaleza que el material de referencia, a radiación luminosa para obtener su espectro de absorción, y se utiliza la ecuación de calibración validada anteriormente para deducir su perfil, es decir el contenido en ácidos grasos denominados "principales", a saber los que presentan un coeficiente de correlación r^2 por lo menos igual a 0,7;
- 25 caracterizado por que comprende también por lo menos una de las etapas siguientes:
- d/ se determina el perfil, es decir el contenido en ácidos grasos denominados "secundarios", es decir todos aquéllos cuyo coeficiente r^2 es inferior a 0,7, a partir del perfil de ácidos grasos "principales" tal como se ha determinado en la etapa anterior, por medio de ecuaciones de predicción estadísticas que presentan un coeficiente de correlación r^2 por lo menos superior al coeficiente de correlación r^2 determinado entre los valores de ácidos grasos denominados "secundarios", medidos mediante espectroscopia y los valores obtenidos mediante cromatografía en fase gaseosa, o por medio de ecuaciones de predicción estadísticas que presentan un coeficiente de correlación por lo menos igual a 0,7, obtenido con el método de cromatografía en fase gaseosa;
- 30
- 35 e/ se determina el contenido en ácidos grasos de por lo menos otro material del mismo animal, a partir de los perfiles obtenidos en las etapas c/ y/o d/, por medio de ecuaciones de predicción estadísticas que presentan un coeficiente de correlación por lo menos igual a 0,7, obtenido con el método de cromatografía en fase gaseosa.
- 40
2. Método según la reivindicación 1, caracterizado por que en las etapas b/, c/, d/ y e/, r^2 es por lo menos igual a 0,8, preferentemente por lo menos igual a 0,9.
- 45
3. Método según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dicho material biológico es líquido.
4. Método según la reivindicación 3, caracterizado por que dicho material biológico es sangre.
5. Método según una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que dicho material biológico es sólido.
- 50
6. Método según la reivindicación 5, caracterizado por que el material biológico se elige de entre el pelaje, las escamas, las plumas, la piel, la grasa, la carne, los despojos.
7. Método según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dicho animal se elige de entre el grupo constituido por los bovinos, los ovinos, las aves de corral, los cerdos, los conejos y los peces.
- 55