

UN NUEVO MÉTODO PARA LA EVALUACIÓN OBJETIVA DEL VETEADO DE CARNE BOVINA

Albrecht, E.; Wegner, J. y Ender, K.

Instituto de Biología de Animales Zootécnicos, 18196 Dummerstorf, Wilhelm-Stahl-Allee 2, Alemania.

Original en "Fleischwirtschaft" **76**, 1: 95 - 98 (1996)

[Traducción y publicación con autorización de los autores
y de la dirección de la revista "Fleischwirtschaft"]

Traducción: Dr. Jorge E.B. Ostrowski, quien agradece al Dr. C.A. Garriz (Inst. de Carnes, CICV/INTA)
la revisión del texto.

RESUMEN

El novedoso método para la evaluación objetiva del veteado ("marbling") mediante el análisis automatizado de imágenes permite realizar mediciones de características relevantes de los depósitos intramusculares de grasa de la carne. El método permite realizar comparaciones detalladas entre muestras, que superan la información hasta ahora obtenida con la evaluación subjetiva de índices de marmoleado o con la determinación química del contenido de grasa. En una primera aplicación del método se investiga los depósitos intramusculares de grasa en muestras de carne de diferentes razas bovinas.

PALABRAS CLAVES: análisis de imágenes - grasa intramuscular - marmoleado/veteado - bovinos

Therios Vol. 25/ No.129/ Jun. 1996

SUMMARY

A new technique for objective evaluation of marbling in beef

The described technique for an objective evaluation of marbling by automated image analysis allows the measurement of new parameters to characterize intramuscular fat deposition. More information is obtained in comparison to subjective marbling scores or chemical fat content. Thus it becomes possible to compare fat distribution from different experiments. In this study the new technique was applied to investigate intramuscular fat deposition in meat from different cattle breeds.

CODE WORDS: image analysis - intramuscular fat - marbling - cattle

El tejido graso intramuscular es un factor importante para la calidad de la carne. Como vehículo de componentes sápidos y aromáticos de la carne influye de manera decisiva en su degustación. La menor aceptación de la grasa en la medida en que aumentaban los niveles adquisitivo y cultural se reflejó, a través de la comercialización y la selección genética, de manera negativa sobre los niveles de grasa intramuscular (Hofmann, 1993).

Por un lado el consumidor quiere ver la menor cantidad de grasa posible, por el otro, en su proporción óptima (2,5 - 4,5 % de grasa intramuscular) la grasa influye de manera positiva sobre los factores organolépticos más importantes de la carne.

En numerosos trabajos científicos se discute las relaciones entre la grasa intramuscular y el aroma y sabor ("flavor"), ternura y jugosidad. Sin embargo, para la calidad de la carne no sólo importa su contenido en grasa intramuscular sino, también, su distribución en el tejido muscular. Las investigaciones que sólo se orientan por el contenido de grasa con frecuencia llevan a aseveraciones controvertibles sobre sus relaciones con la ternura. Dufey (1989), Oldings y otros (1990), Cundiff y otros (1990), Christensen y otros (1991) no encontraron influencias sobre la ternura por parte del contenido de grasa intramuscular, mientras que Lee y Schön (1986), Ristic (1988), Berry y Leddy (1990), Monin y Ouali (1991) sí encontraron relaciones.

Desde el punto de vista microscópico, el tejido graso intramuscular está formado por un acúmulo de una a más de 1000 células adiposas dentro de los haces de tejido conjuntivo que separan a los haces de fibras musculares (Fig. 1). Cuanto más regular es la distribución de la grasa intramuscular dentro del músculo, tanto más laxo es el tejido conectivo. Teniendo en cuenta este aspecto, Augustini y otros (1993) ampliaron, para la evaluación de la calidad de la carne, al veteado por la evaluación subjetiva del grosor de las fibras adiposas y por la distribución de la grasa. La evaluación subjetiva del veteado por puntaje tiene en cuenta, ante todo, a la cantidad de grasa visible, es decir, los acúmulos de más de 100 células adiposas. La distribución de las inclusiones adiposas microscópicas no es, entonces, tomada en cuenta.

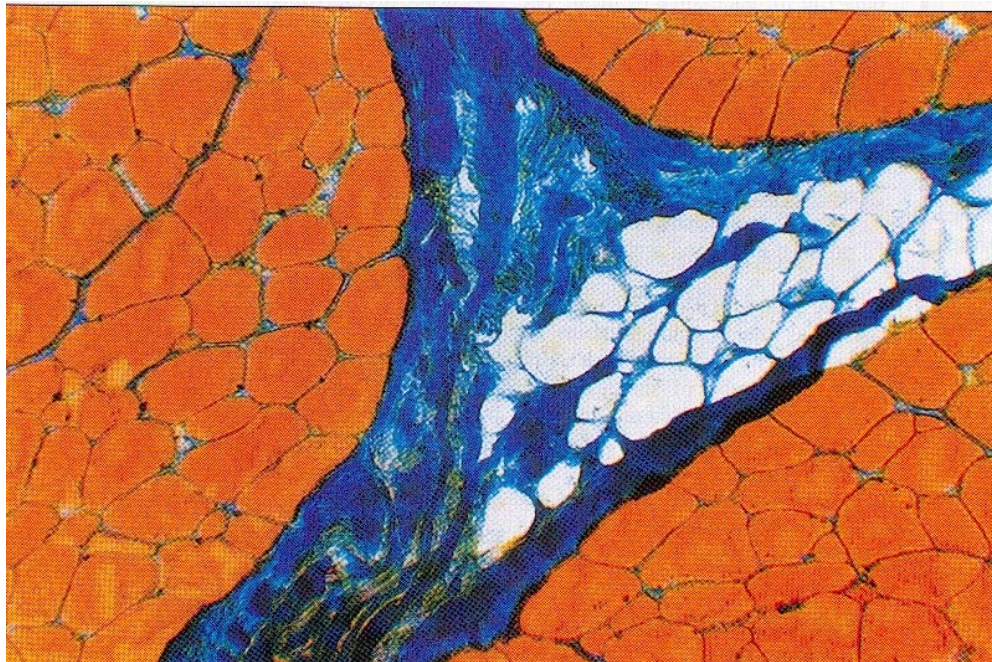


Figura 1: Imagen microscópica de un grupo de células adiposas; blanco - células adiposas, azul - tejido conjuntivo, naranja - fibras musculares (aumento aprox. 200 x)

La evaluación completa del veteado exige el uso de metodologías nuevas. Para este caso, la combinación de videotécnica, microscopía y computación, es decir, el análisis automático de imágenes, pueden proporcionar posibilidades totalmente novedosas. Scholz y Gregor (1993) desarrollaron un método para estimar el contenido de grasa intramuscular en la costeleta fresca del

cerdo con ayuda del análisis de imágenes por videotécnica. Sin embargo, estos autores no informan sobre la distribución de la grasa. Hoshino y otros (1990), mediante análisis automático de imágenes, diferenciaron dos tipos de acúmulos adiposos en la grasa intramuscular. Dentro de los fascículos musculares describían depósitos puntiformes, entre los fascículos, depósitos reticulares. Los autores mencionados encontraron relaciones entre el tamaño de las arteriolas y los correspondientes acúmulos de grasa en novillos. Sus investigaciones muestran esbozos de cómo el análisis automático de imágenes puede ser aprovechado para aclarar el mecanismo de deposición de grasa intramuscular y encontrar correlaciones entre la estructura de los depósitos adiposos y otros parámetros relativos a la calidad de la carne. El objetivo de nuestras investigaciones fue desarrollar un método que permitiera describir de manera cuantitativa la apariencia visual de la grasa intramuscular mediante el análisis cuantitativo de imágenes. Este método permite describir diferencias de los depósitos de grasa entre distintas razas bovinas.

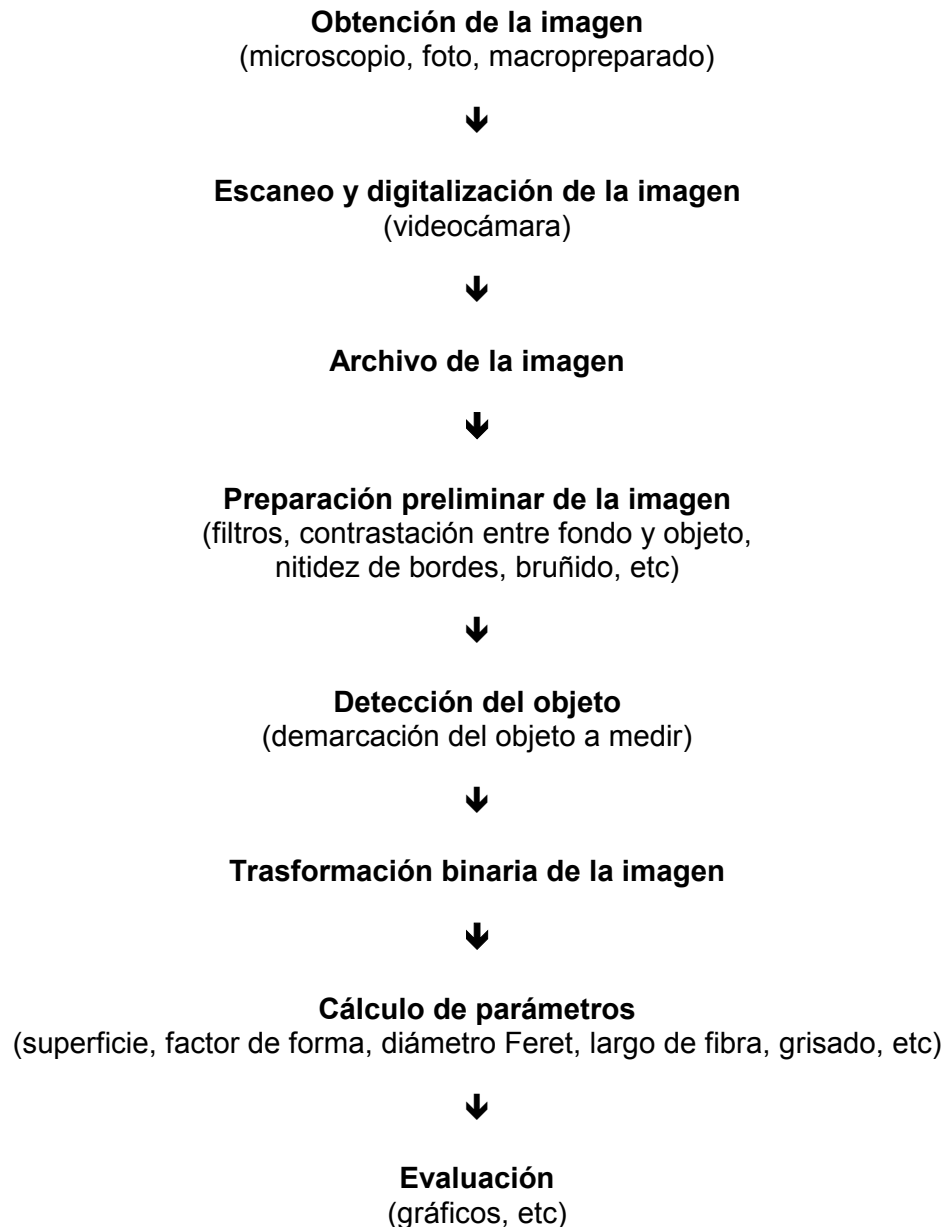
El análisis automático de imágenes

Este método se ha desarrollado extraordinariamente durante los años recientes y ya no se puede prescindir de él en muchas disciplinas, desde la investigación del espacio hasta la medicina. Se recurre al análisis de imágenes cuando se desea obtener datos cuantitativos a partir de informaciones visuales, es decir, de figuras o imágenes. Especialmente en las investigaciones biológicas, las imágenes obtenibles por microscopía son una valiosa fuente de información. La evaluación de estas imágenes por los métodos usuales es sumamente lenta y sólo permite analizar pocos contenidos. Con un sistema formado por una videocámara y una computadora se trata ahora de reeditar lo que ocurre en el complejo ojo-cerebro del observador. Sin embargo, persisten ciertas diferencias, pues el observador humano cuenta con experiencia que le permite reconocer cosas que los aparatos no son capaces de hacer. Por el otro lado, la computadora puede proveer de cálculos objetivos, cuantitativos y repetibles y, además, producir múltiples características nuevas.

En la Fig. 2 se reproduce la secuencia de pasos de un análisis de imágenes que comienza con el estudio de la imagen. Para ello una superficie definida de la imagen es descompuesta en "puntos" (los denominados *pixeles*) y la información referida a su situación y a sus tonalidades de grisado o de color es almacenada en la base de datos. De esta información, y luego del correspondiente procesamiento, se obtiene datos sobre los contenidos de la imagen que interesan, como por ejemplo las superficies parciales o total del campo, el largo de las estructuras, su distribución en la superficie, etc. Los parámetros que a partir de ellos se obtengan pueden ser evaluados mediante el *software* adecuado (SAS) para estadística.

caso se elabora un correspondiente algoritmo de medición que se encuentra disponible bajo la forma de un programa de aplicación. Además de experiencia con la evaluación por imágenes de los depósitos intramusculares de grasa, nuestro grupo también cuenta con experiencia en la medición de fibras musculares, haces de fibras musculares, sarcómeros, núcleos celulares, espacios intercelulares, capas de glándulas adrenales, pelos y estratos de la piel.

Figura 2: Desarrollo de una evaluación automática por imágenes



Preparación de las muestras

La calidad de la imagen a analizar es de importancia decisiva para la aplicabilidad del análisis por imágenes. Las imágenes deben estar libres de alteraciones (artificios, *shading* y otros) y presentar contrastes nítidos para permitir la evaluación por el sistema de análisis de imágenes.

Particularmente en la carne vacuna, por ejemplo, el tejido conjuntivo tiene especial importancia por presentarse, con frecuencia, en fascículos fuertes en los que no se encuentra tejido adiposo. En la carne fresca se los observa tan blancos como la propia grasa. Para diferenciar el tejido conjuntivo puro de la grasa se desarrolló un método de tinción para histología que colorea a la grasa de color rojo fuerte, permaneciendo el tejido conjuntivo de color blanco (Fig. 3). De esta manera se logra un buen contraste para el análisis por imágenes.

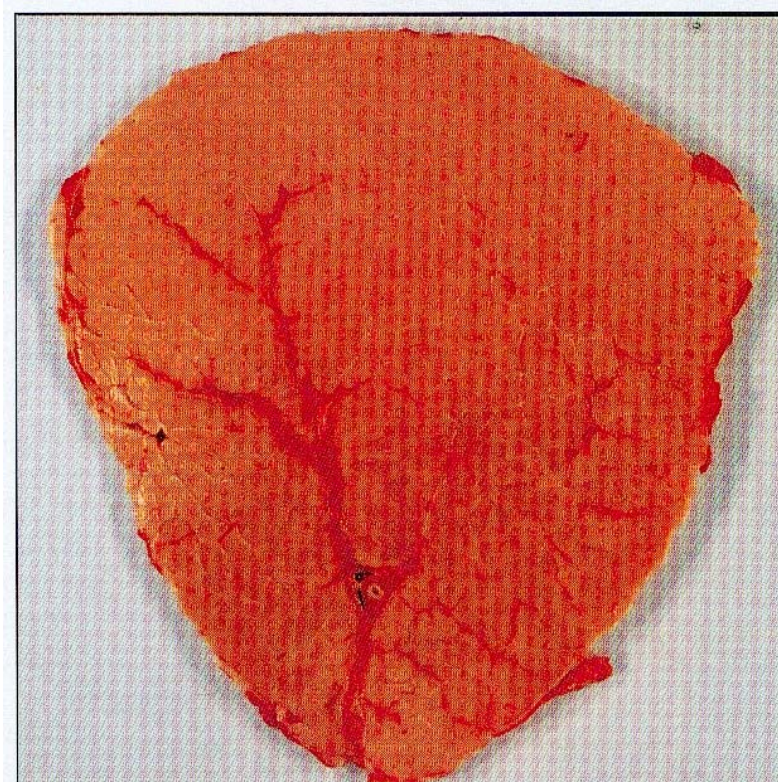


Figura 3: Feta muscular del *M. semitendinosus* coloreada con inclusiones adiposas bien visibles (rojo) y fascículos de tejido conjuntivo (blanco) con vasos sanguíneos

Para la investigación en bovinos de diferentes edades y de distintas orientaciones productivas (leche, carne, doble propósito) se obtiene de cada uno de los músculos *M. longissimus dorsi* (mld) y *M. semitendinosus* (mst) a las 24 h pos faena una rodaja de 1,5 - 2 cm de grosor; en el mld a la altura de la 12^a costilla y en el mst en la parte más voluminosa del músculo, luego de haberlo disecado completamente del hueso. Las rodajas son fijadas durante varios días en formol-calcio al 5 % y almacenadas hasta su procesamiento ulterior en formol al 5 %. Para éste, con una máquina de cortar (Graef A2501) de las rodajas se cortan fetas de 1 - 2 mm de espesor y se las lava por lo menos durante 12 h en agua. Se tiñe con rojo oleoso sumergiendo la feta en la solución colorante durante 6 - 8 h. La solución madre del rojo oleoso se prepara con 0,5 g de colorante en 100 ml de isopropanol puro. La solución final se prepara en la proporción 3 a 2 con agua destilada y se la filtra. Las fetas teñidas son lavadas en agua durante la noche. Al día siguiente y a fines de la diferenciación se las coloca en isopropanol al 70 % en agitación continua (agitador de la firma VETEC) durante 2 a 4 h, para luego lavarlas por lo menos durante 12 horas en agua. Las fetas pueden ser guardadas durante mucho tiempo en formol al 5 %.

Evaluación de las muestras por el sistema de análisis por imágenes

Las mediciones se efectúan en el Sistema de Análisis por Imágenes Quantiment 570 de la firma LEICA. Como primer paso se almacena una imagen de la feta por intermedio de la videocámara color en la base de datos. Para poder medir a un objeto, éste debe ser mayor que la capacidad de

resolución de la cámara, que para las superficies de grasa equivale a un tamaño mínimo de 4 *pixeles*. Por lo tanto, el mld debe ser medido en dos partes, para que las superficies de grasa puedan ser adecuadamente medidas con suficiente tamaño.

Como primer paso la superficie de la feta es marcada por una detección de los niveles de umbral y mensurada. La detección de las superficies de grasa se realiza previa preparación preliminar de la imagen para lograr la contrastación entre fondo y objeto, es decir las transiciones entre el fondo (feta de carne) y el objeto (isla de grasa) son reforzadas. A continuación se procede a una corrección interactiva de las superficies de grasa detectadas. Durante la medición de todas las superficies de grasa marcadas también se tiene en cuenta un factor para la forma del objeto, además de su tamaño y posición. Este proceder permite clasificar a los islotes de grasa en redondos y alargados. Como resultado se cuenta con un conjunto de datos para cada feta. Las mediciones más importantes son las siguientes:

- * Superficie de la feta de músculo
- * Sumatoria de las superficies de grasa
- * Cantidad de superficies de grasa
- * Media de las superficies de grasa
- * Superficie de las 3 superficies de grasa más grandes
- * Proporción de superficies de grasa redondas
- * Superficie de los islotes de grasa alargados

El centro de la feta hace las veces de punto de orientación para la ubicación de cada islote de grasa. Al efecto se cuenta la cantidad de islotes de grasa de cada cuarto de la feta y se suma la superficie de los islotes de cada cuarto.

En función de la calidad de la muestra y de la cantidad de grasa intramuscular, la evaluación de cada muestra dura unos 5 a 10 minutos.

Parámetros objetivos del veteado

Un sólo parámetro no puede definir de manera completa un carácter tan complejo como lo es el veteado. En consecuencia se obtiene los siguientes parámetros a partir de las mediciones más arriba indicadas:

1. Proporción del área adiposa como la suma de todas las áreas de grasa en relación con la superficie muscular;
2. Cantidad de áreas de grasa por cm^2 como número absoluto de las áreas de grasa en relación a la superficie muscular;
3. Media de todas las áreas adiposas;
4. Proporción de las tres áreas de grasa más grandes en relación a la superficie adiposa total;
5. Proporción de las áreas grasas alargadas;
6. Varianza de las áreas de grasa en cada octavo de superficie de feta para el mld, y en cada cuarto para el mst.

La proporción de áreas de grasa equivale a la reproducción óptica de la grasa intramuscular determinada por extracción con éter de petróleo. El coeficiente de correlación entre ambos valores es de $r=0,82$ (Tabla 1).

Tabla 1: Coeficientes de correlación entre los parámetros para la grasa intramuscular

	Contenido adiposo (químico)	Proporción de áreas de grasa	Cantidad de áreas adiposas /cm ²	Tamaño áreas de grasa	Proporción porcentual de las 3 áreas mayores	Proporción de las áreas alargadas
Proporción de áreas adiposas	0.82					
Áreas adiposas / cm ²	0.65	0.86				
Tamaño áreas grasa	-0.02	0.02	0.44			
Propor.porcent. 3 áreas mayores	0.10	0.09	-0.37	0.84		
Proporc. áreas alargad.	0.52	0.57	0.18	0.62	0.62	
Distribución áreas adiposas	-0.21	-0.31	-0.62	0.69	0.77	0.34

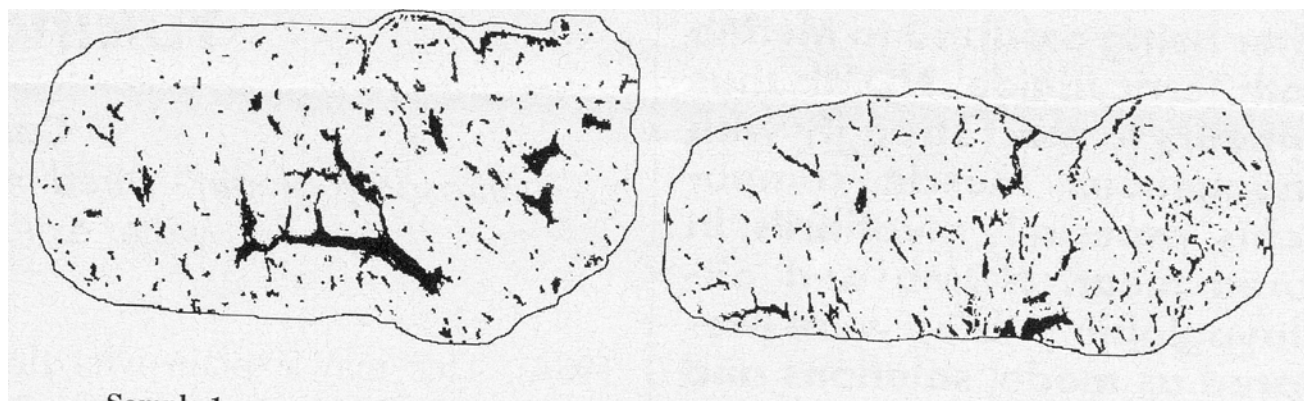
Los valores de la proporción de áreas de grasa son mayores que los determinados por extracción química debido a que el tejido adiposo hecho resaltar por la tinción contiene más grasa que la que se extrae por vía química. La grasa se encuentra incluida en las células que están rodeadas por tejido conjuntivo y en consecuencia las áreas coloreadas también incluyen elementos conjuntivos y agua (Fig. 1).

La cantidad de áreas de grasa proporciona un importante indicio sobre la "calidad del veteado"; cuanto mayor la cantidad de áreas, mejor. El tamaño de las áreas de grasa debería ser lo menor posible. La proporción de las tres áreas más grandes de grasa en relación con la superficie total se encuentra íntimamente relacionada con dicho tamaño. Cuanto mayor es su valor, tanto más la apariencia visual de la carne estará caracterizada por grandes vetas de grasa.

Un valor bajo para la proporción de los islotes alargados indica mayor cantidad de inclusiones adiposas puntiformes y menor de las grandes que, por lo general se presentan en vetas largas. La distribución de los islotes de grasa en la superficie muscular se refleja en la varianza de las áreas adiposas por sobre las superficies parciales del músculo. Cuanto menor sea el valor de la varianza, tanto más regular es la distribución de la grasa.

En la tabla 1 se reproduce los coeficientes de correlación fenotípica de las características de la grasa intramuscular de bovinos de 12 meses de edad. Los valores indican la existencia de relaciones estrechas entre la cantidad de áreas de grasa por cm² y la proporción de áreas adiposas, no

existiendo correlaciones con la superficie de las áreas de grasa, es decir, a esta joven edad, el mayor contenido de grasa se logra principalmente por una mayor cantidad de áreas de grasa pero no por áreas de mayor tamaño ($r=0,86$). Una mayor cantidad de áreas de grasa se correlaciona con un valor menor para la distribución de las áreas adiposas ($r=0,62$). Áreas de grasa más grandes están correlacionadas con una mayor proporción de las tres áreas de mayor tamaño en la superficie adiposa total ($r=0,84$), mayor cantidad de áreas alargadas ($r=0,84$) y una distribución de las áreas de grasa menos ventajosa ($r=0,69$).



Muestra 1
(Torito 254 / AA 24 meses)

Muestra 2
(Torito 259 / ON 24 meses)

3.00	Veteado (“marbling”) [índice subjet.]	2.00
3,49	Grasa intramuscular (quím.) [%]	4.22
8,67	Proporción áreas adiposas [%]	8.54
3.32	Cantidad áreas adiposas / cm²	6.72
2.49	Tamaño áreas adiposas [mm ²]	1.24
34.00	Proporción 3 áreas adip. mayores [%]	16.40
77.40	Proporción áreas adip. alargadas [%]	58.00
9.40	Distribución áreas adiposas [%]	5.00

Figura 4: Áreas de grasa detectadas en dos corte transversales de músculo con parámetros de la grasa intramuscular

Para dar una idea más clara sobre la información adicional y más precisa obtenible mediante la evaluación por imágenes, en la figura 4 se compara dos muestras con similar proporción de áreas adiposas, en éste caso pertenecientes a toros de 24 meses de edad. Presentan diferente caracterización y distribución del veteado adiposo. De forma subjetiva, el veteado de la muestra 1 fue valuada con 3, la 2, con 2 puntos, a pesar que por determinación química contenían, respectivamente, el 3,49 y el 4,22 % de grasa. Los datos obtenidos mediante evaluación por imágenes muestra una causa para esta discrepancia. La superficie de grasa promedio de la muestra 1 es el doble de la de la muestra 2. La muestra 1 presenta vetas de grasa grandes, cuyas 3 áreas más grandes equivalen al 34 % del la superficie adiposa total y la superficie de las áreas adiposas alargadas es, con el 77,4 %, sensiblemente superior a la de la muestra 2. En la muestra 2 se pudo determinar una mayor cantidad de áreas de grasa, más pequeñas y mejor distribuidas. De esta manera, los parámetros de la

evaluación por imágenes describen una distribución de la grasa intramuscular más uniforme y de estructura más fina para la muestra 2, que no pudo ser percibida en la carne fresca por evaluación visual.

Divergencias entre razas para la distribución de la grasa

Para esta investigación se contó con nueve o diez toritos de 12 meses de edad para cada una de las razas Belga azul-blanco (BAB), Angus alemán (AA), Galloway (Ga) y Overo-Negro (Holando) (ON). Las tablas 2 y 3 contienen los resultados de la evaluación por imágenes de la grasa intramuscular. La BAB, raza de aptitud para carne con carácter “culard”, presentó muy poca grasa intramuscular. Por lo tanto los parámetros para la grasa de la BAB deben ser interpretados sobre la base de este bajo contenido de grasa.

Tabla 2: Estructura de la grasa intramuscular en el *M. longissimus dorsi*

Categoría: toritos edad: 12 meses			Belga blanco-azul. 9	Angus Alemán 9	Galloway 10	Overo- Negro (Holando) 9
n						
Veteado [índice subjet.]	MEDIA	1.00 ^a	1.60 ^{bc}	1.50 ^b	1.90 ^c	
	STD	0.0	0.5	0.5	0.3	
Grasa intramuscular (quím.) [%]	MEDIA	0.27 ^a	1.34 ^b	1.26 ^b	2.18 ^c	
	STD	0.11	0.56	0.38	0.80	
Proporción áreas adiposas [%]	MEDIA	0.58 ^a	3.22 ^b	3.51 ^b	3.92 ^b	
	STD	0.24	0.69	1.46	1.09	
Cantidad áreas adiposas / cm²	MEDIA	0.50 ^a	2.50 ^b	4.50 ^c	4.00 ^c	
	STD	0.2	0.7	1.8	0.9	
Tamaño áreas adiposas [mm ²]	MEDIA	1.12 ^a	1.32 ^{ab}	0.82 ^c	0.99 ^{ac}	
	STD	0.26	0.23	0.29	0.22	
Proporción 3 áreas adiposas más grandes [%]	MEDIA	28.70 ^a	36.70 ^{ab}	20.60 ^{ac}	29.20 ^{ab}	
	STD	6.4	8.0	13.0	6.6	
Proporción áreas adiposas alargadas [%]	MEDIA	50.50 ^a	68.3 ^b	57.20 ^a	66.60 ^b	
	STD	12.1	1.9	11.4	5.4	
Distribución áreas adiposas [%]	MEDIA	11.50 ^a	10.50 ^{ac}	6.20 ^b	8.70 ^{bc}	
	STD	3.3	3.2	2.9	0.9	

Los valores para el *M. longissimus dorsi* en la tabla 2 muestran que las razas AA, Ga y ON tuvieron proporciones de áreas de grasa similares, mientras que en el tamaño y la distribución de las inclusiones adiposas se observaron diferencias. En Ga se encontró el valor más alto para la cantidad de áreas adiposas por cm² y los menores para la superficie de las áreas adiposas, la participación porcentual de las 3 áreas de grasa mayores, las áreas de grasa alargadas y también para la distribución de las áreas adiposas. De esta manera se pudo documentar una distribución de grasa más uniforme y más fina para la Ga. Los animales ON no se diferenciaron de manera significativa de los Ga y de los AA en cuanto a cantidad y superficie de las áreas adiposas y a la distribución de las

Tabla 3: Estructura de la grasa intramuscular del *M. semitendinosus*

Categoría: toritos edad: 12 meses	n	Belga blanco-azul. 9	Angus Alemán 9	Galloway 10	Overo- Negro (Holando) 9
Contenido adiposo (quím.) [%]	MEDIA STD	0.39 ^a 0.12	0.93 ^b 0.24	1.11 ^{bc} 0.37	1.41 ^c 0.54
Proporción áreas adiposas [%]	MEDIA STD	0.74 ^a 0.3	2.38 ^b 0.91	2.22 ^b 1.07	2.60 ^b 1.16
Cantidad áreas adiposas / cm²	MEDIA STD	0.40 ^a 0.1	1.20 ^b 0.3	2.60 ^c 0.9	1.70 ^b 0.7
Tamaño áreas adiposas [mm ²]	MEDIA STD	2.05 ^a 0.68	1.96 ^{ac} 0.77	0.85 ^b 0.22	1.53 ^c 0.31
Proporción 3 áreas adiposas más grandes [%]	MEDIA STD	39.80 ^a 6.9	47.80 ^a 12.5	26.70 ^b 8.5	40.80 ^a 10.1
Proporción áreas adiposas alargadas [%]	MEDIA STD	56.90 ^a 14.1	76.20 ^b 6.2	53.60 ^a 13.0	75.90 ^b 6.6
Distribución áreas adiposas [%]	MEDIA STD	27.20 ^a 4.8	20.30 ^b 5.5	16.90 ^b 5.7	19.80 ^b 5.3

Los valores con exponentes distintos son significativamente diferentes ($\alpha < 0.05$)

áreas de grasa. Los animales de raza ON presentaron valores significativamente superiores a los de raza Ga con respecto de la proporción de las 3 áreas mayores de grasa y la de las áreas adiposas alargadas, por lo tanto presentaban más depósitos de grasa alargados y más grandes que los Ga, ubicándose en una posición intermedia.

La distribución de la grasa también fue estudiada en el *M. semitendinosus* a pesar que en este caso no se efectuó una evaluación subjetiva del veteadado. En la comparación entre los músculos (Tabla 3) el mst presentó depósitos de grasa más groseros e irregulares que el mld. Entre las razas se verificaron diferencias en la cantidad, finura y distribución de la grasa intramuscular comparables a las encontradas en el mld, es decir, los animales Ga presentaron los valores más bajos para los parámetros de distribución de la grasa y los más altos para la cantidad de depósitos adiposos.

La comparación entre razas descrita para la distribución de la grasa sólo es válida para toritos de 12 meses de edad.

Debido a su estructura sencilla, el mst brinda buenas posibilidades para investigar relaciones entre la estructura muscular y la deposición de grasa intramuscular como así también las variaciones de las inclusiones adiposas debidas al crecimiento. Los resultados de estos estudios serán publicados próximamente.

Bibliografía

- AUGUSTINI, C., FLACHOWSKY, G. y RÖNSCH, M. (1993): Mast- und Schlachtleistung sowie Kennzahlen der Fleischqualität von Fleckviehbullen und Kreuzungstieren Fleckvieh x Schwarzbuntes Milchrind. (Rendimiento en el engorde y a la faena de toros Fleckvieh y de cruzamientos Fleckvieh x Overo-Negro con caracterización de la calidad de la carne) Züchtungskunde **65** (2): 119 - 130
- BERRY, B.W. y LEDDY, K.F. (1990): Comparison of restaurant vs research-type broiling with beef loin steaks differing in marbling. J. Anim. Sci. **68**: 666 - 672
- CHRISTENSEN, K. L., JOHNSON, D.D., WEST, R.L., MARSHALL, T.T. y HARGROVE, D.D. (1991): The effect of breed of sire and age at feeding on muscle tenderness in the beef chuck. J. Anim. Sci. **69**: 3673 - 3678
- CUNDIFF, L.V., KOCH, R.M., GREGORY, K.E. (1990): Preliminary results for carcass and meat characteristics of diverse breeds in cycle IV of cattle germ plasm evaluation program. Proc. 4th. World Congr. Gen. Appl. Livestock Prod, Edinburgh, Part XV. Beef cattle, sheep and pig genetics and breeding, fibre, fur and meat quality: 291 - 294.
- DUFEY, P.A. (1989): Vergleich der Fleischleistung von Blonde d'Aquitaine- und Simmentaler M-Gebauchskreuzungen. 2. Teil: Fleischqualität. (Comparación de la producción de carne entre Blonde d'Aquitaine y cruzamientos por Fleckvieh. 2^{da} parte) Landwirtschaft Schweiz **2**: 477 - 482
- HOSHINO, T., SUZUKI, A., YAMAGUCHI, T., OHWADA, S. y OTA, M. (1990): A comparative morphometrical analysis of the amount and distribution of fat within muscles of Japanese Black Cattle, Japanese Shorthorn and their crossbred (F1) steers. Tohoku Journal of Agricultural Research **40**, 3 - 4: 57 - 64
- LEE, Y.J. y SCHÖN, L. (1986): Untersuchungen über die Abhängigkeit der Zartheit von Rindermuskeln. (Estudios sobre la dependencia de la ternera de músculos bovinos) Fleischwirtschaft **66**: 600 - 603
- MONIN, G. y OUALI, A. (1991): Muscle differentiation and meat quality. Developments in Meat Science **5**: 89 - 157

OLDIGS, B., LANGHOLZ, H.-J. y GROENEWOLD, J.P. (1990): Einfluß endogener Faktoren auf die Fleischbeschaffenheit beim Rind. 2. Fleischqualitätsfaktoren. (La influencia de factores endógenos sobre las características de la carne bovina. II. Factores cualitativos. Fleischwirtschaft **70**: 108 - 114

RISTIC, M. (1988): Genußwert von Rindfleisch. (Valores degustativos de carne bovina) Fleischwirtschaft **68**: 1130 - 1138

SCHOLZ, A. y GREGOR, G. (1993): Determination of marbling in the *M. longissimus dorsi* of pigs by Video Image Analysis. 44th Ann. Meeting of EAAP, 16 - 19 August 1993, Arhus, Dinamarca

Dirección de los autores:

Dipl.-Ing. E. Albrecht, Dr. J. Wegner, Prof. Dr. K. Ender, Forschungsinstitut für Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere, FB Muskelbiologie und Wachstum. Wilhelm-Stahl-Allee 2, D - 18196 Dummerstorf, Alemania