

## TIPOS DE FIBRAS EN EL MÚSCULO ESQUELÉTICO DEL TORO DE LIDIA (*Bos taurus Ibericus*). ESTUDIO HISTOQUÍMICO Y MORFOMÉTRICO.

**Muscle fibre types in bullfight (*Bos taurus Ibericus*). An histochemical and morphometric study.**

**E Martínez Gomariz, J.M. Vázquez, F. Moreno, F. Gil, G. Ramírez Zarzosa, R. Latorre y O. Albors.**

Departamento de Anatomía y Embriología. Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia, Campus de Espinardo, Apto. Correos 4021, E-30071 Murcia.

### RESUMEN

Mediante la aplicación de técnicas histológicas, histoquímicas y **morfométricas** se describen los diferentes tipos de fibras, así como los porcentajes y diámetros de las mismas en determinados músculos del toro de lidia: mm. extensor digital común, extensor digital largo, longísimo del tórax, **latísimo** del dorso, **serrato** ventral del tórax, gluteobiceps.

De forma general, se han evidenciado 5 tipos de fibras: tipo **I**, **IIA**, **IIB**, **IIAB** y **IIC**; si bien, no todos han sido descritos en los distintos músculos analizados.

Mediante el empleo de técnicas **metabólicas**, hemos observado el escaso potencial oxidativo que presentan todas las fibras analizadas, en particular las tipo **II** (**IIA** y **IIB**), lo que podría ser una de las causas determinantes de la falta de fuerza que caracteriza al toro de lidia en la actualidad.

### ABSTRACT

By means of the application of histological, histochemical and morphometric **techniques** we **have characterized** the muscle fiber types in **several** skeletal muscles of the **bullfight: digitalis communis** extensor, **digital longus** extensor, longissimus of **torax**, **latissimus dorsi**, ventral **serratus** of **torax**, gluteous biceps muscles. In most of the **analyzed** muscle fibre types were observed: **I**, **IIA**, **IIB**, **IIAB** and **IIC**.

A scarce oxidative **activity** has **been noticed in all** muscle fibre types, specially in types **IIA** and **IIB**. **This results** could be implicated in the **lacking in force** observed in these **species**.

## INTRODUCCIÓN

La aplicación de técnicas histoquímicas a secciones transversales **seriadas** de músculo esquelético permite diferenciar los distintos tipos de fibras que lo integran. Así, en el músculo esquelético del vacuno, han sido identificados diversos tipos de fibras en base a su diferente actividad histoquímica, que han recibido diferentes denominaciones. ASHMORE y DOER (1971), HUNT y HEDRICK (1977), MAY et al. (1977), SOLOMON y DUNN (1988), las catalogan como  $\alpha R$ ,  $\alpha W$  y  $\beta R$ , al correlacionar la actividad **mATPasa** con la actividad oxidativa. TOTLAND et al. (1988), TOTLAND y KRYVI (1991), siguiendo la nomenclatura propuesta por BROOKE y KATSER (1970), las clasifican como tipos I, IIA, IIB y IIC, al prevalecer el criterio de la actividad **mATPasa** sobre el de otros **enzimas** indicativos de las fuentes metabólicas.

Aspectos relacionados con la morfología, distribución y tamaño fibrilar también pueden ser extraídos del análisis de dichas secciones, lo que sin duda constituye una herramienta útil para el mejor conocimiento de la estructura y función muscular, así como para el diagnóstico de determinadas enfermedades **neuromusculares**.

En el trabajo que presentamos, hemos aplicado técnicas histoquímicas sobre entidades musculares de diferente aptitud funcional en una raza de ganado vacuno, el toro de lidia, cuya importancia no sólo debe ser referida al uso de la misma en la **corrida** "fiesta nacional", sino también por la reserva **genética** que supone dentro de la diversidad biológica existente en nuestro país.

Sin embargo, y a pesar de su interés, es una de las razas bovinas autóctonas españolas menos estudiadas, sobre todo desde el punto de

vista de la histoquímica muscular. Escasos son los estudios llevados a cabo sobre la musculatura esquelética del ganado vacuno en general, y prácticamente inexistentes los realizados sobre el músculo esquelético del toro de lidia. PURROY y GONZÁLEZ (1984), PURROY et al. (1991), GARCÍA-BELENQUER et al. (1991) llevan a cabo estudios sobre una problemática que desgraciadamente se observa de manera **frecuente** en nuestros cosos taurinos, como es la caída del toro bravo.

Con este trabajo pretendemos profundizar en la descripción de las poblaciones fibrilares que constituyen el músculo esquelético del toro de lidia y su relación con las capacidades dinámicas que presenta esta raza.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron cuatro toros de lidia de cuatro años de edad que fueron devueltos a los corrales en la plaza de toros de la Condomina durante la Feria de Septiembre de 1993, 1994 y 1995 de la ciudad de Murcia, debido a su clara y manifiesta falta de fuerza.

Los toros pertenecían a un mismo encaste (Vistahermosa) y fueron sacrificados mediante puntilla en los corrales de la plaza.

Tras el sacrificio y una vez obtenidas las canales correspondientes, procedimos a la identificación de los músculos objeto de estudio:

- M. *extensor digital común*.
- M. *extensor digital largo*.
- M. *longísimo del tórax*.
- M. *latísimo del dorso*.
- M. *serrato ventral del tórax*.
- M. *gluteobíceps*

La selección de estos músculos se efectuó por su diferente matiz locomotor. Los mm. *extensor digital común*, *gluteobíceps* y *exten-*

*sor digital largo* intervienen en el apoyo en extensión y en la retracción de los miembros; el m. *longísimo del tórax* tiene una acción fijadora y enderezadora del raquis, y como agente flexor dorsal del raquis toraco-lumbar regula las influencias mecánicas en la **protracción-retracción** de los miembros pelvianos; el m. *latísimo del dorso* al contraerse, una vez culminada la **protracción** del miembro torácico (apoyo en extensión), arrastra consigo la masa corporal mientras dura la retracción dicho miembro, y, por último, el m. *serrato ventral del tórax* constituye el principal agente **suspensor** del tronco.

A partir de los mismos, y una vez desprovistos de grasa y fascia de recubrimiento, se tomaron fragmentos transversales de 0.5 cm de lado a nivel del tercio medio de cada vientre muscular.

La toma de muestras se realizó inmediatamente después del sacrificio en el mismo desolladero al objeto de evitar posibles alteraciones **morfológicas y/o** morfométricas de las fibras musculares (BRAUND, 1989; KARLSSON, 1993).

La congelación de las muestras se realizó en el interior de un vaso de precipitado de vidrio con 100 c.c. de 2-metilbutano, previamente **enfriado** con nitrógeno líquido (-190° C). Seguidamente fueron almacenadas en un arcón congelador a -40° C, en recipientes plásticos refrigerados a esta temperatura, hasta el momento de proceder al corte de las mismas.

Los cortes de 10 micras de grosor se realizaron en un criostato Reichert Jung modelo Cryocut E a -20° C. Las secciones obtenidas fueron sometidas a las diferentes técnicas **histoquímicas** referidas a la detección de enzimas oxidativos (NADH-TR) y glicolíticos (**αMGPDH**), según la metodología propuesta por DUBOWITZ y BROOKE (1973), y técni-

cas de ATPasa miosínica a preincubaciones alcalinas (método SNOW et al., 1982), y ácidas (método DUBOWITZ y BROOKE, 1973 modificado).

El análisis morfométrico se realizó mediante un sistema interactivo de análisis de imagen "MIP-Micron Image Processing" perteneciente a la Unidad de Estudio y Proceso Digital de Imágenes de la Universidad de Murcia en el que seleccionamos el parámetro correspondiente al diámetro menor de una estructura elíptica equivalente (SONG et al., 1963). Analizamos exclusivamente éste **parámetro**, evitando así posibles errores por la oblicuidad en el corte (DUBOWITZ y BROOKE, 1973). De cada sección muscular estudiamos un mínimo de 150 fibras (KARLSSON, 1993).

Los porcentajes fibnlares los obtuvimos tras el recuento de no menos de 200 fibras (KARLSSON, 1993), de campos elegidos al azar en preparaciones teñidas con la técnica **m-ATPasa**, y a preincubaciones que nos permitan distinguir todos los tipos de fibras presentes.

## RESULTADOS

### Histoquímicos

El estudio y clasificación de los distintos tipos de fibras se realiza mediante el análisis de secciones musculares trasversales **seriadas**, sometidas a las diferentes reacciones **histoenzimáticas**. Las técnicas de **mATPasa** a **preincubaciones** alcalinas y ácidas nos permiten evidenciar con claridad cinco tipos de fibras, si bien, no todas ellos han podido ser identificadas en los diferentes músculos analizados.

Siguiendo la clasificación propuesta por BROOKE y KAISER (1970), **hemos** denominado a estas fibras como fibras tipo I, **IIA**, **IIB**, **IIAB** y **IIC** (Fig. 1).

Las fibras **tipo I** presentan actividad **mATPasa** alcalino lábil (tinción negativa o clara frente a **pH** alcalinos) y ácido estable (fuerte tinción o positiva a **pH** ácidos). Este modelo tintorial se corresponde con el de las típicas fibras tipo I, de contracción lenta, descritas en la mayoría de los mamíferos.

Las fibras **tipo IIA** tiene una actividad **mATPasa** alcalino estable y ácido lábil. Frente a **pH** alcalinos de preincubación (10,2, 10,3, 10,4 y 10,5) apenas es posible diferenciarlas de las fibras IIB, dado que su reacción tintorial es prácticamente similar.

Las fibras **tipo IIB** presentan actividad **mATPasa** alcalino estable, reaccionan de forma moderada (tinción intermedia) ante **pH** 4,6, y son totalmente ácido lábiles a **pH** 4,3. Este tipo de fibras no fueron evidenciadas en los músculos extensor digital común y longísimo del tórax.

Las fibras **tipo IIAB** se caracterizan por presentar una actividad **mATPasa** alcalino estable y una intensidad de tinción algo menor que las IIB frente a preincubaciones a **pH** 4,6. Dichas fibras sólo las evidenciamos en los músculos latísimo del dorso, **serrato** ventral del tórax y extensor digital largo.

Las fibras **tipo IIC** poseen una alta actividad **mATPasa** a preincubaciones alcalinas y reaccionan de forma moderada frente a preincubaciones ácidas (**pH** 4,6 y 4,3), con una intensidad tintorial inferior a las tipo I (Fig. 1F).

Al contrastar los perfiles **ATPásicos** con las reacciones que manifiestan ante las técnicas metabólicas NADH-TR y  $\alpha$ MGPDH (método DUBOWITZ y BROOKE, 1973) (Figs. 1D y 1E) podemos referir las siguientes características:

1.- Las fibras **tipo I** presentan escasa actividad tintorial frente a la técnica NADH-TR (moderada baja capacidad oxidativa), lo que las diferencia del modelo tintorial típico que

corresponde a las fibras tipo I de contracción lenta descritas en el resto de los mamíferos, y prácticamente no se tiñen ante la técnica  $\alpha$ MGPDH (escasa o nula capacidad glicolítica).

2.- Las fibras **tipo IIA** manifiestan, al igual que las anteriores, una baja actividad NADH-TR, si bien reaccionan de forma moderada frente a la técnica  $\alpha$ MGPDH. Existe por tanto un predominio del metabolismo glicolítico sobre el oxidativo.

3.- Las fibras **tipo IIB** no se tiñen con la técnica NADH-TR y reaccionan de forma intensa o moderada frente a la técnica  $\alpha$ MGPDH. Se trata pues de fibras que presentan un metabolismo glicolítico y no oxidativo.

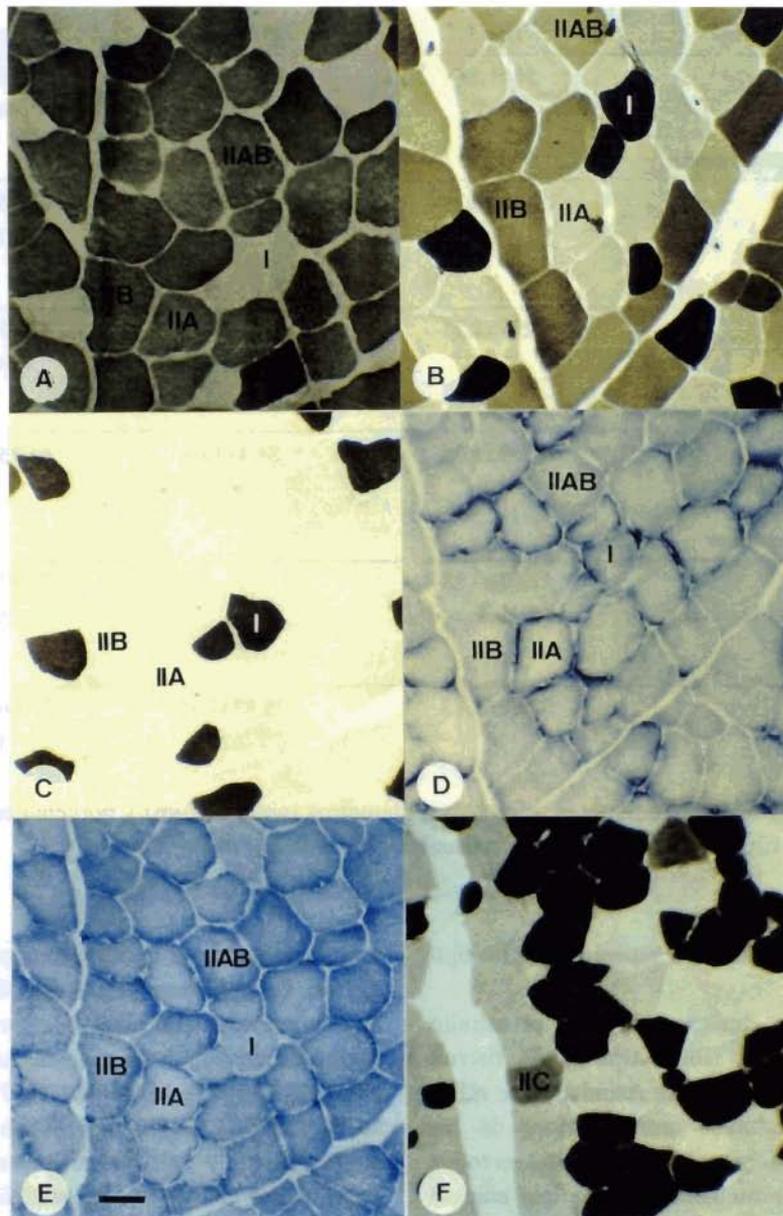
4.- Las fibras **tipo IIAB**, muestran cierto potencial oxidativo y reaccionan también de forma moderada ante la técnica  $\alpha$ MGPDH.

5.- Las fibras **tipo IIC** se caracterizan por tener una alta capacidad oxidativa, similar a la de las fibras tipo I, pero manifestando, a diferencia de éstas, una cierta capacidad glicolítica.

### Morfométricos

Al margen de las referidas consideraciones histoquímicas, el análisis de secciones transversales de músculo nos permite valorar otros aspectos, tales como distribución, porcentaje y tamaño fibrilar, apreciándose en este sentido que la distribución de las fibras musculares en el toro de lidia obedece a un patrón clásico en mosaico (tablero de ajedrez).

Respecto a los tamaños y porcentajes **fibrilares**, de forma general, resaltar que las fibras tipo I resultan ser las de menor diámetro y porcentaje; las tipo IIB presentan porcentajes elevados, no estando presentes en los músculos extensor digital común y longísimo del tórax, y las tipo IIA resultan ser las de mayor diámetro, excepto en los músculos extensor digital largo



**Figura 1(A-G).** Secciones transversales seriadas del m. latísimo del dorso. **1F.** Sección transversal del m. longísimo del tórax. Barra = 40  $\mu$ m.

A) Técnica m-ATPasa preincubación alcalina (pH 10,4)

B) Técnica m-ATPasa preincubación ácida (pH 4,6)

C) Técnica m-ATPasa preincubación ácida (pH 4,3)

D) Técnica NADH-TR

E) Técnica  $\alpha$ MGPDPH

F) Técnica m-ATPasa preincubación ácida (pH 4,3)

M. latísimo del dorso	Tipo I	Tipo II	Tipo IIA
Tamaño (µm)	58±1,14	75,32±1,39	75,49±1,15
Porcentaje (%)	16,2	37	46,8
<b>M. extensor digital común</b>			
Tamaño (µm)	52,16±0,77		68,08±1,02
Porcentaje (%)	21,9		78,1
<b>M. serrato ventral del tórax</b>			
Tamaño (µm)	74,39±2,21	84,76±1,73	93,43±1,38
Porcentaje (%)	6,7	38,7	54,6
<b>M. extensor digital largo</b>			
Tamaño (µm)	41,49±1,06	84,4±1,68	64,25±1,99
Porcentaje (%)	5,558,735,8		
<b>M. longísimo del tórax</b>			
Tamaño (µm)	52,67±0,98	-	77,97±1,34
Porcentaje (%)	29,3	-	69,7
<b>M. gluteobíceps</b>			
Tamaño (µm)	52,67±2,17	75,87±1,15	70,66±1,38
Porcentaje (%)	3	62	35

Tabla 1. Resultados morfométricos referentes a diámetros mínimos (µm) y porcentajes de los distintos tipos de fibras en cada uno de los músculos objeto de nuestro estudio.

y gluteobíceps donde son superadas por las tipo IIB (Tabla 1).

Por último, indicar que para el estudio morfométrico las fibras tipo IIB fueron incluidas dentro de las IIB. Asimismo, no reflejamos los resultados morfométricos de las fibras IIC por no haber sido detectadas en todos los músculos estudiados, y dado que cuando estuvieron presentes lo hicieron en escaso número.

## DISCUSIÓN

La mayoría de los estudios histoquímicos realizados en el músculo esquelético del gana-

do vacuno ponen de manifiesto la existencia, al menos, de tres tipos principales de fibras, si bien la nomenclatura empleada para su catalogación difiere según los autores. Así, HUNT y HEDRICK (1977), MAY et al. (1977) y SOLOMON y DUNN (1988), denominan a las fibras como  $\beta$ R,  $\alpha$ R y  $\alpha$ W, en consonancia con los criterios definidos por ASHMORE y DOERR (1971), es decir, actividad mATPasa correlacionada con actividad oxidativa. Por su parte, TOTLAND et al. (1988) y TOTLAND y KRIVI (1991), optan, al igual que nosotros, por la nomenclatura propuesta por BROOKE y KAISER (1970). denominándolas fibras tipo I, IIA, IIB, IIC, al prevalecer el criterio de la acti-

vidad **mATPasa** sobre el de otros **enzimas** indicativos de las fuentes metabólicas. De cualquier forma, al analizar y comparar los resultados de los distintos trabajos, se puede apreciar que existe una clara correspondencia entre las fibras  **$\beta$ R** y **I**,  **$\alpha$ R** y **IIA** y  **$\alpha$ W** y **IIB**, al menos desde el punto de vista de su actividad **mATPasa**. Sin embargo, no ocurre lo mismo cuando se comparan sus perfiles metabólicos. Aunque la capacidad oxidativa suele ser alta tanto en las fibras tipo **I** como en las **IIA**, y baja o nula en las fibras **IIB**, al igual que sucede en las  **$\beta$ R**,  **$\alpha$ R**,  **$\alpha$ W**, respectivamente, ya **TOTLAND** y **KRIVI** (1991) advierten grandes variaciones en la capacidad oxidativa de los tres tipos de fibras en numerosos músculos de toro rojo noruego. En nuestro estudio hemos observado que la capacidad oxidativa (actividad **NADH-TR**) de las fibras es relativamente baja (tinción escasa) en el toro de lidia, tanto en las tipo **I** como en las **IIA**, pero a diferencia de lo expuesto por los autores **anteriormente** mencionados, no se trata de un resultado puntual sino todo lo contrario, ya que está generalizado a todos los tipos de fibras en los diferentes músculos analizados (con excepción del m. **longísimo** del tórax). Este hecho puede ser importante, al ser suficientemente conocido que a mayor actividad oxidativa (**SDH** o **NADH**) corresponde mayor resistencia a la fatiga (**BURKE** et al, 1971; **GARNETT** et al, 1978). Podríamos, por tanto, estar ante una raza de ganado vacuno con fibras musculares dotadas de **una** menor capacidad oxidativa que otras razas (**TOTLAND** et al, 1988; **TOTLAND** y **KRIVI**, 1991), o que otros mamíferos y, consecuentemente, con **una** mayor facilidad para fatigarse. A ello añadir la escasa proporción de fibras tipo **I**, **funcionalmente** descritas como de contracción lenta y resistentes a la fatiga, y que además resultan ser las de menor diámetro. En concreto, los por-

centajes de este tipo de fibras tienen su mínima expresión en el músculo gluteobíceps (3%), extensor digital largo (5,5%) y **serrato** ventral del tórax (6,7%), los dos primeros implicados en el apoyo y retracción del miembro pelviano, y el último en la suspensión del tronco.

Las fibras **IIA**, definidas como de contracción rápida y resistentes a la fatiga, aunque con un doble perfil metabólico (**oxidativo/glicolítico**), son muy abundantes en todos los músculos que hemos estudiado. No obstante, en el toro de lidia su capacidad glicolítica (fuerte tinción ante la técnica  **$\alpha$ MGPDH**) supera claramente a la capacidad oxidativa (escasa tinción ante la técnica **NADH-TR**).

Las fibras **IIB**, de contracción rápida y fácilmente fatigables, encargadas de los **movimientos** rápidos y vigorosos pero de corta duración, presentan también porcentajes muy altos, sobre todo en los mm. gluteobíceps (62%) y extensor digital largo (58,7%).

En cuanto a las fibras **IIC**, nuestros resultados coinciden con los descritos por **TOTLAND** et al (1988) en toros noruegos, donde los porcentajes tampoco superan el 1%. La práctica inexistencia de fibras de este tipo, de contracción rápida y metabólicamente muy próximas a las tipo **I**, **así** como la ausencia de alteraciones morfológicas y morfométricas en las secciones transversales debe descartar la existencia de enfermedades neuromusculares en los toros estudiados, ya que estas fibras se observan con mayor frecuencia en ciertos procesos patológicos del músculo (**DUBOWITZ**, 1985). La falta de fuerza, razón por la que **fueron** devueltos a los corrales los toros analizados, podría, por tanto, estar relacionada con las características oxidativas descritas en los tipos de fibras. Sin embargo, esto no debe ser entendido como una causa exclusiva, ya que parece demostrado que son muchos los factores que inciden en la **caída**

del toro de bravo. Concretamente y en relación con la función muscular, recordemos que autores como PURROY y GONZÁLEZ (1984) señalan la existencia de problemas de degeneración muscular cuando estudian las concentraciones **séricas** de ciertos **enzimas** relacionados con el metabolismo del músculo esquelético.

De forma genérica hemos observado que el músculo esquelético del toro de lidia se compone mayoritariamente por fibras en las que predomina el metabolismo glicolítico. Este tipo de fibras, sobre todo en lo referente al tipo IIB o  $\alpha W$ , predominan en los músculos de animales sedentarios (pequeños mamíferos, razas de cerdos seleccionadas y estabuladas), por lo que planteamos el siguiente interrogante: "La falta de ejercicio físico que caracteriza al toro bravo actual, ¿le está llevando a convertirse en un animal sedentario? ¿y como consecuencia de ello su músculo esquelético está sufriendo una conversión hacia un músculo más glicolítico?". Nuestros resultados así parecen indicarlo. El hecho de haber detectado, además, en algunos de los músculos analizados (mm. latísimo del dorso, extensor digital largo y **serrato** ventral del tórax) fibras del tipo IIB, parece ser una prueba más de lo que hemos comentando. En efecto, este tipo de fibras, que también ha sido observado en cerdos **Landrace** muy seleccionados desde el punto de vista cárnico (VÁZQUEZ, 1996), pudieran ser un estadio intermedio de transformación de las fibras IIA en IIB o un tipo de fibra propio, similar o igual a las IIX evidenciadas en mamíferos de laboratorio (GORZA, 1990).

No debe extrañar la ausencia de fibras **IIB** en los músculos extensor digital común y **longísimo**, pues ya algunos autores (TOTLAND y KRYVI, 1991) indican que no todos los músculos del ganado vacuno presentan los mismos tipos **fibrilares**. En concreto, estos autores han

señalado la inexistencia de fibras IIA en el m. sóleo y de fibras IIB en el m. **esternomandibular**. Mucho más sorprendente resulta el no haber observado fibras IIB en el m. longísimo del **tórax**, pues otros autores si las han evidenciado en dicho músculo, aunque en otras razas. Las variaciones en porcentajes que se producen según la zona muscular estudiada (superficial, profunda, lateral, **medial**) podría ser una explicación a este hecho (TOTLAND et al, 1988), dado que para nuestro estudio las muestras se reducen a pequeñas porciones tomadas en la superficie muscular a nivel del tercio medio su vientre.

## BIBLIOGRAFÍA

- ASHMORE C.R., DOERR L. 1971. *Comparative aspects of muscle fibre types in different species*. Exp. Neurol. 31: 408-418.
- BRAUND K.G. 1989. *Skeletal muscle biopsy*. Seminars in **Veterinary Medicine and Surgery** (Small animal) 4: 108-115.
- BROOKE M.H., KAISER K.K. 1970. *Muscle fibre types: How many and what kind?*. Arch. Neurol. 23: 369-379.
- BURKE RE., LEVINE D.N., ZAJAC F.E., TSAIRIS P., ENGEL W.K. 1971. *Mammalian motor units: Physiological-histochemical correlation in three types in cat*. Science 174: 709-712.
- DUBOWITZ V. 1985. *Muscle biopsy: a practical approach*. **Baillière Tindall**, London.
- DUBOWITZ V., BROOKE M.H. 1973. *Muscle biopsy: a modern approach*. W.B. **Saunders**, London.
- GARCÍA-BELENGER S., PURROY A., GONZÁLEZ J.M., GASCÓN M. 1991. Efecto de la complementación con **selenio** y vitamina E en vacas bravas sometidas a

- diferentes prácticas de manejo. Arch. Zootec. 40: 251-260.
- GARNETT R.A.F., O'DONOVAN M.J., STEPHEN J.A., TAYLOR A. 1978. Motor unit organization of human medial gastrocnemius. J. Physiol. 287: 33-43.
- GORZA L. 1990. Identification of a novel type 2 fiber population in mammalian skeletal muscle by combined use of histochemical myosin ATPase and anti myosin monoclonal antibodies. J. Cytochem. 30: 257-265.
- HUNT M.C., HEDRICK H.B. 1977. Profile of fiber types and related properties of five bovine muscles. J. Food Sci. 42: 513-517.
- KARLSSON A. 1993. Porcine muscle fibres. Biochemical and histochemical properties in relation to meat quality. Thesis Univ. Uppsala. Sweden.
- MAY M.L., DIKEMAN M.E., SCHALLES R. 1977. Longissimus muscle histological characteristics of Simmental X Angus, Hereford X Angus and Limousin X Angus crossbred steers as related to carcass composition and mear palatability traits. J. Anim. Sci. 44: 571-580.
- PURROY A., GONZÁLEZ J.M. 1984. Etude des enzymes plasmatiques des taureaux de combat tués en corridas. Reprod. Nutr. Dévelop. 25: 599-603.
- SNOW M.H., BILLETER R., MASCARELLO F. 1982. No classical type IIB fibres in dog skeletal muscle. Histochemistry 75: 53-65.
- SOLOMÓN M.B., DUNN M.C. 1988. Simultaneous histochemical determination of three fiber types in single sections of ovine, bovine and porcine skeletal muscle. J. Anim. Sci. 66: 255-264.
- TOTLAND G.K., KRIW H. 1991. Distribution patterns of muscle fibre types in major muscle of the bull (Bos taurus). Anat. Embryol. 1984: 441-450.
- TOTLAND G.K., KRYVI H., SLINDE E. 1988. Composition of muscle fibre types and connective tissue in bovine m. semitendinosus and its relation to tenderness. Meat Science 23: 303-315.
- VÁZQUEZ J.M. 1996. Tipos histoquímicos de fibras (miocitos) en el músculo esquelético del cerdo y su relación con la calidad de la carne. Estudio en dos razas bien diferenciadas: Cerdo Landrace (línea de Nova Genética) y cerdo Ibérico (línea Guadyerbas). Proyecto de Investigación. Universidad de Murcia.