

## TEMA 2. CRECIMIENTO MUSCULAR

### CONTENIDOS BÁSICOS

Teniendo en cuenta que el crecimiento muscular determina la masa muscular del animal y la estructura muscular, ¿Cuál crees que es la importancia del crecimiento muscular para la industria cárnica?

#### 1-Esquema sobre el mecanismo crecimiento muscular prenatal

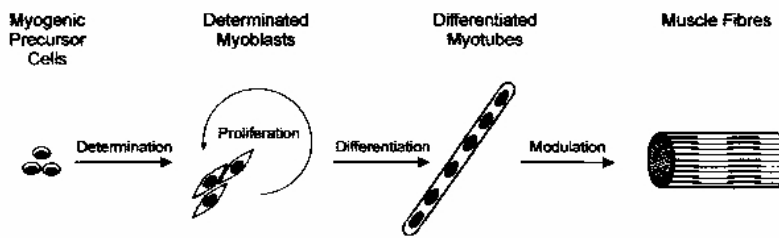


Fig. 1. Basic events of myogenesis

#### Fases en la formación del músculo

- Aparición de fibras primarias formadas en una fase inicial del desarrollo embrionario
- Aparición de fibras secundarias formadas sobre la base de las anteriores en una fase posterior del desarrollo embrionario
- También hay que tener en cuenta que antes del nacimiento y también después, quedan mioblastos que no forman fibras y permanecen adyacentes a las mismas que sirven para formar mionúcleos

#### 2-Definición del crecimiento muscular postnatal

Los animales **nacen con un determinado número de fibras musculares** que viene **dado** fundamentalmente **por factores genéticos**. Aunque este número puede descender ligeramente durante la vida del animal, el músculo puede aumentar de tamaño. El músculo, por el crecimiento de sus células puede llegar a **alcanzar 28 veces su tamaño inicial** en el nacimiento. El crecimiento del músculo está asociado fundamentalmente a un aumento en la cantidad de proteínas miofibrilares. Este **crecimiento es radial y longitudinal**. El crecimiento radial del músculo implica la **proliferación de miofibrillas**, mientras que el crecimiento longitudinal el alargamiento de las miofibrillas existentes, es decir **la formación de nuevos sarcómeros**. Tanto el aumento en el número de miofibrillas y como el de sarcómeros necesitan de la síntesis de las proteínas miofibrilares. En la fibra muscular en crecimiento neto no solo depende del anabolismo de las proteínas sino también de su catabolismo, pero este es menos intenso que aquél siempre que haya un aumento de tamaño.

En la fibra muscular en crecimiento, además del aumento en la cantidad de proteínas miofibrilares se produce de forma paralela un **incremento en el número de núcleos**. Las fibras musculares son multinucleadas y durante el desarrollo postnatal aumenta el número de núcleos de cada fibra. Estos son generados por la mitosis de los mioblastos localizados en la superficie de las fibras musculares como células satélite. *Cada fibra muscular está asociada con una población de células satélite (mioblastos adultos) capaces de dividirse y fundirse con las fibras existentes, lo que facilita el crecimiento de las fibras o hipertrofia muscular.*

En conclusión:

***CRECIMIENTO MUSCULAR POSTNATAL ≈ SÍNTESIS NETA DE PROTEÍNAS MIOFIBRILARES***

Se entiende como síntesis neta a la resta anabolismo – catabolismo.

La síntesis de proteínas miofibrilares sigue la siguiente vía:

**DNA – mRNA – tRNA+ribosoma – proteína (para lo cual se necesitan aminoácidos, algunos de ellos esenciales).**

### **3-VARIABLES O FACTORES QUE CONDICIONAN LA MASA MUSCULAR DE LOS ANIMALES DESTINADOS A CONSUMO HUMANO e ideas sobre sus mecanismos**

VARIABLES INDEPENDIENTES O EXTRÍNECAS O FACTORES que influyen sobre la masa muscular de un animal

(los siguientes factores actúan sobre el crecimiento muscular están a veces *interrelacionados*)

- I. *Genéticos*
- II. *Nutricionales*
- III. *Hormonales*
- IV. *Físicos*
- V. *Otros (cajón de sastre)*

VARIABLES DEPENDIENTES O INTRÍNECAS O PROPIEDADES DE LA FIBRA MUSCULAR implicadas en el mecanismo que explica el **aumento en peso de la masa muscular** de un animal en crecimiento, sobre estos actúan las variables independientes

La **masa muscular** de un animal es **función** de dos variables dependientes principales:

- A.-*Número de fibras en el nacimiento*
- B.-*Hipertrofia postnatal* de dichas fibras o incremento postnatal de la masa muscular en el tiempo considerado (del nacimiento al sacrificio)

La segunda variable principal “B-Velocidad de crecimiento muscular (incremento de peso del músculo en el tiempo)”, está formada por diversas subvariables de las que se señalan dos importantes:

- B.1. Incremento en el número de núcleos de las fibras (ya que a mayor número de núcleos se supone una mayor capacidad celular de síntesis proteica) que se puede medir por la relación ‘DNA/número de fibras’.
- B.2. Variación en la capacidad de síntesis proteica neta por núcleo, que se puede medir mediante la relación ‘proteína/DNA’.

***Se pide como contenido básico poder explicar los conceptos anteriores usando algún ejemplo del tipo de los siguientes:*** (Mecanismos por los que las variables independientes actúan sobre las dependientes)

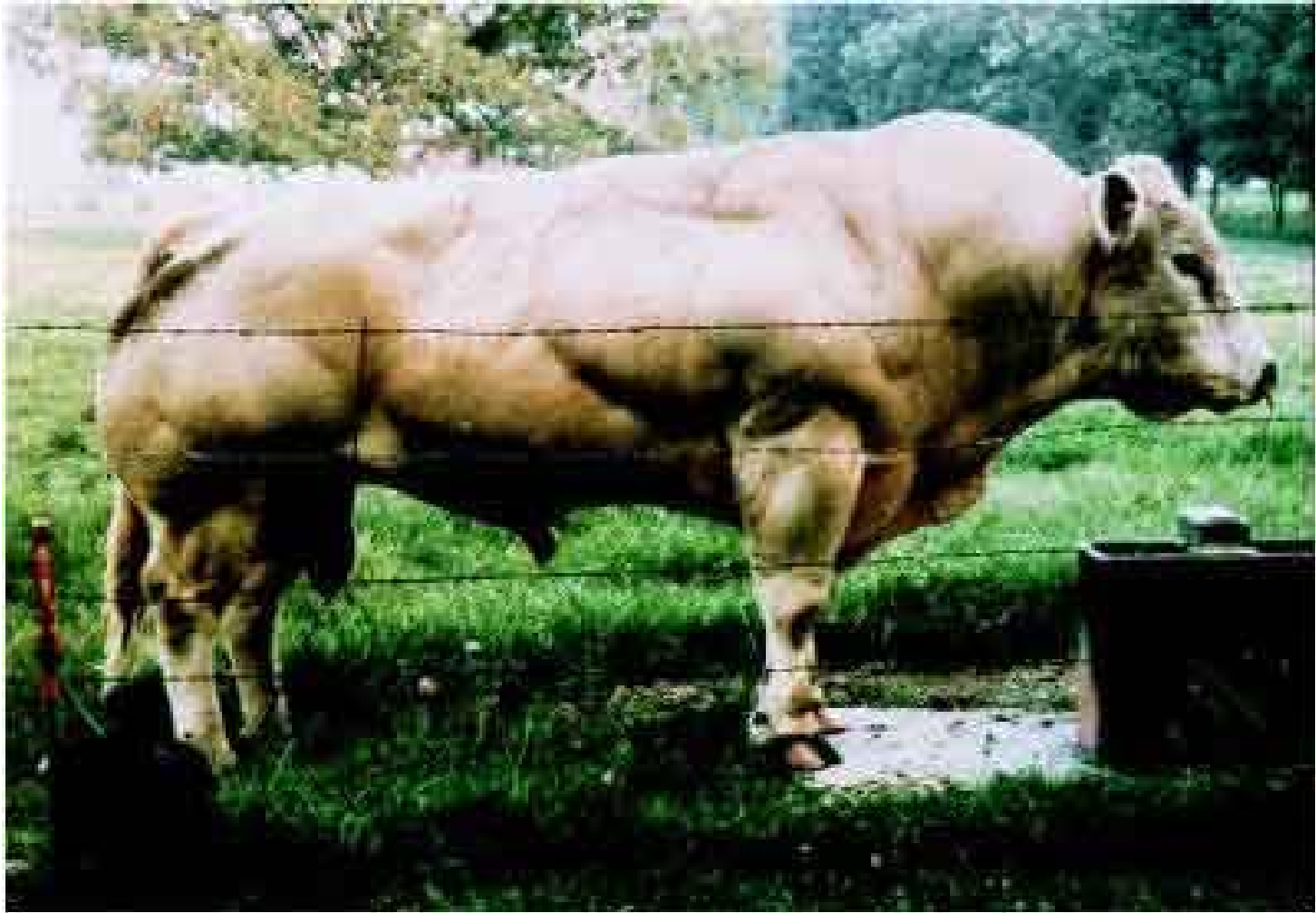
Factores genéticos: influyen sobre la actividad de los mioblastos en la época prenatal y en el metabolismo en general postnatal. Como ejemplos saber ¿Qué son las razas de vacuno ‘culonas’ y a qué se debe esta característica en los individuos que las presentan? ¿Qué son los individuos de la raza ovina Callipyge y a qué se debe esta característica?\*

Factores nutricionales: aporte en la dieta de cantidad suficiente y adecuada componentes esenciales para la síntesis proteica (aminoácidos, vitaminas, minerales, energía).

Factores hormonales. Los compuestos hormonales endógenos o exógenos actúan a nivel de receptores celulares pudiendo interaccionar con el DNA para modificar tanto la síntesis de RNA como el metabolismo o con la permeabilidad de membranas, etc. La testosterona es un factor hormonal con efecto sobre la variable dependiente o propiedad B. Un resumen sobre el mecanismo de actuación del factor sobre dicha propiedad consiste en que la testosterona que circula en sangre se une a receptores específicos de la célula muscular y estimula la transcripción (síntesis de RNA a nivel nuclear) y por lo tanto la capacidad de síntesis proteica neta por núcleo.

Factores físicos: el ejercicio ejerce un efecto trófico sobre el músculo, produciendo una hipertrofia. Esto puede ser debido a cambio el metabolismo muscular o haga que lleguen más

nutrientes. Como ejemplo de un factor físico se puede saber explicar ¿Qué es la memoria muscular? (El caso del brazo roto de un deportista).



A fullblood Belgian Blue bull showing the double muscling phenotype

<http://www.pnas.org/cgi/reprint/94/23/12457.pdf>

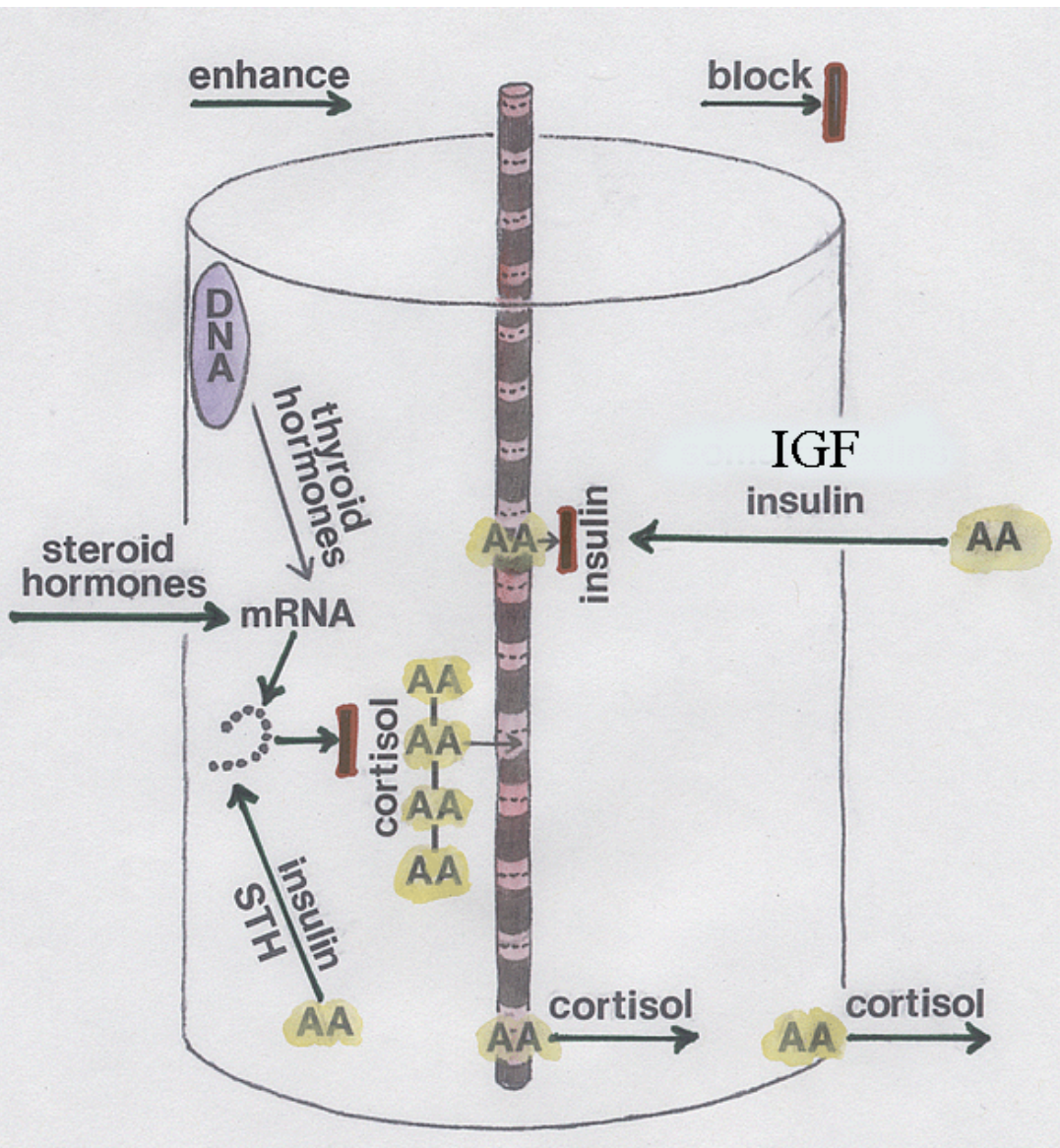


Callipyge (Greek for well-proportioned buttocks).  
Carne más dura: Más calpastatina

# Miofibrila con una sola miofibrilla

Flechas: efecto de incrementar

Barra roja: efecto de bloqueo



Hormonas tiroideas ↑ formación de RNA.

Hormonas esteroides ↑ actividad de RNA.

Insulina y STH ↑ transporte de aminoácidos hacia los ribosomas. Insulina bloquea la proteólisis y la pérdida de proteínas ensambladas. IGF e insulina ↑ incrementa la actividad ribosomal de la síntesis de proteínas.

Cortisol bloquea el ensamblaje de las proteínas (AA-AA-AA-AA etc). Cortisol acelera la pérdida de proteínas ensambladas. . .

IGF Factor de crecimiento insulínico