

The logo for INTA (Instituto Nacional de Tecnología Alimentaria) is located in the top left corner. It consists of the word "INTA" in a bold, red, sans-serif font, positioned above three horizontal blue lines of varying lengths.

# LA FAENA DEL CERDO Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE LA CARNE

CICVyA-INTA



Dr. Jorge J. Casal  
Director Carrera Ingeniería en Alimentos  
Universidad de Morón  
Doctate U.N.L.Z.

Noiembre de 2004

## Que es la calidad del cerdo?

■ Definición desde el punto de vista tecnológico cubre las propiedades inherentes decisivas para el adecuado procesamiento y almacenaje incluyendo la exhibición minorista.

Es una propiedad compleja y multivariada que es influenciada por múltiples factores.

■ Definición desde el punto de vista del consumidor:

A) Aquellas propiedades que afectan la apariencia (por lo tanto la selección)

B) Aquellas propiedades que afectan la satisfacción al comer la carne (por lo tanto la repetición de ventas.

## ATRIBUTOS DE LA CALIDAD TECNOLÓGICA

- ◆ Capacidad de retención de agua
- ◆ Color
- ◆ Contenido de grasa y composición
- ◆ Estabilidad oxidativa
- ◆ Uniformidad

## ATRIBUTOS DE LOS CONSUMIDORES

- Seguridad alimentaria
- Color del magro (buen indicador de calidad)

### SATISFACCION DEL CONSUMIDOR:

Métodos de preparación

Valor Nutricional

◆ Terneza

◆ Jugosidad mínima

◆ Sabor (flavor)

# **FACTORES QUE AFECTAN LAS PROPIEDADES TECNOLÓGICAS**

**Raza**

**Genotipo**

**Alimentación**

**Manejo prematanza**

**Aturdimiento**

**Método de matanza**

**Enfriado**

**Almacenado**

## FACTORES QUE AFECTAN LAS PROPIEDADES DE SATISFACCION DE LOS CONSUMIDORES

### a) PROPIEDADES DE APARIENCIA

COLOR: Frescura

Embalaje

PSS

PSE: Color

Pérdida de agua

Embalaje excesiva pérdida del líquido

### b) PROPIEDADES ORGANOLEPTICAS

Capacidad de retención de agua

Grasa intramuscular cantidad y tipo

Métodos de preparación:

Sobre cocción para controlar triquina 185°F interno)  
produce carne seca y dura y por lo tanto impactable.

### c) SEGURIDAD

Microorganismos en carnes y productos

Residuos

# GENOTIPO

- ☀ **La influencia de la genética sobre la calidad de la carne comprende diferencias entre razas así como diferencias entre animales de una misma raza.**
- ☀ **Hay efectos poligénico causados por un largo número de genes con pequeños efectos que con respecto a la calidad de la carne tienen un fondo multifactorial.**
- ☀ **También hay efectos monogénicos importantes con un solo gen llamado gen mayor.**

## EFFECTOS DE GENES MONOGENICOS EN LA CALIDAD DE LA CARNE PORCINA

Gen de halotano gen del síndrome del estrés porcino

Gen RYR1 (n)

Produce PSE en cerdos sensibles al estrés

Hay 3 genotipos:

(nn), (Nn) y (NN)

(nn) Reaccionan positivamente al test de halotano

(Nn) Los cerdos negativos al halotano, pero que portan el gen de halotano dan carnes de calidad intermedia.

(NN) Cerdos normales.

Murray, Jones & Sather 1989

Zawadski & Johnson 1991

# **RAZAS EN LAS QUE SE DESCRIBIO EL GEN DEL SINDROME DE ESTRÉS PORCINO O GEN DEL HALOTANO**

**Pietran**

**Poland China**

**Y**

**En algunas líneas dentro de la raza  
Landrace**



# **EFFECTO DEL GEN HALOTANO EN LA PERFORMANCE Y EN LA CALIDAD DE LA CARNE**

**En general los cerdos homocigotas y heterocigotas para el gen de halotano tienen:**

- **Mayor rendimiento de canal.**
- **Mayor rendimiento de carne magra**
- **Produce una mayor relación de glucólisis post-mortem**

**El alcanzar un pH bajo al principio del desarrollo del post-mortem en combinación con altas temperaturas induce al desarrollo del PSE en la carne, caracterizado por una alta desnaturalización proteica.**

# EL GEN RN -

- ❏ El gen RN - identificado exclusivamente en la raza Hampshire es asociado con un rendimiento tecnológico reducido.
- ❏ El método de laboratorio para conocer el rendimiento tecnológico se denomina Rendimiento Napole, de aquí proviene el nombre del gen.
- ❏ La mutación causante del gen RN - (R 200Q) es el locus PRKAG3 en el cromosoma 15, el cual codifica una isoforma específica del músculo de la unidad reguladora y de la adenosina monofosfato protein kinasa activada (AMPK) que tiene un papel clave en la regulación del metabolismo energético de las células eucarióticas.

## OTROS ALELOS GEN RN

- Actualmente se identificaron otros alelos del locus PRKAG 3 funcionalmente significativos, ellos son:
  - 199 V 200 R (rn+)
  - 199 V 200 Q (RN -)
  - 199 I 200 R (r\*)

# RAZAS CON ALELOS DEL GEN PRKAG3

**RN -**

**HAMPSHIRE**

**Wild type**

**Landrace**

**r n +**

**Large White**

**Berkshire**

**r n \***

**Duroc**

**Duroc  
Sintético**

## **EFFECTOS DEL ALELO RN -**

- ◆ **Mayor contenido de glucogeno en músculo**
- ◆ **Un pH final bajo**
- ◆ **Reducida capacidad de retención de agua (aprox. 1% más de drip).**
- ◆ **Todos los genotipos en los que el alelo RN - está presente tienen alto contenido de glucogeno y bajo de proteína.**
- ◆ **Rendimiento tecnológico hasta 6% menos.**
- ◆ **Beneficia la terneza (sensorial e instrumental).**

## EFECTOS DE LOS ALELO $n^+$ y $n^*$

- El efecto de los alelos  $n^*$  recuerda al del alelo  $n^+$ .
- Las mediciones con Warner-Bratzler  $RN^-/rn^*$  producen un mayor valor que  $RN^-/n^+$
- Ambos afectan el glucogeno en músculo y el pH a las 24 hs. y el color de la carne.
- El alelo  $n^*$  es asociado con un nivel más bajo de glucogeno, lactato y potencial glucolítico.
- También es asociado con un mayor pH en el jamón y el lomo.

# ALIMENTACION

- **Los cerdos son animales monogástricos y muchos de los componentes son fácilmente transferidos del alimentos al músculo o tejido graso y por consiguiente afectando la calidad de la carne porcina.**
- **Esto es cierto por ejemplo para la composición de la grasa de la dieta, vitaminas y composición mineral, ejemplo de ello es la conocida suplementación con vitamina E y los componentes que producen sabores desagradables (off-flavours) como la harina de pescado.**
- **Además se ha demostrado que los depósitos de glucogeno en el músculo al momento de la faena pueden ser manipulados por medio de la alimentación y de esta forma influenciar el grado de descenso del pH y posiblemente la calidad tecnológica del cerdo.**

## MANIPULACION DE LOS NIVELES DE GLUCOGENO EN EL MUSCULO

- El suministro de altas cantidades de carbohidratos digestibles ha sido ampliamente estudiado con el objetivo de reducir el problema de una inferior calidad de la carne, calidad asociada con un pH 24 hs alto que da lugar al problema de la carne oscura, firme y seca (DFD).
- La condición de DFD es producida por la formación restringida de lactato post-mortem en músculos con bajos niveles de glucógeno y creatinina fosfato al momento de la faena, como consecuencia de un estrés prolongado acompañado de peleas.



**La alimentación con altas concentraciones de carbohidratos digestibles unos días antes de la faena o durante la estada en corrales incrementa el glucógeno en el músculo y esto reduce el pH<sub>24h</sub>.**

**Hay que mencionar que si bien decrece la incidencia de DFD en la carne, es muy posible que incremente la incidencia de PSE con el uso de carbohidratos especialmente para los portadores del gen halotano.**

**Suministrando dietas altas en grasas (aproximadamente 17-18%) y proteínas (22-24%) en combinación con un bajo contenido de carbohidratos (< 5%) durante 3 semanas antes de la faena se ha demostrado que se reduce en contenido de glucógeno en músculo sin reducir**

**Existen discrepancias en el compartimiento entre músculos entre sexos para el glucógeno “post-mortem”.**

**Aunque se conoce la importancia de las reservas de glucógeno al momento de la faena sobre la calidad no se conoce mucho los mecanismos de la regulación fisiológica de los mismos.**

**Recientemente se ha identificado una enzima clave en este metabolismo y también un renovado interés en la existencia de dos formas de glucógeno:**

- **Proglucógeno**
- **Macroglucógeno**

**El Proglucógeno y el Macroglucógeno pueden ser distinguidos en base a su tamaño y el contenido de proteína y por consiguiente por su solubilidad en ácido.**

**Se sabe que el macroglucógeno se incrementa con un alto contenido de glucógeno en el músculo y que la energía dietaria favorece la síntesis post ejercicio de proglucógeno sobre la de macroglucógeno y que el metabolismo de las dos clases depende del tipo de ejercicio.**

**En cerdos el proglucógeno es degradado a macroglucógeno durante los primeros 45 minutos “post-mortem”.**

**Además se encontró que la concentración total de glucógeno y proglucógeno fue más alta en cerdos que mostraron una declinación mayor del pH “post-mortem” y que subsecuentemente desarrollaron carne PSE.**

Cuando las reservas de glucógeno se redujeron mediante manipulación de alimentación la reducción de las reservas se debió a una reducción del macroglucógeno durante el período de alimentación de 3 semanas.

Pero la subsecuente reducción de la glucosis “post-mortem” debida a la reducción del metabolismo del proglucógeno.

Recientemente se encontró que el elevado nivel de glucógeno en cerdos portadores del gen RN- se debe a mayores niveles de reservas de los macroglucógenos.

# **CONTROL DEL ESTRÉS MEDIANTE LA ALIMENTACION**

**Cualquier componente de la alimentación que directa o indirectamente reduce las respuestas al estrés puede reducir los efectos asociados con estrés en la calidad de la carne.**

**La respuesta inmediata a los factores de estrés es la liberación de neurotransmisores en el cerebro, que estimulan el sistema nervioso central y libera las hormonas del estrés en la corriente sanguínea y que puede estimular el metabolismo muscular negativamente en relación a la calidad.**



**Los resultados de un número de estudios muestran que la suplementación por un período corto de supra niveles de algunos nutrientes pueden reducir los efectos del estrés mejorando la CRA y el color del cerdo.**

**Estos nutrientes incluyen el magnesio, triptofano y la vitamina C.**

**El magnesio parece contraactuar a los efectos de las catecolaminas en situaciones de estrés. El efecto primario parece ser una reducción de la estimulación neuronal debido a su antagonismo con el calcio.**

**Esto parece ser cierto para cortos períodos o largos períodos de suplementación.**

**La concentración de serotonina, un neurotransmisor derivado del triptofano, está reducida en los cerdos que muestran un cierto grado de estrés.**

**Por lo tanto un incremento de la ingesta dietaria de triptofano tiende a incrementar la serotonina cerebral.**

**Se ha encontrado que esta suplementación puede disminuir la agresividad prematanza en cerdos así como una reducción de la incidencia de canales PSE.**

# CREATININA

**En base a los resultados obtenidos en los humanos se estudió la suplementación de monohidrato de creatinina los que mostraron un incremento de la creatinina muscular del 20% aumentando la masa magra del cuerpo y la retención de agua.**

**También se sugirió que la suplementación con creatinina aumenta los depósitos musculares de energía como la fosfocreatinina. En los cerdos este efecto sobre los depósitos de energía deberá demorar el metabolismo del glucógeno “post-mortem” y demorar la disminución del pH.**

# AYUNO

**En muchas naciones es una práctica común el ayuno de 12 a 15 hs. Para reducir el riesgo de contaminación microbiana cruzada durante la matanza. (Argentina no menos de 12 hs. y máximo 24 hs.)**

**Además se conoce que los cerdos no deben ser alimentados inmediatamente antes del transporte porque los cerdos con los intestinos llenos son proclives a tener una alta mortalidad durante el transporte.**

**El ayuno ha sido estudiado como una manera de reducir el glucógeno en cerdos al momento de la matanza para incrementar el pH<sub>24</sub> y por lo tanto aumentar la CRA y el color.**

**Se necesitan más de 24 hs. de ayuno para observar alguna diferencia significativa en la calidad de la carne.**

**Ese largo tiempo en corrales tiene otros problemas relacionados con el bienestar animal debido al ayuno y a las peleas entre los grupos de cerdos de distintos orígenes. Por otra parte este tiempo produce un menor rendimiento de la canal.**

# MANEJO PREMATANZA

- El manejo prematanza incluye la mezcla de animales extraños, carga, transporte y corrales del frigorífico.
- Estas prácticas pueden inducir estrés psicológico y físico.
- El estrés prematanza es tanto un asunto de bienestar como un asunto de calidad, dado que se ha determinado que estrés prematanza puede afectar la calidad.

- El estrés prematanza puede dividirse en:
  - **Estrés de largo término** (manejo en el criadero, mezcla, carga y transporte).
  - **Estrés de corto término** (corrales y conducción hasta el insensibilizador).

Estos dos tipos de estrés no deben considerarse como dos cosas separadas aunque el primero conduce a la condición de carne DFD y el segundo es asociado con el PSE.



**Un pobre manejo en el criadero incrementa la susceptibilidad al estrés prefaena.**

**Un mal manejo resulta en un valor significativamente menor de las reservas de glucógeno del músculo en el “post-mortem” inicial y un menor Ph24h así como una mayor incidencia de PSE.**

La mezcla de animales extraños debe ser evitada durante el manejo prematanza porque es fuente de pelea por un nuevo orden de dominancia.

Además de los cerdos que han peleado muestran una disminución de las reservas de glucógeno muscular y consecuentemente un pH final alto.

Las condiciones de los corrales de crianza es muy importante al momento del manejo prematanza la diferencia de espacio es importante en el futuro estrés prematanza.

**Es generalmente aceptado que la carga en el criadero y la descarga en el frigorífico son las partes más estresantes del transporte.**

**Durante el transporte la calidad del vehículo, la ventilación, las densidades de cargas y las distancias del viaje son factores de importancia para el nivel del estrés.**

**El tiempo de estadío en los corrales de los frigoríficos afecta al nivel de estrés en cerdos. El tiempo óptimo parece ser de 2 o 4 horas. Si se extiende la permanencia aumenta la proporción de daños de la piel y aumenta la aparición de DFD. En cambio la faena inmediatamente del arribo aumenta PSE.**

**Un corto período de estrés inmediatamente antes de la insensibilización resulta en un pH más bajo y en temperaturas más alto al comienzo del “post-mortem”.**

**Según diversos autores el estrés prefaena reduce al pH en el músculo mientras el cerdo está vivo.**

**El desfavorable pH y las condiciones de temperatura encontrados en animales estresados generalmente dan como resultado una CRA inferior. Esto indica que aún en cerdos libres del gen de Halotano el pH al comienzo del “post-mortem” y la temperatura son de suma importancia para la cantidad de drip.**

**El pH24 hs alto observado en cerdos estresados prematanza es consecuencia probablemente de los bajos niveles de fosfato de creatinina al momento de la insensibilización.**

**Un bajo valor de fosfato creatinina resulta en un metabolismo aumentado del glucógeno durante la insensibilización debido a las reducidas cantidades de ATP comparado con las de los cerdos no estresados.**

**El análisis de estos mecanismos indican que el pH 24h es un indicador pobre de la CRA en poblaciones libres de genes de halotano y RN-. El color y la estabilidad del color son afectadas negativamente por un corto período de estrés prematanza.**

Un sistema de bajo estrés para el manejo prematanza y en el último minuto previo a la insensibilización ha sido desarrollado por Barton & Grade. En este sistema los cerdos son mantenidos en grupos de 15 en los corrales. Antes de la insensibilización son divididos en tres grupos de cinco cerdos para la insensibilización por CO<sub>2</sub>.

La reducción de estrés prematanza da como resultado una menor temperatura en la canal inmediatamente de la matanza que tiene un efecto positivo sobre la CRA.

# INSENSIBILIZACION

Las normas de bienestar animal establecen el requisito que todos los animales faenados sean insensibilizados instantáneamente y que permanezca en ese estado hasta que haya una completa pérdida de respuesta del cerebro debido a la exsanguinación.

Por otro lado la industria considera la cantidad de carne y la presencia de hemorragias cuando evalúa las ventajas y desventajas de los diferentes métodos de insensibilización.

**En general los músculos de los cerdos insensibilizados mediante una descarga eléctrica tiene una declinación más rápida del pH durante el principio del “post-mortem” y un valor de CRA inferior cuando los comparamos con carne provenientes de cerdos insensibilizados con CO<sub>2</sub>, mientras que en el pH<sub>24h</sub> no presenta diferencias.**

**Esto indica que la insensibilización eléctrica comparada con la producida con CO<sub>2</sub> conduce a un estrés fisiológico más serio y en el cerdo incrementa la velocidad “post-mortem” del metabolismo energético debido a un incremento de la actividad muscular y a una liberación elevada de catecolamina en la sangre.**



**Otra ventaja de la insensibilización con CO<sub>2</sub> es que la incidencia de pequeñas hemorragias sanguíneas es menor para ese método comparado con la descarga eléctrica.**

**A pesar de los muchos esfuerzos realizados para determinar el mejor método de insensibilización desde el punto de vista ético es todavía materia de disputa.**

**Un reciente trabajo que estudió el metabolismo energético “post-mortem” mediante espectroscopia <sup>31</sup>P NMP mostró que el uso de CO<sub>2</sub>, descarga eléctrica y pistola de bala cautiva están todos asociados con la introducción de un mayor estrés fisiológico en diferentes niveles cuando se los comparaba con anestesia.**

**La búsqueda de un método de insensibilización que reduzca el estrés fisiológico a niveles similares a los de la anestesia es un deber para el futuro.**

# REFRIGERACION

- La velocidad de refrigeración influencia la calidad dependiendo de la historia del pH y la temperatura del músculo.
- Se ha demostrado que el uso de nitrógeno líquido prevenía la formación de PSE y no se encontraron diferencias en el pH 24h.
- Posteriormente se encontró que aire frío acelerado forzado mejoraba la CRA y fue confirmado en muchos trabajos.
- Otros autores no encuentran diferencias en la aceleración desaceleración aire frío sobre la CRA aunque algunos encontraron mejoras en el color.

Un problema que puede surgir al aumentar la velocidad del aire frío es el “cold shortening” si la temperatura disminuye muy rápidamente, mientras que el nivel de energía en el músculo es alto.

Se encontró que el largo del sarcomero se podía correlacionar con CRA.

En muchos estudios la presencia del gen halotano en la población podría explicar la no variación de la CRA.

Ultimamente se demostró que un enfriado acelerado predominantemente reduce la prevalencia de PSE en carnes de portadores del gen halotano.

El efecto de la refrigeración en la CRA puede ser explicado por efecto directo de la temperatura en el metabolismo energético o por el efecto de la temperatura en la movilidad y la distribución del agua en el músculo.

La disminución del pH “post-mortem” puede asignarse casi exclusivamente a la dependencia del pH con la temperatura.

# ESTIMULACION ELECTRICA

- ❖ La estimulación se utiliza principalmente para acelerar el metabolismo “post-mortem” en el músculo y evitar así el “cold shortening” mejorando la terneza.
- ❖ Esto se cumple en cerdos pero se encontró que EE aceleraba la velocidad de caída del pH resultando un incremento de la condición de PSE en la carne.
- ❖ En contraste la EE a los 20 minutos “post-mortem” en combinación con la refrigeración acelerada se demostró no afectada la CRA usandoo tanto alto como bajo voltaje.

# SUSPENSION PELVIANA

- ❖ **La suspensión de la canal del hueso (pelvis) antes de establecerse el “rigor mortis” resulta en la extensión de algunos músculos del cuarto trasero comparado con la suspensión del tendón de Aquiles.**
- ❖ **La suspensión pelviana de canales de cerdos mostró que los músculos extendidos tienen un sarcomero más largo y son más un tiernos y tienen una mejor CRA.**
- ❖ **Así como un drip reducido que probablemente se deba al mayor largo del sarcomero en los músculos extendidos.**
- ❖ **En adicción los rendimientos de toma de solución de cura y retención fueron mayores en esos músculos después de la suspensión pélvica.**



## La Faena del Cerdo y su influencia en la calidad de la carne

**Dr. Jorge J. CASAL**

**FIN**