

**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y**  
**AGROPECUARIAS**

**DIVISION DE CIENCIAS VETERINARIAS**

**MAESTRIA EN CIENCIAS DE LA NUTRICION ANIMAL.**



**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CLASIFICACION DE CANALES**  
**DE CERDO PARA EL ESTADO DE JALISCO**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS**

**PRESENTA**

**MVZ SALVADOR MIRELES FLORES**

**DIRECTOR DE TESIS**

**M. en C. GERARDO SALAZAR GUTIERREZ**

**ASESOR**

**DR. RICARDO NUÑO ROMERO**

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA



## CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS DIVISIÓN DE CIENCIAS VETERINARIAS COORDINACIÓN DE POSGRADO

COORDINACIÓN DE POSGRADO DE LA  
DIVISIÓN DE CIENCIAS VETERINARIAS  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
PRESENTE.

Por éste conducto nos permitimos enviar la VERSION FINAL DE LA TESIS que desarrolló el pasante de Maestría en Ciencias de la Nutrición Animal de la Universidad de Guadalajara, MVZ Salvador Mireles Flores cuyo título es:

**"PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CLASIFICACION DE CANALES DE CERDOS PARA EL ESTADO DE JALISCO".**

Trabajo dirigido por: M. en C. Gerardo Salazar Gutiérrez.

Los que suscriben la presente avalan esta versión, la cual fue revisada y reúne los requisitos teóricos y metodológicos necesarios.

ATENTAMENTE

Las Agujas, Nextipac, Zapopan, Jal. a 25 de Febrero del 2003

REVISOR

DR. JUAN DE JESUS TAYLOR PRECIADO

REVISOR

DR. EFRAIN PEREZ TORRES

REVISOR

M. EN C. GERARDO SIMON ESTRADA MICHEL

REVISOR

M. EN C. JORGE HERNANDEZ GOBORA

REVISOR

M. EN C. ALBERTO CASILLAS BENITEZ

**Agradecimientos :**

**A Dios,** por permitirme llegar a este momento.

**A Mi Madre Ma. de Jesús Flores Gutiérrez +** por todos sus sacrificios en bien de mi formación y a quien le debo todo cuanto soy.

**A Mi Esposa Maricela,** por su ayuda y comprensión.

**A Mi Hijo Missael Salvador,** quien ha sido un gran estímulo para mis logros.

**A Mi Director MC Gerardo Salazar Gutiérrez,** por darme la oportunidad de enriquecer mis conocimientos.

**A Mi Asesor Dr. Ricardo Nuño Romero,** por su gran ayuda desinteresada.

**Al L.A.E. Alberto de Alba Valle,** propietario de la Planta TIF 238, Granja El Rincón S. de P. R. de R. L., quien brindó todas las facilidades para la realización de este trabajo.

**A los pasantes de MVZ: Gilberto Navarro Dueñas y Juan Antonio Valdivia Solorio,** quienes fueron parte fundamental para este proyecto.

**A la Universidad de Guadalajara,** por darme una formación profesional.

## CONTENIDO

RESUMEN.....	i
INTRODUCCIÓN.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
JUSTIFICACIÓN.....	15
HIPÓTESIS.....	16
OBJETIVOS.....	17
MATERIAL Y METODO.....	18
RESULTADOS.....	24
DISCUSIÓN.....	37
CONCLUSIONES.....	40
BIBLIOGRAFÍA.....	41
ANEXOS.....	45

## RESUMEN

Ante la necesidad de mejorar la producción porcícola es necesario establecer un criterio de evaluación para las canales de cerdo en el Estado de Jalisco, que sea objetivo y eficiente, debido a la importancia que representa esta actividad, se propone este sistema de clasificación de canales de cerdo para el estado. Se analizaron 467 cerdos evaluados al sacrificio realizando las mediciones en la canal en lo referente a parámetros de calidad de la canal y de rendimiento en cortes primarios. Los resultados obtenidos mostraron una significancia considerable sobre el porcentaje de cortes primarios dependiente del peso de la canal. Este trabajo se inició considerando las zonas porcícolas más representativas para el estado. Para el análisis estadístico se construyó un modelo de regresión lineal simple para estimar el peso de los cortes primarios (variable dependiente) en función de peso de canal o grasa dorsal, como variables independientes. El sistema aquí propuesto se deriva de la cuantificación de los cinco cortes primarios de la canal, los cuales son obtenidos mediante el despiece aplicando la ecuación para obtener el rendimiento en cortes magros:  **$Cortes(kg.) = 4.351 + 0.510 \times PCC + 0.279 \times PGD + 0.046 \times PCH$**  ( $r^2=0.896$ ). Obteniendo un coeficiente de correlación superior al 86%, que al incluir el área del ojo de la chuleta alcanzó una correlación de 95%. Aunque existe el inconveniente que para esta medición es necesario utilizar aparato electrónico. Para la caracterización de las canales evaluadas se consideró el origen de los animales. Se implementó el uso de un dispositivo electrónico (Anitech PG-100) que permitió predecir el rendimiento de los cortes primarios en porcentaje del peso de la canal en caliente, profundidad de la grasa dorsal, así como el área del ojo de la chuleta entre la 10ª. Y 11ª. Costilla, por consecuencia esto permitió establecer los criterios que determinen la creación de una norma para clasificación y pago diferencial de los cerdos para abasto, dando origen a la propuesta de estímulos y penalizaciones para el pago diferencial por rendimiento de canal calculada en cerdos en pie. Considerando que esto representa una herramienta útil para valorar la eficiencia en la producción de canales de cerdo y además promueva la obtención de un producto de mayor calidad, por que al tener conocimiento de las particularidades de la canal de los cerdos que se envían al rastro, el productor se dará cuenta en que características necesita poner mayor cuidado, para producir mejores animales.

## INTRODUCCIÓN

Desde hace más de veinte años Jalisco se encuentra ubicado dentro de los tres primeros lugares por su considerable producción porcícola a nivel nacional, reconociéndose cuatro zonas especializadas porcícolas: zona altos norte, zona altos sur, zona sur y zona centro en donde se concentra más del 75% de la producción estatal, actividad que se encuentra diferenciada por el grado de tecnificación: Rural o traspatio y por otro lado semitecnificada o tecnificada, considerando que en los últimos diez años ha sobresalido el número de granjas tecnificadas y semitecnificadas representando más del 75% de la producción estatal, esto ha repercutido en el mejoramiento de la calidad del alimento y de los sistemas de alimentación que son avances comúnmente empleados en las granjas tecnificadas del estado y en lo que respecta al mejoramiento genético se ha constatado el interés que tiene el productor por mejorar cada día más la calidad de los cerdos.

La porcicultura en el Estado de Jalisco como actividad tendiente a la alta tecnificación, se integra en sus distintas etapas de acuerdo al desarrollo biológico de los animales, incluyendo la producción de alimentos balanceados de buena calidad, administrando raciones específicas a cada etapa, mejorando considerablemente la genética y el buen manejo de las explotaciones considerando que actualmente la producción del cerdo está dictada por la eficiencia y productividad, conceptos que se han logrado elevar de manera continua en un contexto de presión económica, no solo regional o nacional, sino también internacional como consecuencia de la apertura del Tratado de Libre Comercio con América del Norte (TLCAN) (42).

Las posibilidades de participar en mercados exteriores permiten una mejor opción económica para las empresas productoras, pero al mismo tiempo se crea la demanda de animales de mejor calidad para poder competir en dichos mercados. El desarrollo de un sistema para el Estado de Jalisco que permita evaluar en forma objetiva las canales de los cerdos de abasto permitirá a la industria porcina local progresar y evolucionar hacia un cerdo de abasto más magro, logrando un diferencial de precio lo suficientemente atractivo para que se produzca más carne y menos grasa, competitivo en cualquier mercado (41).

Se estima que un 80% de cerdos son sacrificados bien sea en las plantas de sacrificio locales ( TIF y municipales ) y comercializados regionalmente, de acuerdo a los sistemas de comercialización vigentes (43).

La carne de cerdo es un producto de demanda dinámica a nivel mundial. El comercio internacional de productos derivados del cerdo se ha incrementado significativamente en los últimos años. Como resultado de acuerdos comerciales bilaterales y multilaterales, incremento en el ingreso, innovaciones tecnológicas en el transporte y prolongación de la vida de anaquel, las exportaciones mundiales de productos porcinos mostraron una tasa media de crecimiento anual de 5% durante el periodo 1991-1998. Derivado de esta situación, los cambios que enfrenta el país en materia económica, hacen necesario que en todas las áreas productivas se mejore la calidad y la productividad mediante estímulos a los productores más eficientes, de manera que la industria nacional pueda ser competitiva con la extranjera. Dado que la porcicultura no es la excepción y a los productores más eficientes en cuanto a producto final deberán ser estimulados con mejores precios. Esto es, aquellos que producen cerdos que dan mayor cantidad de cortes comerciales, que contengan mas tejido magro, y menos grasa. Marcando así un sistema de pago diferencial (11).

En México la producción de carne de cerdo ha evolucionado en forma muy dinámica en los últimos siete años debido a la entrada en vigor del (TLCAN), por lo que las posibilidades de participar en mercados exteriores permiten una mejor opción para el sector porcicola, pero al mismo tiempo se crea la demanda de cerdos de mejor calidad para poder competir en dichos mercados. En los países desarrollados con una producción de cerdos considerable, los sistemas de clasificación basados en predicción del rendimiento magro, se vienen aplicando desde hace varios años, y esta predicción se ha desarrollado a partir de estudios que correlacionan las mediciones de grasa dorsal y superficie o diámetro de la chuleta, con la producción de tejido magro a través de la disección del animal (43).

Sin embargo las predicciones basadas en el rendimiento magro, requieren estudios muy costosos, ya que para el proceso de disección del tejido magro, se necesita personal muy capacitado y mucho tiempo para trabajar una canal, además los sistemas de corte y el valor

de los cortes varían mucho entre regiones y países, por lo que resulta más adecuado, para sistemas regionales de evaluación por rendimiento de cortes, el estudio de sus relaciones con mediciones sencillas sobre la canal o el animal vivo (13).

Por otro lado, en algunos trabajos se ha encontrado una asociación importante entre medidas de profundidad de la grasa dorsal y la cantidad de tejidos magros en la canal, como lo establece la NMX-FF-081-1993-SCFI, que puede ser medida mediante equipo tan simple como una regla, en donde se establece que la profundidad de la grasa dorsal puede ser usada como predictor del contenido magro en la canal. Sin embargo estas relaciones varían entre razas, sistemas de alimentación y zonas climáticas, por lo que su utilidad es limitada fuera de las regiones y de las razas en las que se desarrollaron los estudios, por lo que el desarrollo de un sistema de clasificación de esta naturaleza, para la región considerada como la principal productora de cerdos en el país, deberá traer como consecuencia un mayor interés del productor para mejorar el tipo de animal que envía al mercado. Es necesario aclarar que cualquier sistema deberá actualizarse con frecuencia debido a los cambios en cuanto a calidad y rendimiento que se registran con el paso del tiempo por el avance genético, de las prácticas de alimentación y del manejo en general de los cerdos para aumentar la calidad de la canal, advirtiéndose que este avance será acelerado debido a un mercado más exigente cada día (11 y 27).

Como resultado de la proximidad geográfica y de la política de apertura comercial el sector porcino está estrechamente ligado al mercado internacional y a su contraparte norteamericana, de tal forma que en años recientes el comercio de productos porcinos entre México y los EE.UU. se ha incrementado notablemente, y desde que el (TLCAN) fue instrumentado, su impacto sobre el sector porcino mexicano ha sido motivo constante de preocupación para los diversos sectores involucrados (40).

Como ejemplo está el cambio en la producción de cerdos en España como resultado del ingreso a la comunidad económica europea; en 1987 el porcentaje magro de la canal, se estimó en 49.9% y la profundidad de grasa dorsal en 1.72 cm, mientras que en 1990 fue de 53.8% y de 1.68 cm, respectivamente. Un cambio de esta magnitud implicaría cambio en

las ponderaciones de las ecuaciones propuestas para la estimación del contenido magro, de otra manera se estimarían con cierto sesgo los rendimientos verdaderos de cortes primarios y se caería en ineficiencia y en un sistema injusto de estímulos y penalizaciones (14).

En la península de Yucatán, el rastro keken, maneja un sistema objetivo, en donde los cerdos en pie se clasificaban en seis categorías de acuerdo con su rendimiento magro, asignándoles un valor arbitrario de acuerdo con la lectura de un dispositivo electrónico (Anitech PG-100), que proporciona la lectura del espesor de la grasa dorsal y el diámetro de la chuleta, a la altura de la décima vértebra torácica. Esto mediante un sensor óptico conectado a una computadora. Las categorías manejadas eran: AAA seleccionado, AAA normal, AA seleccionado, AA normal, estándar y hornos. Sin embargo la ecuación que manejaba el aparato se diseñó en Canadá con base en el rendimiento magro y con genotipos y ambientes muy diferentes a los regionales, por lo que la predicción no tenía la precisión adecuada (42).

Por todo lo anterior es necesario el poder desarrollar un sistema que permita la evaluación de las canales de los cerdos para abasto o incluso una forma de predecir el rendimiento del cerdo en pie. Por otro lado el procesamiento de los productos del cerdo y la cadena de comercialización, requieren de esquemas objetivos de evaluación y seguimiento de los rendimientos y su valor económico. Es obvio que la condición sanitaria también es importante, ya que en términos de exportación, se puede ver limitada por la presencia de enfermedades infecciosas que sean objeto de cuarentena en otros países. Los sistemas de clasificación pueden basarse en la predicción del contenido magro o en el contenido de cortes primarios de acuerdo a la tradición y cultura de cada región o país (43).

#### **Influencia genética en la calidad de la carne de cerdo.**

Es muy complicado poder llevar a cabo un debate sobre la calidad de la carne de cerdo debido a dos factores. En primer lugar, hay diferentes componentes dentro de la calidad, muchos de los cuales no están claramente definidos y es difícil medirlos de forma objetiva. Además, la genética y la nutrición son solo dos de los muchos factores que están fuera de control de los productores, estos factores afectan la calidad final de la carne de puerco. Sin

embargo, ambas, la genética y la nutrición, pueden tener una influencia significativa tanto positiva como negativa en la calidad de la carne de cerdo, y el primer paso para desarrollar programas de producción que optimicen la calidad de la carne de cerdo, es entender estos impactos. Ha habido varios intentos por definir la calidad de la carne, siendo tal vez más conocido el de Hoffman, quien sugirió que la calidad de la carne puede considerarse en términos de factores tecnológicos, valor nutritivo e higiénico y aspectos toxicológicos o relativos a la seguridad en los alimentos. Esta revisión está enfocada a la capacidad de retención de líquidos, un factor importante que afecta el rendimiento en el procesamiento y la rentabilidad del producto, el color de la carne de cerdo y la gustosidad (palatabilidad), factores que influyen de manera importante en la decisión del consumidor para aceptar la carne (21).

#### **Variaciones entre razas y líneas genéticas.**

Uno de los métodos más fáciles y rápidos para mejorar pie de cría, es importar una raza o línea genética con características deseadas, ya que ha habido un gran interés de los porcicultores en los diferentes aspectos de calidad entre las razas. Una de las que ha recibido considerable atención en este aspecto es la Duroc. Esta raza tiene un buen número de atributos positivos durante la producción, incluyendo una mejor conversión alimenticia, crecimiento rápido y robustez, y ha sido ampliamente usada como progenitora paterna de razas comerciales. Además de esto, el Duroc tiene un mayor contenido de grasa intramuscular (GIM), en comparación con otras razas y hay evidencias de una relación positiva entre la GIM y la cantidad comestible. Estudios recientes en Norteamérica y Europa han confirmado las ventajas del Duroc en comparación con otras razas y líneas. El Consejo Nacional de Productores de Carne de Cerdo (NPPC), llevó a cabo dos estudios comparativos, uno que comprende animales de raza Duroc, y el otro con líneas de machos progenitores terminales, dichos resultados ilustran los altos índices de crecimiento y los niveles de GIM del Duroc. Las diferencias entre las razas y líneas en cantidad comestible y rendimiento de cortes, fueron sin embargo, modestas y no siempre favorecieron a los Duroc (34).

Se ha propuesto un modelo límite para asociar GIM con la calidad comestible, siendo el nivel mínimo propuesto para una óptima calidad comestible de entre un 2 y un 3% de GIM.

Una posible explicación para las diferencias relativamente pequeñas en la calidad comestible entre el Duroc y otras razas en los estudios de la NPPC, es que todas las razas investigadas tuvieron niveles de GIM cercanos o superiores al límite mínimo propuesto (3 y 12).

Las comparaciones en las líneas genéticas en el estudio de la (NPPC), enfocaron su atención en el Berkshire, ya que esta raza produce la mejor calidad comestible de todos los evaluados. Los Berkshire se usan en programas donde se buscan productos de "alta calidad" para mercados específicos, incluyendo la exportación a Japón. Sin embargo, en los Berkshire, el desempeño del crecimiento y particularmente la carne magra en canal son relativamente bajos, y por lo tanto, los costos de producción del Berkshire son relativamente altos. Esto ilustra el dilema que enfrenta la industria porcina en términos comerciales entre el crecimiento y las características de canal del animal y por lo tanto, los costos de producción y atributos de calidad (33).

#### **Algunos genes individuales asociados con calidad.**

Aun cuando probablemente hay una gran cantidad de genes individuales que afectan la calidad de la carne de cerdo, actualmente se han identificado sólo dos que afectan en gran medida la calidad, los cuales son el halotano y el rendement Napole (RN), de manera interesante, ambos genes ejercen su influencia a través de los efectos de la glucólisis post-mortem y consecuentemente la disminución del pH después del sacrificio. El gen halotano puede producir una rápida caída en el pH, inmediatamente post-mortem cuando la temperatura del músculo aún es alta, dando esta combinación como resultado la condición pálido, suave, exudativa (EPS). El gen Rendement Napole (RN), demuestra que la pérdida del pH es más extensa, resultando en un pH final ácido, esto es en la condición conocida como carne ácida (3).

#### **El Gen Halotano.**

Se le llama halotano por que los animales homocigóticos en la forma recesiva del gen muestran una respuesta particular cuando son expuestos a los anestésicos de gas halotano, la cual se caracteriza por causar rigidez de los músculos e hipertermia. El interés por el gen halotano se debe a que influencia todos los aspectos de la producción y la calidad de carne

tanto con efectos benéficos como perniciosos. Los beneficios y desventajas de producir una progenie portadora de halotano pueden ilustrarse con los resultados de un estudio recientemente conducido por la Universidad de Illinois. En este experimento, se cruzó una línea de halotano con una hembra de línea negativa, presentándose ambos genotipos en la progenie dentro de la misma camada, tanto portadores de halotano como negativos. Esto permite analizar los efectos del gen en comparación con los mismos antecedentes genéticos. Los portadores del halotano tienen una gran cantidad de ventajas en comparación con animales negativos, incluyendo una mejor eficiencia en la alimentación y mayor contenido de carne magra. Sin embargo estos presentan menor color muscular y menor capacidad de retención de líquidos lo que disminuye cualquier ventaja en el crecimiento y en la canal. De manera muy interesante, la calidad comestible de los portadores y los animales negativos en este estudio fue similar. Sin embargo, otros estudios han mostrado efectos negativos en la gustosidad del gen halotano, las ventajas y desventajas económicas del gen halotano, se equilibran de tal forma que los efectos netos sobre la economía de la producción de carne de cerdo sean mínimos. Además, debido al aumento en la importancia de calidad de la carne de cerdo, algunas empresas y criadores han decidido eliminar este gen de sus programas (4 y 24).

### **El Gen Rendement Napole.**

Otro gen individual que ha mostrado que afecta la calidad de la carne es el Rendement Napole (RN), al cual también se le conoce como el Gen Napole de la Carne ácida o el efecto Hampshire, debido a que sus efectos únicamente se han observado en animales de pura raza y cerdos con cruza Hampshire, o en líneas comerciales con ancestros Hampshire. Históricamente, las comparaciones entre las razas que implican al Hampshire, generalmente han mostrado bajos niveles de pH post-mortem en comparación con otras razas, más recientemente, una comparación entre líneas y razas terminales conducida por la (NPPC) también mostró este fenómeno en poblaciones de Hampshire en los Estados Unidos, trabajaron con una población de Hampshire en Francia, siendo los primeros en demostrar que el pH final bajo o carne ácida es el resultado de niveles elevados de glucógeno y niveles glucolíticos potenciales en el músculo. El potencial glucolítico (PG), es el índice del

potencial que tiene el músculo para la glucólisis y se calcula a partir de las concentraciones de glucógeno, glucosa-6-fosfato, glucosa, y lactato en el músculo( 29, 34 y 38).

El PG de los Hampshire es elevado en comparación con otras razas, resultando en una extensa disminución del pH post mortem, lo que produce un pH final anormalmente bajo, motivo por el cual se le llama condición de carne ácida. En estos niveles bajos de pH, el músculo se aproxima a su punto isoelectrico en el cual no hay cargas eléctricas en las proteínas de los músculos y consecuentemente la capacidad de retención de líquidos se ve dramáticamente reducida. Las evidencias sugieren que los niveles altos de PG son el resultado de genes individuales dominantes. Al alelo dominante que produce la condición de carne ácida, se le denomina RN y al alelo recesivo se le denomina  $m^+$ .

El efecto neto del alelo RN es incrementar las pérdidas por medio del goteo y purga durante la cocción, lo que reduce el rendimiento de encurtidos y procesamiento. Además el color es generalmente más pálido por el alto contenido de PG en comparación con los animales de PG bajo. Sin embargo, el alelo RN también tiene efectos positivos sobre la calidad, con diversos estudios que muestran reducción en el esfuerzo cortante y aumento en la suavidad y jugosidad en animales con alto PG (genotipos  $RN^+ RN^-$  o  $RN^- m^+$ ), en comparación con los cerdos de PG bajo (genotipo  $m^+ m$ ). Los animales con PG alto también parecen tener pequeñas ventajas en la tasa de crecimiento, grosor de la grasa dorsal, el área del lomo y el contenido magro de la canal en comparación con los cerdos con bajo PG. De esa forma, el gen RN tiene tanto efectos positivos como negativos, con la enorme ventaja comparativa de estar entre los que tienen una mejor capacidad de retener líquidos y una mejor calidad comestible. En la práctica, podría explotarse este gen en situaciones en donde se desee un producto de alta calidad, pero sería eliminado en poblaciones en donde la carne se usa principalmente para embutidos y alimentos procesados.

Se estima que la frecuencia del gen dominante ( $RN^-$ ), el cual generalmente se ha producido en poblaciones europeas, ha sido alto (entre 0.5 y 0.7 unidades), un estudio reciente con muestras de cerdos reproductores estadounidenses Hampshire, produjo una frecuencia estimada del alelo  $RN^-$  de 0.64 unidades (30), el cual entra dentro del rango encontrado en las poblaciones europeas.

Debido a que éste es un gen dominante, el alelo  $RN^-$  puede eliminarse usando únicamente animales recesivos homocigóticos ( $m^+m^-$ ), como animales reproductores de reemplazo.

Sin embargo, el único método disponible en la actualidad para identificar estos animales, es el potencial glucolítico, determinado por medio de una biopsia de tejido muscular tomado de animales vivos. Varios grupos de investigadores están tratando de identificar el gen específico involucrado y tarde o temprano desarrollar una prueba basada en el ADN para clasificar los animales genotípicamente. Se ha reportado que el gen RN ha sido localizado en un área del cromosoma 15 y una serie de marcadores ligados al locus del RN, pero a la fecha no se ha localizado el gen específico (26).

### **Relación entre calidad del cerdo y la carne magra de la canal.**

La industria porcina ha tenido un gran éxito en reducir los niveles de grasa dorsal y en aumentar el contenido de carne magra de la canal. Por ejemplo, en el Reino Unido el promedio del grosor de la grasa dorsal, se ha reducido a la mitad en los últimos 20 años, siendo una reducción de más de 20 mm a los niveles actuales de aproximadamente 11 mm. Se han observado tendencias similares en otros países aunque el alcance de la disminución ha sido, con frecuencia, menos extrema. Las mejoras en la carne magra de la canal se han logrado a través de la combinación de selección genética y mejor nutrición (32).

Los programas para reducir los niveles de grasa en la canal han tenido tanto éxito, que frecuentemente uno se hace esta pregunta: "son los cerdos demasiado magros?", y dentro del sector de la carne existe la preocupación de si la carne de cerdos magros es de menor calidad, particularmente en términos de los atributos de la gustosidad. Los niveles de GIM disminuyen con el incremento en grado de magreza de la carne y puede ser menor en las canales con mayores rendimientos de magreza (menos de 1%), existiendo una creencia generalizada de que la calidad comestible y la GIM se encuentran relacionadas positivamente( 32).

¿Qué evidencia existe de que la calidad comestible está negativamente relacionada con el grado de magreza de la canal? Como se analizó anteriormente, las evidencias circunstanciales disponibles sugieren que las razas y líneas para buenos parámetros de carne magra y niveles bajos de grasa intramuscular juntos, producen carne más dura y seca. Sin embargo, como también ya se mencionó antes, hay otros aspectos que afectan la calidad de la carne que también difieren entre razas y por lo tanto confunden cualquier evaluación

de la relación entre la GIM y la calidad. (44), evaluaron cerdos magros (8 mm y 16 mm de grasa dorsal), mostrando una pequeña diferencia en las pruebas organolépticas, particularmente en el sabor y la jugosidad a favor de los animales con grasa, mediante pruebas de degustación, pero hubo poca diferencia en suavidad y en las características de gustosidad. Sin embargo, el contenido de GIM en los cerdos de este estudio fue bajo, estando por debajo de un 1% incluso en las canales con más grasa. El modelo límite para el efecto de la GIM en la calidad comestible que se analizó anteriormente, sugiere que se requiere de un mínimo de 2 a 3% de GIM para obtener una óptima calidad. Sin embargo, en el estudio, se usaron diferentes genotipos para crear el rango de niveles de GIM e investigar la relación con la calidad comestible. Así mismo, seleccionaron cerdos de diferentes niveles de GIM de la línea de sacrificio. Por lo tanto, en ambos estudios el nivel de GIM se confundió con otros factores, particularmente con el genotipo, por lo que no están seguros de que este mismo nivel límite o umbral de GIM exista dentro de otras razas o líneas genéticas (3 y 12).

Existen relativamente pocos estudios que hayan investigado las correlaciones genéticas entre el grado de magrez de la canal y la calidad comestible de la misma. Sin embargo, las estimaciones de la correlación genética entre el grosor de la grasa y la GIM con las características de gustosidad de la carne, generalmente han sido desfavorables, sugiriendo que la selección genética para obtener un contenido mejor de carne magra en la canal producirá una reducción correlacionada con la suavidad y jugosidad de la carne de cerdo.

La relación entre la GIM y la gustosidad de la carne de cerdo no está, por lo tanto, bien establecida. Hay cierto interés en seleccionar niveles más altos de GIM, sin embargo, no hay técnicas actualmente disponibles para hacer esto en animales vivos. Hay reportes que sugieren que pudiera haber genes sencillos que tienen un mayor efecto sobre los niveles de GIM y finalmente podría ser factible seleccionarlos usando una prueba basada en el ADN. Sin embargo, hasta la fecha, ninguno de estos genes ha sido identificado (3).

### **Influencias nutrimentales sobre la calidad de la carne de cerdo.**

Una causa importante en el deterioro de la calidad de la carne durante su almacenamiento es la oxidación de los lípidos, misma que puede resultar en un buen número de cambios indeseables y reducir así la vida de anaquel de la carne de cerdo. Entre estos cambios se

incluye el desarrollo de la rancidez oxidativa y, asociado a esto, un incremento en olores y sabores desagradables. Además, se ha atribuido el deterioro de la apariencia fresca de la carne de cerdo durante el almacenaje aeróbico a los cambios oxidativos en la forma química de los pigmentos musculares, o sea que, la mioglobina puede convertirse en metomioglobina, produciendo músculos de color café opaco que son menos atractivos al consumidor. Este cambio de color es particularmente importante para los productos con carne molida, tales como los chorizos, en donde generalmente hay una mayor superficie de exposición a la oxidación. También se ha propuesto que la oxidación de los fosfolípidos en la membrana celular rompe la integridad de la pared de la célula y reduce la capacidad de retención de líquidos (38).

### **Nutrición y calidad de la grasa.**

La calidad de la grasa está ampliamente definida en términos de sus características físicas y nutritivas, ambos aspectos muy relacionados con la composición de los ácidos grasos de los depósitos de grasa. En el cerdo, muchos de los ácidos grasos de la dieta se absorben intactos a través del intestino y se depositan directamente en la grasa. Es así como la composición de los depósitos de grasa, en términos del perfil de los ácidos grasos, está fuertemente relacionada con la composición de los ácidos grasos de la dieta. Si se alimenta a los cerdos con dietas sin grasas o aceite agregados, sintetizarán y depositarán ácidos grasos saturados (principalmente palmítico y esteárico) y ácido oleico monoinsaturado. La deposición de ácidos grasos poliinsaturados (principalmente C18:2 y C18:3), sólo ocurre si están incluidos en la dieta.

Las cuestiones más importantes relacionadas con la calidad de la grasa suave, la rancidez oxidativa, y el impacto de la composición de la grasa de cerdo en la salud humana. La industria estadounidense está prestando más atención a estos asuntos debido a los importantes cambios que han ocurrido en los últimos años, en las prácticas de producción y las preferencias de los consumidores (29)

Las grasas suaves son la principal preocupación de los procesadores de carne debido a que pueden causar problemas importantes durante la separación del corte, el molino y el rebanado, lo que puede resultar en rendimientos menores en el procesamiento y en una reducción del valor del producto. La suavidad de la grasa es directamente proporcional a la

cantidad de ácidos grasos insaturados en el sitio de deposición de grasa. Se le está presentando más atención a este indicador debido a los cambios en la genética de los cerdos y a los ingredientes usados para formular raciones para estos animales, los cuales a su vez tienen una mayor proporción de ácidos grasos en la grasa de la canal derivados de la dieta y una proporción más pequeña de síntesis de novo de ácidos grasos por parte animal (28).

Se ha reportado que hay un buen número de componentes de la dieta para mejorar la calidad de la carne. Dos estudios recientes han resaltado el potencial de mejorar la calidad de la carne a través de planteamientos nutritivos inmediatamente antes del sacrificio que modifican la glucólisis post mortem. En un estudio conducido en Australia se ha mostrado un gran efecto sobre la calidad del cerdo cuando se complementa la dieta con Aspartato de Magnesio cinco días antes del sacrificio, en términos de reducción de pérdida por goteo, mejoramiento del color del músculo y disminución de la incidencia de la condición PSE en los animales tratados, en comparación con los animales control. El Magnesio reduce la concentración de cortisol y catecolaminas del plasma y puede actuar reduciendo la respuesta glucolítica del animal al estrés del sacrificio. De manera similar, mostraron que proporcionando Oxalato de Sodio a los cerdos 4 hrs inmediatamente antes del sacrificio, se retrasa la baja del pH post mortem y se reduce la pérdida de líquidos durante un periodo de 12 días de almacenamiento. El Oxalato de Sodio inhibe la acción de la enzima Piruvato Cinasa y en consecuencia, reduce la tasa de glucólisis post mortem (14 y 23).

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el sistema de comercialización no existen pagos por calidad sino por cantidad, lo que hace necesario buscar formas que permitan garantizar un pago justo al productor que satisfaga las necesidades en cuanto a calidad del producto final en beneficio del consumidor.

Existe una dispersión evidente en los sistemas de producción originada propiamente por la marcada diferencia en el nivel de tecnificación de las explotaciones en el Estado de Jalisco, trayendo por consecuencia una ausencia de criterios objetivos de clasificación de los productos porcícolas que contribuyan a atender las demandas en cuanto a calidad del mercado estatal, los cuales a pesar de que en principio juegan un papel de suma importancia no están realmente identificados ni cuantificados, situación que ha originado a su vez un desaliento en los productores porcinos a nivel de competitividad y rentabilidad, en donde juega un papel importante el comprador de cerdos, que es quien tradicionalmente impone su criterio al momento de la transacción, desconociendo el productor para que tipo de mercado debería estar generando su producto. Por otro lado, la apertura comercial, en donde el aspecto sanitario deberá jugar también un papel de suma importancia en términos de inocuidad de la carne que resulta atractivo para aspirar a mercados de exportación. Por su parte el embate de acciones desleales originadas por la aparición constante de productos que por tradición se han elaborado con productos porcícolas, ahora se encuentran elaborados con subproductos de otras especies (pastas de aves por ejemplo), y en el peor de los casos sin ningún subproducto de origen animal, agravando más esta situación en la referencia de las etiquetas de otros productos, engañando incluso al consumidor.

Actualmente el país esta enfrentando constantes cambios en materia económica, lo que hace necesario que en todas las áreas de producción se mejore la productividad y la calidad mediante estímulos a los productores más eficientes, de manera que la industria nacional pueda ser competitiva con la extranjera. La porcicultura no es la excepción y los porcicultores más eficientes en cuanto a producto final, deberían ser estimulados con mejores precios.

Para lograr el pago por calidad se hace necesario desarrollar un sistema que permita evaluar en forma objetiva las canales de los cerdos de abasto. Así como el procesamiento de los productos del cerdo y la cadena de comercialización que requieren también de esquemas objetivos de evaluación y seguimiento de los rendimientos y su valor económico. De igual manera la condición sanitaria es muy importante para la comercialización, que en algunos casos se pueda ver limitada por la presencia de enfermedades infecciosas.

Para que la industria porcina pueda progresar y evolucionar hacia un cerdo de abasto de mejor calidad y rendimiento, es necesario que exista un diferencial de precio suficientemente atractivo para que se produzcan mejores rendimientos y sobre todo buena calidad.

El desarrollo de un sistema regional de esta naturaleza traerá como consecuencia un mayor interés del productor por mejorar el tipo de animal que envía al mercado.

## JUSTIFICACION

El desarrollo de un sistema estatal que permita evaluar en forma objetiva las canales de cerdo, permitirá a la industria porcina del Estado de Jalisco progresar y evolucionar hacia un cerdo de abasto de mayor calidad, logrando un diferencial de precio lo suficientemente atractivo que estimule a producir mas carne de mejor calidad y menos grasa dorsal debiéndose realizar en todas las etapas del proceso de producción logrando la competitividad en cualquier mercado. Con base al antecedente más relevante que representan la norma mexicana NMX-FF-081-1993-SCFI, es probable que su difusión y aplicación nula en el país, sea consecuencia de que no se ha ligado a los esquemas de mercado vigentes.

## **HIPOTESIS**

El rendimiento de los cortes primarios se debe principalmente a la calidad genética, alimentación y manejo zootécnico. En la actualidad existen aparatos electrónicos de otros países calibrados bajo sus mismos estándares de producción, en el Estado de Jalisco la porcicultura difiere en cuanto a calidad genética, alimentación y manejo zootécnico por lo que el uso de este equipo electrónico no tendrá la misma confiabilidad de medición.

## **OBJETIVO GENERAL**

Proponer un sistema de clasificación de canales de cerdo que permita establecer un criterio para el pago diferencial de los cerdos de abasto para el Estado de Jalisco.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Crear una propuesta de clasificación de canales de cerdo basada en la obtención de ecuaciones de predicción.
- Establecer un criterio que conduzca a la creación de una norma para clasificación que se pueda ligar al pago diferencial de cerdos para abasto.
- Evaluar la utilización de ecuaciones de predicción contra el uso de un aparato electrónico ( Anitech GP-100).
- Comparar nuestro sistema de predicción contra lo que establece la NMX-FF-081-1993-SCFI.

## MATERIAL Y METODO

Este estudio inició en el mes de marzo del 2001 y terminó en octubre del mismo año, los cerdos provinieron de cinco granjas diferentes ubicadas en la región más representativa de la porcicultura del estado, recabando información de 467 canales.

El lugar donde se desarrollo este trabajo es la Planta TIF 238 denominada GRANJA EL RINCÓN S. de P. R. de R. L., cuenta con 40 empleados bajo la Gerencia del L.A.E. Alberto de Alba Valle, dedicada al sacrificio de cerdos.

Este rastro cuenta con corrales de recepción en donde los animales tenían acceso al agua, ayuno de 12 a 24 hrs. Y en donde también se observó el estado de salud en general. Los cerdos permanecieron hasta recuperarse de la tensión a la que fueron sometidos (pesaje, transporte, cambio de alojamiento, peleas, etc.) y a la vez eliminaron el contenido del tubo digestivo cumpliendo con las medidas sanitarias requeridas. Esto permitió la determinación más precisa del rendimiento en la canal. Se pesaron en forma individual para obtener rendimientos por canal, posterior a la evisceración se realizó una inspección minuciosa de la canal buscando la presencia de anormalidades específicas: abscesos, artritis o canales golpeadas durante los procesos de escaldado y pelado respectivamente, se pesó la canal caliente sin cabeza usando la balanza de la línea de matanza, pesándose nuevamente a las 18 hrs. En frío a 4°C siendo este el momento óptimo para realizar la medición de las características de la canal (largo de la canal, grasa dorsal, área del ojo de la chuleta, profundidad de la grasa y peso de los cortes obtenidos). En cuanto a la medición del largo de la canal se utilizó una cinta métrica a partir del borde anterior de la primera costilla hasta el extremo anterior de la sínfisis púbica. Para la medición de la grasa dorsal se utilizó una mica transparente graduada en centímetros a nivel de la 10<sup>a</sup>. Costilla, y por último para el pesaje de los cortes primarios se utilizó una balanza electrónica.

Para darle seguimiento a los animales en el rastro se implementó una forma de identificación que permitió tener la seguridad de evaluar el animal correspondiente.

Este proyecto se desarrolló en el Estado de Jalisco en dos etapas:

**1ª. Etapa: MONITOREO DE CANALES**  
**(RASTROS TIF)**

Se tomó como referencia la cantidad de cerdos registrada en los centros de información para el estado, y así determinar el tamaño de muestra. considerando las zonas diferenciadas por cantidad de cerdos producidos, tomando en cuenta que la producción de cerdos para los Municipios de Tepatitlan, Arandas y Jalostotitlan es de 414,955; para el Municipio de Atotonilco 192,871; y para el Municipio de Tototlan 52,060, esto representa el 39% de la producción estatal, considerando que esta zona es de las mas densamente pobladas. Quedando como sigue:

\* Zona de los altos centro (TEPATITLAN, ARANDAS Y JALOSTOTITLAN)

Tamaño de muestra: 373 cerdos.

\* Zona de los altos oeste (ATOTONILCO)

Tamaño de muestra: 80 cerdos

\* Zona de los altos sur (TOTOTLAN)

Tamaño de muestra: 14 cerdos

Para el análisis de los datos se procedió a la determinación de las medidas descriptivas (largo de canal y grueso de grasa dorsal) de las variables bajo estudio.

Se construyeron modelos de regresión lineal simple para estimar el peso de los cortes primarios (variable dependiente) en función de: peso de canal o grasa dorsal, como variable independiente.

Se realizó un análisis de correlación entre las variables estudiadas, en la matriz de correlación se detectaron aquellas asociaciones más significativas ( $p < 0.05$ ).

Es importante contar con toda la información posible de los animales que se evaluaron siendo esto de gran ayuda para el porcicultor, y mucho más cuando esta información es de cada animal que se sacrifico. Esto permitió tener un mejor control para identificar los aspectos que se están descuidando en su explotación.

De tal forma es necesario saber: el origen del cerdo, sexo, cruce, fecha de nacimiento, manejo (tipo de alimentación y días al mercado).

Por otra parte el tener acceso a esta información permitió conocer las características de la población en determinado lugar y momento; pudiendo evaluar su comportamiento, para establecer medidas tendientes a mejorar la calidad.

Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente mediante técnicas de regresión y correlación (Steel y Torrie, 1980) para encontrar el mínimo de mediciones que permitieran predecir el rendimiento de las porciones comercialmente más atractivas. Esto es mediciones prácticas aplicables que en lo general no interfieran en el procesamiento de las canales que fueran objetivas y de fácil obtención y que no demeritaran el valor de la canal o de alguna de sus piezas.

## **2ª. Etapa: CARACTERIZACION DE LOS CERDOS PARA EL ABASTO.**

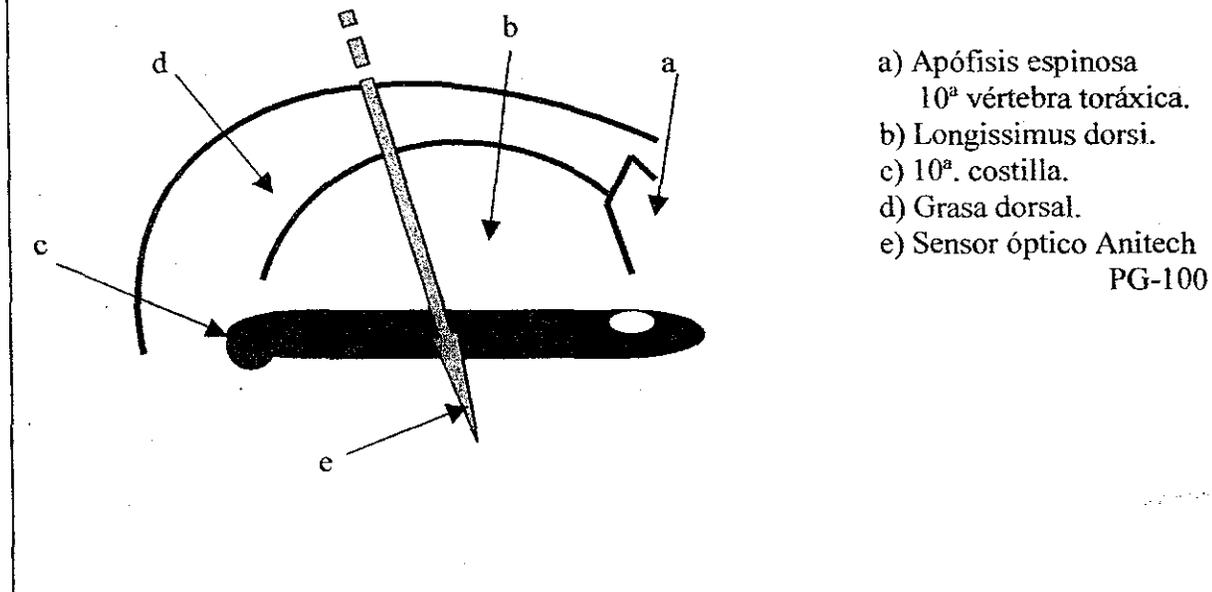
Para la caracterización de los cerdos del Estado de Jalisco, se consideró el origen de los animales. Para la obtención del tamaño de muestra y el desarrollo de esta parte del proyecto se consideró la metodología utilizada por Velásquez, Belmar, Cuarón y col. (11 y 41).

Este sistema fue diseñado mediante un muestreo aleatorio realizado en rastro, de cada animal se tomaron los siguientes datos: granja de procedencia, se implementó un método para la identificación individual, peso de la canal (en caliente), peso de la canal después de 18 horas de refrigeración a 4°C, peso de cabeza de lomo, entrecot, espaldilla, jamón y tocino (sin piel y sin grasa), la suma del peso de los cortes primarios, rendimiento de los cortes expresado como porcentaje del peso de la canal en caliente, profundidad de la grasa dorsal y de la chuleta medidas en Anitech PG-100 entre la 10ª y 11ª costillas (fig 1).

Los datos presentados se sometieron a un análisis de correlación de Pearson, con el objeto de detectar el mayor número de asociaciones entre las variables con los cortes primarios, la suma de ellos y su porcentaje, para posteriormente someter la información a un análisis de regresión lineal utilizando como criterios de evaluación las mediciones que muestran correlaciones elevadas con cabeza de lomo, entrecot, espaldilla, jamón, tocino, suma y porcentaje de los cortes primarios, para generar a partir de ellas las ecuaciones de predicción de la suma de cortes.

Con las ecuaciones de predicción y el valor de los cortes se diseñaron propuestas para un sistema de estímulos y penalizaciones para el pago diferencial por rendimiento de corte.

*Figura 1 Medición de la profundidad de grasa y chuleta.*



Los datos fueron sometidos a un análisis de correlación múltiple, con el objeto de detectar las variables más asociadas con cada uno de los cortes primarios, la suma de ellos y su porcentaje. Posteriormente la información se sometió a un análisis de regresión lineal, utilizando con criterio las mediciones que muestren correlaciones más elevadas con entrecots (lomos, piernas (jamones), espaldillas, tocinos, cabezas de lomo, filetes, suma y porcentajes de cortes primarios, para generar a partir de ellas las ecuaciones de predicción de la suma de los cortes.

El trabajo se realizó en las instalaciones del rastro TIF Granja El Rincón S. de P.R. de R.L., ubicado en Privada de López Cotilla # 460, Atemajac del Valle, Zapopan, Jalisco; donde se utilizó el aparato medidor Anitech PG-100 para registrar la profundidad del músculo de la

chuleta y de la grasa dorsal a nivel del espacio entre la 10<sup>a</sup> y 11<sup>a</sup> costillas a 1.5 pulgadas de la línea media. El aparato tiene un sensor óptico montado en una lanceta para hacer la determinación (fig. 1).

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza y distribuidos en un diseño de bloques al azar, utilizando 30 cerdos (repeticiones) por tratamiento considerando a la canal como la unidad experimental, con dos periodos de mediciones (bloques), antes del sacrificio y después del sacrificio.

Posteriormente se determinó la precisión de las ecuaciones de calculo, siguiendo las recomendaciones sugeridas por Velásquez, Belmar, Mejía y col. (7 y 43).

## RESULTADOS DE LA 1ª. ETAPA

Como resultados y propuesta de este sistema en el cuadro 1 se presenta un resumen de la composición promedio de las canales estudiadas y es de llamar la atención que la mayoría de los criterios de evaluación son comparables a la media de la población en otros países a excepción del área del ojo de la chuleta, que es menor y sugiere que nuestro mercado debe poner más atención a la calidad de los cortes que rindan las canales.

Partiendo del antecedente de que en otros países se predice el rendimiento magro, se contrastaron diversos métodos con la posibilidad de aplicarlos en nuestro medio y se decidió por el cálculo del rendimiento de los cortes primarios, en lugar del rendimiento magro, por que la constatación resulta ser más sencilla y por que los cortes en cuestión son los de mayor interés económico.

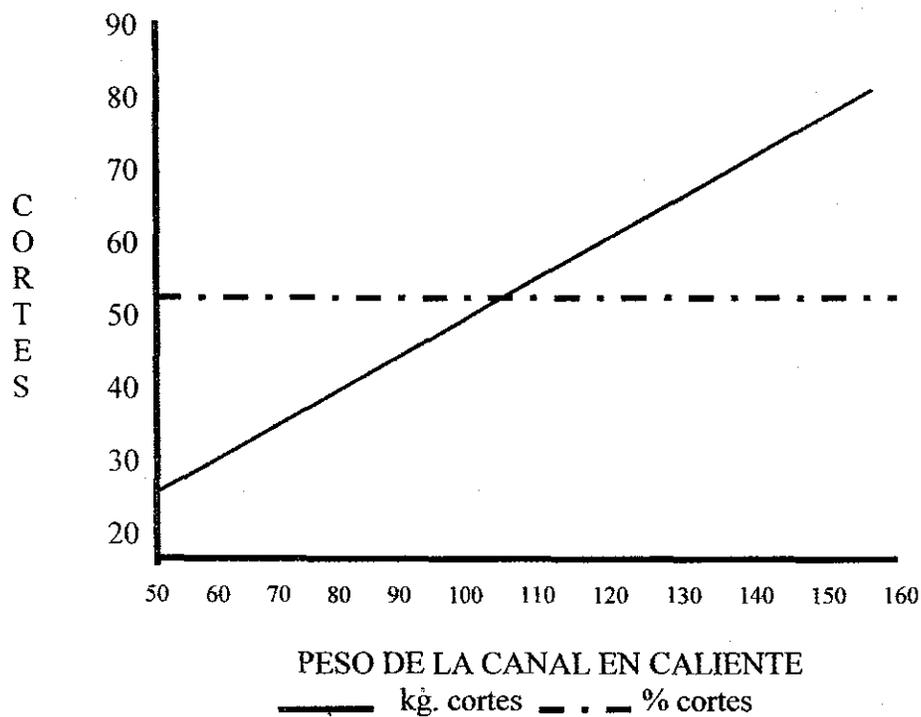
Cuadro 1: composición promedio de la canal. (resultado de la muestra)

VARIABLE	PROMEDIO	COEF. VARIACIÓN %
Peso al sacrificio kg.	98.8	12.3
Peso en canal kg.	78.5	12.4
Rendimiento (rend) a canal %	78.7	3.4
Grasa dorsal cm.	2.8	18.4
Área de la chuleta cm <sup>2</sup>	28.7	19.8
Rend. de la pierna %	15.6	11.2
Rend. del entrecot %	9.8	13.5
Rend. de la espaldilla %	9.6	10.2
Rend. de la cabeza de lomo %	2.3	13.2
Rend. del tocino %	9.4	12.3
Rend. al sumar cortes primarios:		
kg.	38.2	9.6
%	48.3	5.3

Las relaciones existentes entre la profundidad de la grasa dorsal, profundidad de la chuleta, peso en canal y rendimiento magro o rendimiento de cortes primarios son la base de los sistemas de predicción del contenido magro o de cortes primarios.

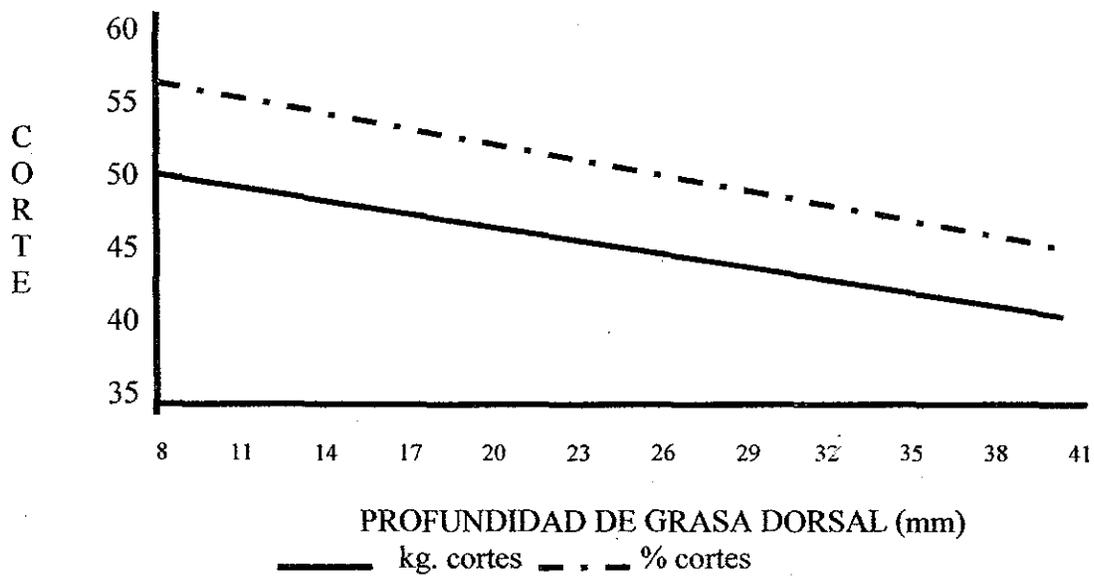
En la gráfica 1 se presenta el efecto del peso de la canal en caliente sobre el rendimiento de cortes primarios en kg y como porcentaje. Es evidente el efecto del peso de la canal sobre la cantidad de corte, no así sobre el porcentaje de cortes, que prácticamente se mantiene constante por que la profundidad de la grasa y la chuleta están fijos al promedio.

**Gráfica 1 Rendimiento de cortes primarios (% y kg.) por peso de la canal en caliente.**



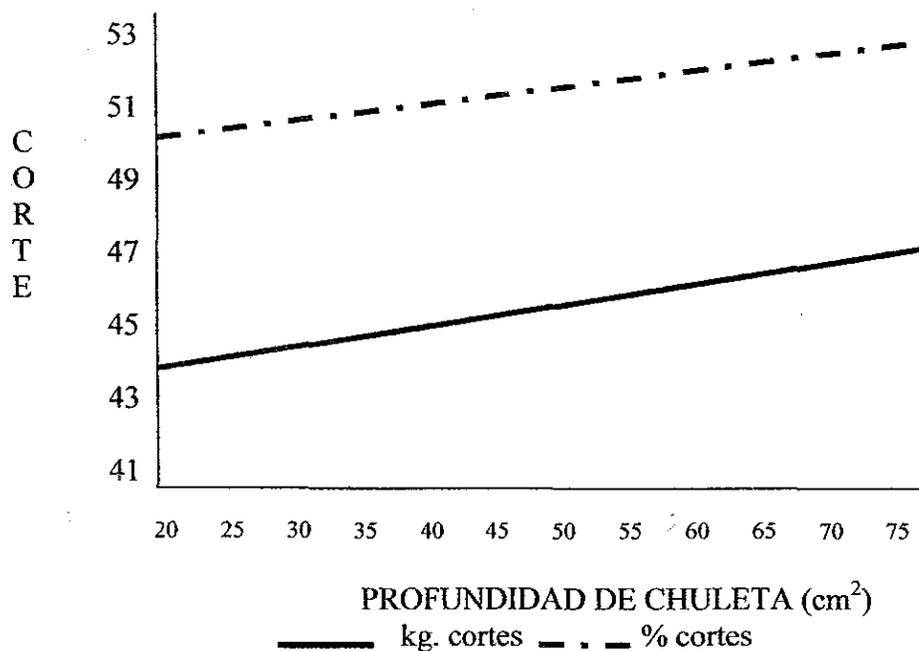
En la gráfica 2 se presenta el rendimiento de cortes primarios en kg y como porcentaje según la profundidad de la grasa dorsal. Tanto el rendimiento de cortes expresado como kg o como porcentaje del peso de la canal en caliente disminuyen al aumentar la profundidad de la grasa dorsal. manteniendo el peso de la canal caliente y la profundidad de la grasa dorsal fijos al promedio.

**Gráfica 2 Rendimiento de cortes primarios (% y kg.) por profundidad de la grasa dorsal.**



En la gráfica 3 se representa el efecto de la profundidad del músculo de la chuleta sobre el rendimiento de cortes primarios en kg y como porcentaje. El rendimiento de cortes expresado como kg de cortes y como porcentaje del peso de la canal en caliente aumentan al aumentar la profundidad de la chuleta, siendo mayor el incremento como porcentaje que como kg de cortes. La profundidad de la chuleta es por lo tanto, un buen indicador de la calidad de la canal.

**Gráfica 3 Rendimiento de cortes primarios (% y kg.) por profundidad de la chuleta (cm<sup>2</sup>).**



El sistema propuesto por la NMX, se deriva de la cuantificación de los cinco cortes primarios de la canal (cabeza de lomo, entrecot, espaldilla, pierna y tocino), mismo que se obtiene directamente por el despiece de la canal, o para mayor sencillez, con la aplicación de la siguiente ecuación:

$$CP = 10.0695 + 0.459 \text{ PC} - 2.14 \text{ GD}$$

En donde:

CP = Cortes primarios en kilogramos.

PC = Peso en canal en kilogramos.

GD = Profundidad de la grasa dorsal en cm sobre la línea media a la altura de la 12<sup>a</sup>. vértebra torácica.

Con esta ecuación, el coeficiente de correlación fue de 86% (lo que es muy aceptable) y se recomienda que se cuente con una balanza en línea de sacrificio y en la sección media de las canales, para que se convierta en uno de los procedimientos rutinarios en el rastro, la captura de la información se logra fácilmente sin tener que frenar el flujo de matanza. Estas operaciones sólo requieren de una capacitación básica mínima.

Cuando se incluyeron además el área del ojo de la chuleta y el largo de la canal, se alcanzó una correlación del 95%, pero aunque la ecuación sea más precisa, existe el inconveniente de que la medición del área del ojo de la chuleta, con métodos no electrónicos, exige el corte del lomo a la 10<sup>a</sup>. Costilla, lo que necesariamente hace la evaluación más lenta y cara mientras que el largo de canal contribuye poco a reducir la variación y si en cambio, puede ser físicamente difícil de medir.

$$\text{Cortes (kg)} = 4.351 + 0.510 \times \text{PCC} + 0.279 \times \text{PGD} + 0.046 \times \text{PCH} \quad (r^2 = 0.896)$$

En el caso de que en los rastros, obradores y empacadoras contaran con medios electrónicos para la evaluación de canales (ejemplo Anitech PG-100, Fat-O-Meter, Dextrón), estos

podrán ser usados a su conveniencia ya que los cortes magros (que se predicen con el uso de estos equipos) y primarios mostraron una correlación superior al 96%; en este caso el rendimiento magro (en kilogramos) se podrá usar en lugar del rendimiento de los cortes primarios ( "CP" en la ecuación ), siempre y cuando los sistemas electrónicos de medición hayan sido validados para la población de cerdos que se sacrifiquen en la operación.

Este sistema es similar al que se aplica en Canadá, aunque el sistema canadiense calcula la suma de cortes primarios por medio de equipos electrónicos que miden la profundidad de la grasa dorsal y del músculo gran dorsal a nivel del espacio entre la 8ª. Y 9ª. Costilla a una distancia aproximada de 4 cm de la línea media.

Es necesario aclarar que cualquier sistema debe actualizarse con frecuencia (posiblemente cada dos años, dependiendo de la intensidad en el proceso de mejoramiento y de las preferencias de mercado), debido a los cambios en cuanto a calidad y rendimiento que se registran con el paso del tiempo por el avance genético, de las prácticas de alimentación y del manejo en general de los cerdos para mejorar la calidad de canal. Se espera que este avance sea acelerado debido a un mercado más exigente cada día.

Baste como ejemplo el cambio en la producción de cerdos en España como resultado del ingreso a la Comunidad Económica Europea; en 1987 el porcentaje magro de la canal, se estimó en 49.9% y la profundidad de grasa dorsal en 1.72 cm, mientras que en 1990 fue de 53.8% y de 1.68 cm, respectivamente. Un cambio de esta magnitud implicaría cambio en las ponderaciones de las ecuaciones propuestas para la estimación del contenido magro, de otra manera se estimarían con cierto sesgo los rendimientos verdaderos de cortes primarios y se caería en ineficiencia y en un sistema injusto de estímulos y penalizaciones (13).

## RESULTADOS DE LA 2ª. ETAPA

En el cuadro 2 se presentan las medias de las medidas de la canal, el peso en promedio de la canal caliente (87.132 kg) indica un peso vivo aproximado de 108.84 kg, si se considera un rendimiento estimado de vivo a canal caliente de 80%; el rango de pesos vivos iría de 85.0 a 142.5 kg. después de 18 hrs. de refrigeración se detecta una merma aproximada de 400 g por canal.

**Cuadro 2 Medidas de la canal**

Variable	N	Media	Desviación STD.
Peso frío (kg.)	267	86.426	6.732
Peso caliente (kg.)	267	87.132	7.144
Prof. de grasa dorsal (mm.)*	266	21.755	4.778
Prof. de chuleta (cm <sup>2</sup> )*	266	48.682	7.699

\*Medida con Anitech PG-100

N= numero de canales

La profundidad de la grasa dorsal medida con el dispositivo electrónico fue de 21.755 mm en promedio, con un rango de 11.5 a 39 mm, mientras que medido con regla a la misma altura fue de 24.65 mm, con un rango de 14 a 40 mm, la medida de grasa dorsal a nivel de la última costilla fue mayor que la anterior y que la tomada con el Anitech PG-100. La diferencia entre la media con el aparato y la de con regla a nivel de la 10ª. Costilla es debida a que esta última se realizó sobre la línea media, mientras que la del aparato se realizó aproximadamente a 3.5 cm de la línea media. La longitud de la canal tuvo una amplitud de rango de 30 cm con un promedio de 82.03 cm. La profundidad del músculo de la chuleta medido con el dispositivo electrónico fue de 48.682 con un rango de 26 a 74.5 mm.

En el cuadro 3 se presentan los rendimientos (verdaderos y estimados) de las canales evaluadas, la estimación de la cantidad de cortes primarios de acuerdo a la NMX-FF-081-1993-SCFI, basada en el peso en canal (PC) y la profundidad de la grasa dorsal a nivel de la 12ª costilla medida sobre la línea media del animal (GD) (Cortes primarios =  $10.0695 + 0.459 \text{ PC} - 2.14 \text{ GD}$ ), esta estimación dio una buena aproximación al valor real (43.732 vs. 44.585 kg.) y al porcentaje de cortes primarios en la canal (50.4 vs. 50.7%), la subestimación de la NMX-FF-081-1993-SCFI probablemente se deba a que no se incluyó el área del ojo de la chuleta en su diseño.

**Cuadro 3 Rendimientos estimados y verdaderos.**

Variable	N	Media	Desviación STD.
<b>ESTIMADOS:</b>			
Norma Mexicana (kg.)	260	43.732	3.225
Norma Mexicana (%)	260	50.456	1.266
% Músculo*	266	47.688	2.012
<b>VERDADEROS:</b>			
Cortes primarios (kg.)	269	44.585	4.036
Cortes primarios (%)	269	50.733	2.117

\*Medidas con el Anitech PG-100 por medio de la ecuación canadiense.

En el cuadro 4 se presentan los pesos en promedio de los cortes primarios, en la cabeza del lomo se observó el menor coeficiente de variación (10.7%), mientras que el mayor se encontró en el filete sin grasa (12.8%), probablemente por las variaciones en el corte y separación de la canal. El corte más pesado fue la pierna deshuesada, seguida del entrecot, tocino espaldilla, cabeza de lomo y finalmente el filete.

**Cuadro 4 Cortes primarios (kg.)**

Variable	N	Media	Desviación STD.
Cortes (total)	265	44.166	4.056
Cabeza de lomo	265	4.336	0.388
Espaldilla sin hueso	265	6.858	0.752
Entrecot	265	8.247	1.056
Tocino sin hueso	265	7.185	1.045
Filete sin grasa	265	0.678	0.109
Pierna sin hueso	265	11.698	1.335

En el cuadro 5 se presenta una matriz de correlaciones de las medidas de grasa dorsal (mm.), profundidad de la chuleta (mm.) y peso de la canal caliente (kg.) con el rendimiento real y estimado (kg. y %) de cortes primarios. Las correlaciones más elevadas se encuentran entre peso de la canal caliente y la cantidad de cortes (estimada o real), mientras que la profundidad de grasa dorsal tiene correlaciones altas con el % de los cortes primarios en la canal, aunque no tiene la magnitud de las correlaciones encontradas entre peso de la canal caliente y la cantidad de cortes primarios. Es importante considerar estas correlaciones para el diseño de ecuaciones de predicción de la cantidad de cortes primarios en la canal.

**Cuadro 5 Análisis de correlación de medidas de la canal con rendimientos reales y estimados.**

	Grasa dorsal mm	Prof. Chuleta mm	Peso canal caliente kg
% de Cortes	- 0.689**	0.265**	-0.201**
Kg. Cortes	0.056ns	0.482**	0.759**
Norma Mexicana	0.258**	0.327**	0.832**
% Músculo*	0.867**	0.324**	-0.311**

\*Medida con Anitech PG-100. \*\*( $P < 0.01$ ).

En el cuadro 6 se presentan correlaciones de las medidas de profundidad de la grasa dorsal (mm.), profundidad de la chuleta (mm.) y peso de la canal caliente (kg.) con el rendimiento de cada corte primario (kg.). Las correlaciones más elevadas se encuentran entre peso de la canal caliente y la cantidad de cortes, mientras que la profundidad de la grasa dorsal solo tiene correlación alta con tocino, las correlaciones entre profundidad de la grasa dorsal medida con Anitech PG-100 y cabeza de lomo, entrecot y pierna no fueron importantes, se encontraron correlaciones bajas ( $r < 0.20$ ) de profundidad de grasa dorsal con cabeza del lomo y filete.

**Cuadro 6 Análisis de correlación de medidas de la canal con pesos de los cortes primarios.**

	Grasa Dorsal* mm	Profundidad Chuleta* cm <sup>2</sup>	Peso canal caliente kg
Espaldilla	- 0.138*	0.373**	0.620**
Cabeza de lomo	- 0.030ns	0.382**	0.575**
Entrecot	- 0.022ns	0.420**	0.732**
Tocino	0.508**	0.111**	0.821**
Pierna	- 0.105ns	0.511**	0.681**
Filete	- 0.147*	0.378**	0.439**

\* Estimado con Anitech PG-100 \* P<0.05 \*\* P<0.01 ns P>0.05

Para la predicción de la cantidad (kg.) de cortes primarios a partir del peso de la canal caliente (kg.) (PCC), la profundidad de la grasa dorsal (PGD) y de la chuleta (PCH) medidas con el Anitech PG-100 (mm.) se desarrolló la siguiente ecuación:

$$\text{Cortes (kg.)} = 4.351 + 0.510 \times \text{PCC} + 0.279 \times \text{PGD} + 0.046 \times \text{PCH} \quad (r^2=0.896)$$

Los tres componentes fueron significativos y la ecuación explica el 90% de la variación observada.

Los datos fueron sometidos a un análisis de correlación múltiple, con el objeto de detectar las variables más asociadas con cada uno de los cortes primarios, la suma de ellos y su porcentaje. Posteriormente la información se sometió a un análisis de regresión lineal, utilizando con criterios las mediciones que mostraron correlaciones más elevadas con entrecots (lomos, piernas (jamones), espaldillas, tocinos, cabezas de lomo, filetes, suma y porcentajes de cortes primarios, para generar a partir de ellas las ecuaciones de predicción de la suma de los cortes.

Con las ecuaciones de predicción y el valor de los cortes se diseñaron propuestas para un sistema de estímulos y penalizaciones para el pago diferencial por rendimiento en pie y en canal. (11 y 41)

Sistema diferencial sobre valores tabulados, en donde se calcula el rendimiento porcentual de cortes primarios, multiplicando el resultado de la ecuación ( $\text{Cortes (kg.)} = 4.351 + 0.510 \times \text{PCC} + 0.279 \times \text{PGD} + 0.046 \times \text{PCH}$ ) x 100 y dividiendo entre el peso de la canal caliente, pagando un estímulo porcentual sobre el precio promedio de acuerdo a la tabla presentada (cuadro 7).

El estímulo o penalización se calculó estimando el valor de las canales con cada rendimiento, tomando la mediana entre el rango de rendimientos y dando el 100% a las canales del rango que coincida con la media para el rango de pesos, y estimando el % de diferencia con respecto a las canales consideradas como promedio.

Para el cerdo de nuestro ejemplo (canal con 84.5 kg, 16 mm de grasa dorsal y 42 cm<sup>2</sup> de espesor de chuleta) con 44.88 kg de cortes el rendimiento porcentual sería 53.1%, y según la tabla le corresponde un estímulo de 1%.

**(Cuadro 7) SISTEMA DE PAGOS ( % SOBRE EL PRECIO CORRIENTE ) POR PESO Y CALIDAD DE CANAL.**

% cortes	PESO DE LA CANAL							
	Hasta 64.9	65 a 74.9	75 a 84.9	85 a 94.9	95 a 104.9	105 a 114.9	115 a 124.9	Mayor a 125
Menor a 44.9	94*	94*	95	95	94	95	95	94*
45-46.4	95*	96*	96	96	96	96	96	95*
46.5-47.9	96*	97	97	97	97	97	97	97
48-49.4	98*	98	98	98	98	98	98*	98
49.5-50.9	99*	99	100	100	99	99*	99*	100*
51-53.4	100	100	101	101	101*	100*	101*	101*
53.5-54.9	102	102	103	102*	102*	102*	102*	102*
55-56.4	103	103	104	103*	103*	103*	103*	103*
56.5-57.9	104	104	105	104*	104*	104*	104*	105*
58-59.4	105	106	106*	106*	105*	105*	105*	106*
Mayor a 59.5	106	106*	107*	107*	106*	106*	106*	107*

\* No se encontraron canales en estas clasificaciones. Los valores fueron obtenidos por regresión lineal.

Para clasificar las canales se calculó el rendimiento porcentual de cortes primarios, multiplicando el resultado de la ecuación (**Cortes (kg) = 4.351 + 0.510 x Peso Canal Caliente - 0.279 x Espesor Grasa + 0.046 x Espesor Chuleta**) por 100 y dividiendo entre el peso de la canal caliente, pagando un estímulo porcentual sobre el precio promedio de acuerdo a la tabla presentada en los cuadros 8 y 8<sup>a</sup>. El estímulo o penalización se estimó calculando el valor de las canales y estimando la proporción del valor, tomando como referencia el rendimiento promedio. La penalización por peso se dio por que el costo de sacrificar y procesar un cerdo es el mismo para uno pequeño que para uno pesado, y además por que los clientes del rastro prefieren determinados tamaños para cada corte.

sacrificar y procesar un cerdo es el mismo para uno pequeño que para uno pesado, y además por que los clientes del rastro prefieren determinados tamaños para cada corte.

**(Cuadro 8) Estimulo % por rendimiento de cortes primarios relación de valor de cortes primarios: recortes 2.6:1**

% de cortes	Pago sobre precio corriente
Menos de 42.00	90%
42.00 a 43.50	91%
43.51 a 45.00	93%
45.01 a 46.50	94%
46.51 a 48.00	96%
48.01 a 49.50	97%
49.51 a 51.00	99%
51.01 a 52.50	100%
52.51 a 54.00	<b>102%</b>
54.01 a 55.50	103%
55.51 a 57.00	104%
57.01 a 58.50	106%
58.51 a 60.00	108%
Más de 60.00	110%

**(Cuadro 8<sup>a</sup>) Estimulo % por peso de la canal.**

Peso en la canal Hasta 74.5	75.0 a 99.5	> 100
98%	100%	98%

De tal manera que una canal de 84.5 kg. de peso caliente, 16 mm. de grasa dorsal y 42 cm<sup>2</sup>. de espesor de la chuleta, con 44.88 kg. de cortes y rendimiento de 53.1%, tendría un premio de 2%.

## DISCUSIÓN

En varios trabajos se ha encontrado una asociación importante entre medidas de profundidad de la grasa dorsal y la cantidad de tejidos magros de la canal en los que se establece que la profundidad de la grasa dorsal puede ser usado como predictor del contenido magro en la canal, sin embargo, estas relaciones varían entre razas, sistemas de alimentación y zonas climáticas, por lo que su utilidad es limitada fuera de regiones y de las razas en las que se desarrollaron los estudios. El desarrollo de un sistema de esta naturaleza traerá como consecuencia un mayor interés del productor por mejorar el tipo de animal que envía al mercado.

La primera propuesta para clasificación de canales en el país se dio en la zona metropolitana del D.F. en 1992, y fue hecha por la sección de obradores y tocinería de la CANACINTRA, en ella, los cerdos en pie se clasifican en tres categorías subjetivas, asignándoles un valor arbitrario: Supremo, estándar mejorado y estándar. Las propuestas de los obradores en 1992 prestaban mayor atención a las características del cerdo en pie, y la clasificación de los cerdos en pie obedecería a las siguientes consideraciones: Peso al sacrificio, sexo, imagen objetivo de conformación corporal, edad, tecnificación de la producción y distancia del lugar de origen al sitio de sacrificio. De todas estas, sólo las dos primeras son objetivas, aunque no son suficientes por sí solas para predecir la cantidad de carne (cortes primarios). La imagen objetivo es un criterio subjetivo que puede dar lugar a errores y arbitrariedades; bajo condiciones prácticas es imposible conocer la edad y el nivel de tecnificación de la producción; y por último, al aumentar la distancia del origen al punto de sacrificio se aumenta el rendimiento en canal, pero a costa de la deshidratación y de la calidad del producto, aumentando el riesgo de encontrar canales oscuras firmes y secas (43).

En la Península de Yucatán el único sistema de clasificación de canales lo ha manejado el rastro Kekén; hasta marzo de 1997 las canales se clasificaban en seis categorías de acuerdo a su rendimiento magro, asignándoles un valor arbitrario de acuerdo a la lectura de un dispositivo electrónico (Anitech PG-100) que proporciona la lectura del espesor de la grasa

y el diámetro de la chuleta a la altura de la 10ª. Vértebra torácica mediante un sensor óptico conectado a una computadora, las categorías manejadas eran: AAA seleccionado; AAA normal; AA seleccionado; AA normal; estándar y hornos. Sin embargo, la ecuación que manejaba el aparato se diseñó en Canadá con base en el rendimiento magro y con genotipos y ambientes muy diferentes a los regionales, por lo que la predicción no tenía la precisión adecuada (11).

En 1993 se desarrolló una ecuación para la predicción de la canal (kg) de cortes primarios y que es la base de la NMX-FF-81-1993-SCFI, basada en el peso en canal (PC) y la profundidad de la grasa dorsal a nivel de la 12ª. Costilla (GD). La ecuación es:  $CP=10.0695 + 0.459 PC - 2.14 GD$ . Donde (CP Cortes Primarios en Kg; PC Peso en Canal en Kg y GD Grasa Dorsal en cm), (33).

Este sistema es similar al que se aplica en Canadá, aunque el sistema canadiense calcula la suma de cortes primarios por medio de equipos electrónicos que miden la profundidad de la grasa dorsal y del músculo del lomo a nivel del espacio entre la 8ª. Y 9ª. Costilla.

Es necesario aclarar que este sistema debe actualizarse con frecuencia (por lo menos cada dos años, dependiendo de la intensidad en el proceso de mejoramiento y de las preferencias de mercado), a través de un muestreo similar al descrito, y que incluya la disección de los cortes en una muestra similar a esta, debido a los cambios en cuanto a calidad y rendimiento que se registran con el paso del tiempo por el avance genético, de las prácticas de alimentación y del manejo en general de los cerdos para aumentar la calidad de la canal. Factores determinantes para que se realice la clasificación en forma individual por granja, ya que de lo contrario existe la posibilidad de caer en resultados poco reales. Desde luego se espera que este avance sea acelerado debido a un mercado más exigente cada día.

Los cuadros de relación de precios de cortes primarios a recortes deberán ser permanentemente constatados por información fidedigna recabada en el mercado nacional.

La propuesta aquí presentada depende de la cuantificación de los cortes primarios, lo que se podría calcular sencillamente por el uso de la ecuación descrita y a partir de sólo dos mediciones simples: el peso de la canal caliente y el grueso de la grasa dorsal (en la última costilla), lo que es aplicable a todas las condiciones de sacrificio y procesamiento que prevalecen en el país.

El valor de la canal (premios o castigos) se calculará por el ajuste dado por el rendimiento porcentual de los cinco cortes primarios, en ocho categorías de peso en canal y el pago se hará en función del valor relativo, dado este por el rendimiento de las porciones de mayor valor de la canal.

## CONCLUSIONES

- Las relaciones encontradas entre la cantidad de cortes primarios y las medidas de la grasa dorsal tomadas en la línea de proceso son importantes, por lo que la predicción de la cantidad de cortes primarios a partir de dichas mediciones es posible y confiable.
- Es posible construir ecuaciones de predicción del valor de las canales a partir de las mismas medidas, dadas las correlaciones de las mismas con el peso de los cortes primarios.
- El peso de la canal caliente tiene mayor importancia sobre el peso de los cortes primarios que de la profundidad de la grasa y ésta a su vez es más importante que la profundidad de la chuleta, dadas estas por el valor de los coeficientes de correlación.
- La norma mexicana NMX-FF-081-1993-SCFI es una herramienta útil para la predicción del contenido de cortes en una canal porcina, sin embargo es urgente y necesario su actualización.
- Con base en la predicción del contenido de cortes es posible desarrollar sistemas de pago diferencial.
- La ultrasonografía puede ser de utilidad para estimar el mérito de la canal en animales vivos como un criterio de selección para mejora genética, tomando en cuenta que la calibración del equipo, debe considerar los aspectos de sistemas de producción regional para el que se este diseñando la ecuación.
- Se considera que el sistema de clasificación propuesto en el presente trabajo para el Estado de Jalisco, debe hacerse extensivo a toda la zona porcícola, tomando en cuenta su revisión y actualización al menos cada dos años.

**BIBLIOGRAFIA**

- 1.- Asghar, A., Gray, J.I., Booren, A.M., Gomaa, E.A., Abouzied, M.M., Miller, E.R., and Buckley, D.J., 1991. Effects of supranutritional dietary vitamin E levels on subcellular deposition of tocopherol in the muscle and on pork quality. *Journal of the Science of food and Agriculture*. 57:31-41.
- 2.- Barton-Gade, P.A., 1987. Meat and fat quality in boars, castrates and gilts. *Livestock Production Science* 16:187.
- 3.- Bejerholm, C. and Barton-Gade, P. 1986. Effect of intramuscular fat level on eating quality of pigmeat. Danish Meat Research Institute, Manuscript No. 720E.
- 4.- Boles, J.A., Parrish, F.C., Skaggs, C.L. and Christian, L.I., 1994. Effect of loading of acid or base on the incidence of pale soft exudative pork (PSE) in stress-susceptible pigs. *Meat Science*. 37:181-194.
- 5.- Cameron, N.D. and Enser, M.B. 1991. Fatty acid composition of lipid in longissimus dorsi muscle of Duroc and British Landrace pigs and its relationship with eating quality. *Meat Science* 29:295-307.
- 6.- Cannon, J.E., Morgan, J.B., Schinidt, G.R., Tatum, J.D., Sofos, J.N., Smith, G.C., Delmore, R.J. and Williams, S.N. 1996. Growth and fresh meat quality characteristics of pigs supplemented with vitamin E. *Journal Animal Science* 74:98-105.
- 7.- Castell, A.G., Cliplef, R.L., Paste-Flynn, L.M. and Butler, G. 1994. Performance, carcass and pork characteristics of castrates and gilts self-fed diets differing in protein content and lysine:energy ratio. *Canadian Journal of Animal Science*. 74:519-528.
- 8.- Cheah, K.S., Cheab, A.M. and Krausgrill, D.I. 1995. Effect of dietary supplementation of vitamin E on pigs meat quality. *Meat Science* 39:255-264.
- 9.- Cisneros, F., Ellis, M., Baker, D.H., Easter, R.A. and McKeith, F.K. 1996. The influence of short-term feeding of amino acid-deficient diets and high dietary leucine levels on the intramuscular fat content of pig muscle. *Animal Science*. 63:517-522.
- 10.- Cisneros, F., Witte, D., Ellis, M., McKeith, F.K. and Baker, D.A. 1998. The influence of dietary lysine level and time of feeding on the intramuscular fat content of pork. *Animal Science* (Submitted).
- 11.- Cuarón, I.J., Velázquez, M.A., Cervantes, L.J. y Angeles, M.A. 1992. Propuesta para la clasificación de canales de cerdo en México. *Desarrollo Porcícola*. N° 3 pp 18-21

- 12.- De Vol, D.L., McKeith, F.K., Bechtel, P.J., Novakofski, J., Shanks, R.D. and Carr, T.R. 1988. Variation in composition and palatability traits and relationships between muscle characteristics and palatability in a random sample of pork carcasses. *Journal of Animal Science*. 66:385-395.
- 13.- Diastre, A. 1990. Informe del Estudio de Armonización de los Métodos de Clasificación de Canales Porcinas en CEE. *Mimeógrafo*.
- 14.- D'Souza, D.N., Warner, R.D., Lewy, B.J. and Dunshea, F.R. 1998. The effect of dietary magnesium aspartate supplementation on pork quality. *Journal of Animal Science*. 76:104-109.
- 15.- Duggan, M.E.R., Aalhus, J.L., Schaefer, A.L. and Kramer, J.K.G. 1997. The effect of conjugated linoleic acid on fat to lean repartitioning and feed conversion in pigs. *Canadian Journal of Animal Science*. 77:723-725.
- 16.- Ellis, M., Webb, A.J., Avery, P.J. and Brown, I. 1996. The influence of terminal sire genotype, sex, slaughter weight, feeding regime and slaughter-house on growth performance and meat quality of pigs and the organoleptic properties of fresh pork. *Animal Science*. 62:521-530.
- 17.- Enright, K.L., Ellis, M., McKeith, F.K., Berger, L.L., Baker, D.H. and Anderson, B.K. 1998. The effects of feeding high levels of vitamin D3 on pork quality. Paper to be presented as the National Meeting of American Society of Animal Science.
- 18.- Essen-Gustavsson, B., Karlsson, A., Lundstrom, K. and Enflat, A.C. 1994. Intramuscular fat and muscle fibre lipid contents of halothane-gene-free pigs fed high of low protein diets and its relation to meat quality. *Meat Science*. 38:269-277.
- 19.- Grisdale, B., M. Hayenga., H.C. Cross., L.L. Cristian., D.J. Meisinger and R.G. Kauffman. 1984. Establishing practical guidelines for pricing market swine. *J. Anim. Sci*. 59:4. 883-891
- 20.- Hoffman. 1994. What is quality? Definitions, measurement and evaluation of meat quality. *Meat Focus International*. 3:73-82.
- 21.- Johnson, L.P., M.F. Miller., K.D. Haydon., and J.O. Reagan. 1990. The prediction of percentage fat in pork carcasses. *J. Anim. Sci*. 68: 4185-4192
- 22.- Kremer, B.T., Sthaly, T.S. and Sebranek, J.G. 1998. Effect of dietary sodium oxalate on meat quality of pork. Proceedings of the Midwestern Section of the American Society of Animal Science. Pp 47 (Abstract).

- 23.- Leach, L.M., Ellis, M., Sutton, D.S., McKeith, F.K. and Wilson, E.R. 1986. The growth performance, carcass characteristics and meat quality of halothane carrier and negative pigs. *Journal of Animal Science*. 74:934-943.
- 24.- Madrazo, A. 1998. Clasificación de canales porcinas. *Revista Porcicultores*. Mayo-Junio/98.
- 25.- Mariani, P., Lundstrom, K., Gustafsson, U., Enfalt, A.C., Juneja, R.K. and Anderson, L. 1996. A major locus (RN) affecting muscle glycogen content is located on pig chromosome 15. *Mammalian Genome*. 7:52-54.
- 26.- Mejía, G.C.A., Montaña, B.M., Velázquez, M.A. y Cuarón, J.A. 1997. Predicción ultrasonográfica del rendimiento magro en cerdos. *Memorias de la reunión Anual de Investigación Pecuaria en México*. Veracruz, 1997. P 56
- 27.- Mejía, G.C.A., Montaña, B.M., Velázquez, M.A., y Cuarón, J.A. 1999. Estimación *in vivo* del Rendimiento de las Canales Porcinas Mediante Ultrasonografía. *Tec. Pecu. Mex.* Vol 37 N° 2
- 28.- Metz, S.H.M. and Dekker, R.A: 1981. The contribution of fat mobilisation to the regulation of fat deposition in growing Large White and Pietrain pigs. *Animal Production* 33:149-157.
- 29.- Miller, K.D. 1998. The detection and characterization of pigs with differing glycolytic potential levels within United States Swine Populations Ph.D. Thesis, University of Illinois at Urbana-Champaign, IL., USA.
- 30.- MLC, 1991. Stotfold Pig Development Unit. Second Trial Result. Meat and Livestock Commission, Milton Keynes. England.
- 31.- MLC, 1997. Pig Yearbook. Meat and Livestock Comisión, Milton Keynes. England.
- Monin, G. and Séllet, P. 1985. Pork of low technological quality with a normal rate of muscle pH fall in the immediate post-mortem period: The case of the Hampshire breed *Meat Science*. 13:49-63.
- 32.- Norma Oficial Mexicana. NMX-FF-081-1993. Productos pecuarios-Carne de cerdo en canal clasificación. Junio 9 de 1993.
- 33.- NPPC, 1995. Genetic Evaluation: Terminal Line Program Result. National Pork Producers Council. Des Moines, IA. NRC. 1998. Nutrient Requirements of Swine (Tenth Revised Edition) National Academy Press.
- 34.- Orcutt, M.W., J.C. Forrest., M.D. Judge., A.P. Shinckel & C.H. Huei. 1990. Practical Means for estimating pig carcass composition. *J. Anim. Sci.* 68: 3987-3997

- 35.- Pork Challenge test, *World Pork Expo 1990*. Ames Iowa. Agosto 1990. Pp 62
- 36.- Rook, A.J. & M. Ellis. 1987. Relationships between body chemical composition, physically dissected carcass parts and backfat measurements in pigs. *Anim. Prod.* 44: 263-273.
- 37.- Sayre, R.N., Briskey, E.J. and Hoeskstraw, W.G. 1963. Comparison of muscle characteristics and postmortem glycolysis in tree beeds of swine. *Journal of Animal Science.* 22:1012-1020.
- 38.- Thiel, R.L., Sparks, J.C., Wiegand, B.R., Parrish, F.C. and Ewan, R.C. 1998. Conjugated linoleic acid improves performance and body composition in swine. *Journal of Animal Science.* 76:61 (Abstract).
- 39.- Topel, D.G., Miller, J.A., Berger, P.J., Rust, R.E., Parrish, F.C.Jr. and Ono, K. 1976. Palatability and visual acceptance of dark, normal and pale colored porcine *m. longissimus*. *Journal of Food Science.* 41:628-630.
- 40.- Velázquez M.P.A. 1998. Evaluación de canales y calidad de la carne de cerdo. La Piedad, Mich. 20-21 de Julio., Hermosillo, Son. 23-24 de Julio de 1998. Asociación Americana de Soya. *Memorias*.
- 41.- Velázquez, M.P.A., Belmar, C.R., 1998. Predicción del contenido de cortes primarios en canales porcinas. INIFAP
- 42.- Velázquez, M.P.A., Belmar, C.R. 1997. Relación del peso de la canal caliente con la cantidad de grasa dorsal y cortes magros en canales porcinas. *Memorias de la Reunión Anual de Investigación Pecuaria en México. Veracruz, 1997. Nov. de 1997. P 187*
- 43.- Velázquez, M.P.A. y Cuarón, I.J. 1995. Estimación de cortes primarios en canales porcinas según la Norma Mexicana (NMX-FF-81-1993-SCFI) y con un dispositivo electrónico. *Vet. México.* 26.Supl. 12 p 401
- 44.- Wood, J.D., Jones, R.C.D., Francombe, M.A. and Whelehan, O.P. 1986. The effect of fat thickness and sex on pig meat quality special reference to the problems associated with overleaness. 2. laboratory and trained taste panel result. *Animal Production.*

**ANEXOS**

Fecha \_\_\_\_\_

Nombre del Productor: _____
Domicilio: _____
Teléfono: _____ Municipio: _____
Nombre de la Granja: _____
Localización: _____

Razas que maneja: _____
Línea Materna: (Reemplazos) _____
Línea Terminal: _____
Autoreemplazos            si (    )            no (    )

Tipo de Alimentación:
Alimento Comercial (Marca) _____
Concentrado (Marca) + Grano: _____
Premezcla (Marca) + Grano + Oleaginosa: _____
_____
Otros: _____

