Diseño de un sistema de control de desposte y caracterización de la canal de res para la Planta de Cárnicos de la Escuela Agrícola Panamericana

Daniel Enrique Graugnard Torres

Honduras
Diciembre, 2004

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

Diseño de un sistema de control de desposte y caracterización de la canal de res para la Planta de Cárnicos de la Escuela Agrícola Panamericana

Proyecto especial presentado como requisito parcial
para optar al título de Ingeniero Agrónomo
en el grado Académico de Licenciatura

Presentado Por:

Daniel Enrique Graugnard Torres

Honduras
Diciembre, 2004

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan derechos de autor

_____

Daniel Enrique Graugnard Torres

Honduras
Noviembre, 2004

Diseño de un sistema de control de desposte y caracterización de la canal de res para la Planta de Cárnicos de la Escuela Agrícola Panamericana

Presentado por:

Daniel Enrique Graugnard Torres

Aprobado:

Adela Acosta, D.C.T.A. Asesora Principal	Raúl Espina, Ph. D. Coordinador de la Carrera de Agroindustria
Isidro Matamoros, Ph. D. Asesor	Aurelio Revilla, M.S.A. Decano Académico Interino
	Kenneth Hoadley, D.B.A. Rector

DEDICATORIA

A Dios por permitirme realizar este proyecto.

A mis padres Manuel y Fredezvinda por todo el apoyo, el cariño y el respaldo que me han dado.

A mis colegas por todas las vivencias a lo largo de mis estudios en Zamorano y en especial a Miguel Montoya por todos los buenos y malos momentos compartidos.

AGRADECIMIENTOS

A mis asesores Adela Acosta, Isidro Matamoros y Raúl Espinal por sus consejos y apoyo incondicional.

Al personal de planta que colaboró con la realización del estudio.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Al Ministerio de Agricultura y Ganadería de Honduras por el apoyo económico brindado.

Resumen

Graugnard, Daniel. 2004. Diseño de un sistema de control de desposte y caracterización de la canal de res en la Planta de Cárnicos para la Escuela Agrícola Panamericana. Proyecto de Graduación de Programa de Ingeniería Agroindustrial. Zamorano, Honduras. 22p.

La Planta de Cárnicos durante años ha acumulando registros de sus operaciones y no existe una base de datos que procese esta información para poder proporcionar porcentajes de rendimiento y eficiencias de los procesos. Por lo cual, el objetivo de este proyecto fue diseñar un sistema de control de rendimientos en el desposte que facilite el manejo de rendimientos y proporcione un medio de control para las mermas. De la misma manera se realizó una evaluación de la calidad de las canales despostadas en la planta y una caracterización porcentual de los cortes comerciales e industriales obtenidos a partir de las mismas. Se analizaron los datos de 80 novillos entre 18-30 meses de edad con un peso de canal caliente entre 130-210 kg. Como resultado se estableció un sistema de control de desposte que consta de formatos fáciles de utilizar que alimentan una base de datos electrónica que permite obtener reportes puntuales de rendimientos y eficiencias por empleado responsable. Se realizó una relación lineal entre el peso de canal caliente, grasa pélvica, corazón y riñonada y área del lomo; para obtener el porcentaje de rendimiento de la canal en cortes obteniendo una R^2 de calibración de 0.78. Las canales despostadas se encuentran entre 84 y 86 por ciento de rendimiento en cortes y obtuvieron el grado de calidad Standard según las categorías de grado de calidad del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Palabras claves: calidad, registros, rendimiento

_____

Adela Acosta, D.C.T.A.

CONTENIDO

Portadilla……. i
Autoría…… ii
Paginas de firmas…… iii
Dedicatoria…….. iv
Agradecimientos……. v
Agradecimiento a patrocinadores……... vi
Resumen…….. vii
Contenido……..... viii
Índice de cuadros…… ix
Índice de figuras…….. xi
Índice de anexos…….. xii

1. **INTRODUCCIÓN** 1
1.1 ANTECEDENTES 1
1.2 JUSTIFICACIÒN DEL ESTUDIO 1
1.3 LÌMITES DEL ESTUDIO 1
1.4 OBJETIVOS 2
1.4.1 Objetivo general 2
1.4.2 Objetivos específicos 2

2. **REVISIÓN DE LITERATURA** 3
2.1 ANTECEDENTES 3
2.2 INFLUENCIA DEL CLIMA EN EL ANIMAL 3
2.3 PRINCIPALES RAZAS DE BOVINOS PARA CARNE 4
2.3.1 Aberdeen Angus 4
2.3.2 Brahman 4
2.3.3 Brangus 5
2.3.4 Charoláis 5
2.3.5 Gyr 5
2.3.6 Hereford 6
2.3.7 Shorthorn 6
2.3.8 Santa Gertrudis 6
2.4 FACTORES DE CALIDAD DE LA CARNE 6
2.5 CARACTERÌSTCAS ORGANOLÈPTICAS DE LA CARNE 7
2.5.1 Capacidad de retención de agua (CRA) 7
2.5.2 Color 8
2.5.3 Terneza 8

2.5.4 Madurez fisiológica 9
2.5.5 Grasa infiltrada..... 9
2.5.6 Textura 9
2.5.7 Aroma y sabor..... 10
2.5.8 Consistencia 10
2.6 CATEGORIZACIÓN..... 10
2.6.1 Grados de calidad según el USDA..... 11
2.6.2 Grados de rendimiento según el USDA..... 12

3. **MATERIALES Y MÉTODOS**..... 13
3.1 SISTEMA DE CONTROL DE DESPOSTE..... 13
3.2 DETERMINACIÓN DE RENDIMIENTO DE CANAL 13
3.3 GRADO DE CALIDAD 14
3.3.1 Madurez fisiológica 14
3.3.2 Cantidad de grasa intramuscular..... 14

4. **RESULTADOS Y DISCUSIÓN** 17
4.1 FORMATOS DE CONTROL DE SACRIFICIO Y DESPOSTE 17
4.2 BASE DE DATOS..... 17
4.3 DETERMINACIÓN DE RENDIMIENTO DE CANAL 17
4.4 CARACTERIZACIÓN DE CORTES 18
4.5 GRADO DE CALIDAD 19
4.5.1 Madurez fisiológica 19
4.5.2 Cantidad de grasa intramuscular..... 20

5. **CONCLUSIONES** 22

6. **RECOMENDACIONES** 23

7. **BIBLIOGRAFÍA**..... 24

8. **ANEXOS**..... 26

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1. Grados de madurez según el USDA ..…….. 14
2. Clasificación por marmoleo según el USDA ……. 15
3. Resultados del análisis estadístico……... 18
4. Grados de rendimiento……. 18
5. Porcentaje de cortes con respecto a la canal de res…….…..…… 19

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1. Tabla de evaluación visual del USDA…….. 15

2. Grados de calidad según el USDA …….. 16

3. Grado de calidad Standard (USDA) …… 20

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1. Formato para sacrificio de res……..……. 27

2. Formato para desposte de res……..…….. 28

3. Procedimientos de operaciones estándar para desposte de res…….. 29

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La planta de cárnicos de Zamorano ha operado durante varios años sacrificando grupos heterogéneos de reses, por lo que no ha sido posible determinar los rendimientos en cortes comerciales e industriales obtenidos de la canal. Debido a esta falta de información se dificulta la proyección de los cortes destinados a procesamiento y a venta de carne fresca.

Por otra parte el proceso de desposte da cabida a mucho error por la falta de un sistema de control al momento de hacer el inventario, además los datos obtenidos no son analizados ni evaluados por lo que no se sabe cual es el desempeño del equipo de trabajo en el área de deshuese.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Actualmente no existe una base de datos de los porcentajes de rendimiento de cada canal en los distintos cortes realizados, lo cual es necesario para facilitar los inventarios y poder tener un control de las mermas en el área de desposte.

En estos momentos la planta de cárnicos no diferencia los cortes que venden dependiendo de la calidad de la canal de donde provienen, los resultados de este estudio pueden ser la base para realizar estudios posteriores que permitan diseñar una estrategia de mercado para una mejor comercialización o establecer un plan de negocios dependiendo de los requerimientos del mercado.

1.3 LÍMITES DEL ESTUDIO

El estudio se realizará en la planta de cárnicos de Zamorano, y se utilizará un grupo homogéneo de novillos del hato de ganado de carne de Zamorano. Se pretende utilizar los resultados para uso interno de la planta pero también con la intención de establecer un modelo que sea utilizado para impulsar nuevas propuestas y futuros proyectos en el área de comercialización y mercadeo.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Diseñar un sistema de control de desposte de canales de res.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Catalogar las reses sacrificadas en la planta de cárnicos según el estándar de grados de calidad del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés).

- Realizar una caracterización del porcentaje de rendimiento de los cortes que conforman la canal de res.

- Diseñar un libro electrónico capaz de facilitar los resultados de rendimiento en porcentajes, partiendo de los datos de desposte.

- Establecer Procedimientos Operacionales Estándar de desposte de res.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES

A pesar de la gran variedad de ganado que se explota en América Latina la producción aún no es satisfactoria debido a varios factores. Una explicación es que la mayoría de los animales son de raza criolla que produce carne de baja calidad y en pequeñas proporciones y la otra causa es el mal manejo de la unidades, que incluye una alimentación desbalanceada, mala prevención de plagas y enfermedades que trae como consecuencia una alta mortalidad (Koeslag, 1998).

El concepto de conformación física ideal del bovino varía de acuerdo con los fines a los cuales se destinen estos animales; pueden ser bovinos productores de carne, de leche o de doble propósito. No es posible hablar de características determinadas para cada uno de ellos, tampoco se puede hablar de un tipo de bovino para todas las situaciones ya que estos varían según el clima, la alimentación y el manejo de ellos (Torre *et al.*, 2001).

Los bovinos productores de carne tienen el cuerpo amplio y profundo, de aspecto compacto y corto. Sus extremidades son cortas y aplomadas y tienen abundantes masas musculares. Tienen piel suelta, fina, elástica, plegable y de tacto suave. Su pelo es fino y sedoso. Aparte de su conformación, otro aspecto importante en la producción de carne es la precocidad, que es la capacidad del animal para desarrollarse y llegar a la madurez sexual con un buen manejo y una alimentación adecuada. El animal precoz es de tamaño mayor que el resto de los animales (Koeslag, 1998).

En cuanto a los bovinos de doble propósito estos resultan del cruce entre *bos taurus* y *bos indicus* con el fin de obtener animales capaces de producir leche, carne y al mismo tiempo adaptarse a las condiciones climáticas (Boggs y Merkel, 1982).

2.2 INFLUENCIA DEL CLIMA EN EL ANIMAL

El clima afecta el organismo de los animales. Los efectos pueden ser considerables, especialmente en animales que permanecen largo tiempo a la intemperie. Por ejemplo, los animales que en clima templado logran un peso vivo de 500 kg. en dos años y medio, necesitan hasta 5 años para obtener un peso similar en regiones tropicales (Price, 1976).

Según Price (1976), el tipo de ganado a criar varía según la temperatura. El ganado Europeo soporta un clima de 5 hasta 20 ºC. El ganado Cebú se desarrolla bien en temperaturas de 10 hasta 40 ºC. Debajo de estas temperaturas, el animal gasta parte de su energía en mantener su calor corporal. Cuando se presentan temperaturas por arriba de las mencionadas, el animal reduce su producción de calor y come menos. El clima también ejerce una gran influencia sobre la producción, calidad y cantidad de los forrajes que sirven de alimento a los animales. Este influye también en la dispersión de los microorganismos, parásitos e insectos que afectan la salud de los bovinos.

2.3 PRINCIPALES RAZAS DE BOVINOS PARA CARNE

Existe una gran diversidad de bovinos tanto de carne como de doble propósito. Vale la pena aclarar que en comparación con el ganado europeo (*bos taurus*), el Cebú (*bos indicus*) tiene ciertas ventajas de acuerdo a las condiciones climáticas de Honduras. Esto se debe a un metabolismo más bajo, mayor número y tamaño de glándulas sudoríparas y un mayor crecimiento. Su piel pigmentada y los pelos de color claro lo protegen de las radiaciones solares. Una mayor absorción y una excreción reducida de agua le permiten soportar mejor las sequías. El Cebú es más resistente en condiciones de baja nutrición ya que requiere menos alimento (Koeslag, 1998).

2.3.1 Aberdeen Angus

Esta raza es originaria de Escocia. En el mundo ganadero actualmente es conocida como Angus -en la cual existe además del negro un creciente interés por el pelaje colorado-, se caracteriza por su sobresaliente fertilidad y habilidad maternal, gran precocidad sexual y productiva, alta capacidad de crecimiento y excelente rendimiento al gancho, además de ofrecer carne de insuperable calidad ya que tiene una fuerte tendencia a formar grasa y produce una carne con un alto porcentaje de marmoleo. El Angus es de tamaño pequeño; la altura del animal adulto es de 1.30 m. Estos animales no son muy exigentes. Se desarrollan en terrenos quebrados y no precisamente fértiles. El cuerpo del Angus es compacto y musculoso. Sus extremidades son cortas. Cuando se le suministra una dieta con suficiente concentrado, puede finalizarse a los 9 meses (SENASA, 2003).

2.3.2 Brahman

La raza Brahman fue desarrollada en los Estados Unidos, a partir de diferentes razas originales de Cebú. Características sobresalientes de esta raza revirtiendo la tendencia milenaria del ganado cebuino, el Brahman lleva casi un siglo de selección específica acelerando su tasa de crecimiento a edad temprana, reduciendo su peso adulto final. Ofrece la combinación incomparable del las siguientes características: Crecimiento

rápido, terminación precoz, abundante músculo, conformación ideal, precocidad sexual, pariciones regulares y mansedumbre. Como raza cruzante, se ha constituido en un aporte insustituible para la producción de novillos aptos para diversos destinos, con gran aceptación de sus carnes en los cinco continentes (Koeslag, 1998).

2.3.3 Brangus

Como su nombre lo indica, esta raza proviene del cruce de la raza Brahman y Angus. Es originaria de los Estados Unidos. En la raza Brangus se amalgaman aspectos tales como adaptación, rusticidad, longevidad, supervivencia, conjuntamente con precocidad sexual, habilidad materna, buen desempeño en la invernada, conformación carnicera y calidad de carnes. En los procesos de engorde, el novillo Brangus, por su tolerancia al calor y resistencia a ectoparásitos, logra buenas ganancias de peso durante los meses calientes, cuando otros novillos frenan su ganancia diaria. En faena, los novillos Brangus producen canales de alta calidad, sin excesos de gordura, con altos rindes carniceros, justa terminación, hueso liviano, abundantes músculos, alcanzando niveles de rendimiento de faena promedio del 61% (SENASA, 2003).

2.3.4 Charoláis

Su país de origen es Francia. El ganado Charoláis tiene un color blanco crema. Los ejemplares de Charoláis son animales altos y largos con buen despegue del suelo, hombros salientes y caderas profundas con canal de parto flexible. Su conformación muscular es bien desarrollada, pero no exageradamente marcada, el animal desarrolla cierta armonía muscular sin delimitaciones tan marcadas entre músculos. La piel de mediano espesor, suave, flexible y de color rosado. El pelo corto, brillante, de un solo color blanco o trigo, sin manchas o lunares. Mucosas rosadas o despigmentadas (SENASA, 2003).

2.3.5 Gyr

Es originaria de la india pero se ha perfeccionado en Brasil. Los animales son de tamaño mediano, son cuerpo bien proporcionado, líneas nítidas y constitución robusta y temperamento dócil. En su composición son firmes y anchos, modernamente largos y bien cubierto de carne desde la crin hasta las ancas. Las patas son moderadamente cortas y bien a plomo. Es la raza que alcanzó la mayor pureza racial productora de carne y de linajes de elevada aptitud lechera (Koeslag, 1998).

2.3.6 Hereford

Esta raza es originaria de Inglaterra. Son de color rojo, excepto la cabeza, el vientre y las partes bajas de la patas que son de color blanco. Entre las características más sobresalientes, ofrecen excelente tamaño, crecimiento y masa muscular. Pruebas realizadas han demostrado la excelente conversión de pasto a carne que esta raza tiene. Los Hereford son reconocidos por su alto poder de adaptación al medio ambiente. En verano lucen lustrosos y en invierno tienen un pelaje tupido y abundante (SENASA, 2003).

2.3.7 Shorthorn

Esta raza se conoce también como Dirham, por el condado ingles de donde es originaria. Su principal característica son sus cuernos cortos, de allí su nombre. El Shorthorn puede ser colorado, blanco o una combinación de los dos. Entre sus cualidades principales el Shorthorn, es muy productivo para las condiciones pastoriles, además de la gran aptitud materna que se traduce en crías con altos pesos al destete, rusticidad, fertilidad, facilidad de parto y calidad carnicera (SENASA, 2003).

2.3.8 Santa Gertrudis

Este es el resultado de las razas Brahman y Shorthorn. El cruce se realizó en los Estados Unidos. Estos animales soportan climas tropicales tanto como el Cebú y producen carne buena y tan abundante como el Shorthorn. Esta raza es de buen tamaño. Los toros adultos pesan regularmente 700-800 Kg y las vacas de cría promedian 450-500 Kg. Su esqueleto fuerte, está cubierto por grandes masas musculares, principalmente en su parte posterior. Piel suelta. Los toros presentan una leve giba en la cruz. Su color es de un atrayente rojo cereza y su pelo corto y suave. Es de dócil manejo. Las vacas son muy buenas madres y cuidan bien a sus terneros. Por otro lado, presenta buena adaptación a los climas subtropicales y templados; toleran el calor y aprovechan los pastos duros. Los terneros, al nacer finos y alargados, no presentan problemas de parición. La precocidad es una de las cualidades que ha dado renombre a la Raza. El Santa Gertrudis produce carne de excelente calidad con aceptable cantidad de grasas, con mayor rendimiento en el cuarto posterior. Es tierna, de excelente sabor, buen color y con moderada grasa intramuscular (SENASA, 2003).

2.4 FACTORES DE CALIDAD DE LA CARNE

Desde hace mucho tiempo era costumbre calificar al animal productor de carne no solo por su peso, sino por su apariencia y la calidad de su carne. Esto se realizaba por personal

con experiencia en el juicio de la conformación de los animales y por especialistas en carnes, que evaluaban color, la superficie de los cortes y el marmoleo. Los consumidores estaban conformes en pagar precios más altos por aquellas carnes consideradas de mejor calidad. Sin embargo, no ha sido hasta muy reciente que para racionalizar todos estos juicios subjetivos se han desarrollado detalladas técnicas analíticas y sensoriales que permiten un mejor conocimiento de los parámetros que definen la calidad. En calidad de carne influyen una variadísima gama de factores, como pueden ser la raza del animal, selección genética de que ha sido objeto, cruces, manejo de la explotación, alimentación, transporte al matadero, estimulación eléctrica, sangrado, congelación, tenderización, distribución de canales y preparación culinaria (Ziegler, 1968).

Las características de la calidad de la carne dependen de la finalidad a la que se destine: consumo directo o industrialización. Sin lugar a duda en los últimos años se ha avanzado rápidamente en la obtención de canales de óptima calidad. Debido, por una parte, a las mayores exigencias en los aspectos nutritivos, higiénicos y dietéticos por parte del consumidor; y por otra parte, a la demanda industrial de materias primas normalizadas que se adapten a los esquemas de producción (Llorente y Aldama, 1987).

2.5 CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA CARNE

Los parámetros de calidad de la carne, que son evaluados de forma consciente e inconsciente por el consumidor, constituyen las características organolépticas. Las características organolépticas son el conjunto de propiedades perceptibles por nuestros sentidos que demandan y cuantifican los consumidores directamente. Las características organolépticas más importantes son el color, la blandura o terneza, la jugosidad, el aroma y sabor, la textura y aspecto (Fischer *et al.*, 1973).

2.5.1 Capacidad de Retención de Agua (CRA)

Afecta al aspecto general de la carne, especialmente después de condimentada, y a la impresión de jugosidad en el momento de la masticación. La capacidad de retención de agua suele disminuir gradualmente después de la muerte de la res.

El pH influye en la CRA, pues afecta las cargas de las proteínas de forma que la retención es mínima en el punto isoeléctrico, que se obtiene, en general, durante la glicólisis posterior a la muerte, y es máxima cuando el pH del músculo continúa alto. La actividad antes del sacrificio sin que se recuperen sus reservas de energía hace que los músculos sean algo deficientes en el glucógeno y, por consiguiente, el pH final será alto, conservándose CRA elevada (Torre *et al.*, 2001).

2.5.2 Color

El color de la carne depende de la cantidad de mioglobina del músculo. Según Swatland (2000), no solo depende de su concentración, sino también del estado de oxidorreducción. El color de la carne está influido por la capacidad de retención de agua, ya que cuando tiene agua ligada absorbe más radiaciones y refleja pocas, dando una impresión de carnes mucho más oscuras, mientras que cuando el agua esta libre se refleja mayor proporción de la radiación, dando apariencia mucho más clara. El color del músculo también es una indicación de la historia del animal del que procede. La función de la mioglobina muscular es mantener su actividad. Así los músculos más oscuros contienen más mioglobina y corresponden a los que se han ejercitado más vigorosamente.

Otro aspecto es el color de la grasa, que puede indicar la edad y el tipo de alimentación del animal. Así, de la grasa oscura de una vaca se puede deducir que el pigmento naranja (carotenoides) del pasto que ha comido se ha acumulado en ella. Si el animal ha pasado por un periodo de alimentación pobre habrá consumido su propia grasa, y el pigmento se concentra en la restante. Generalmente la grasa de las vacas y animales viejos es mucho más oscura que la de los animales jóvenes que han sido engordados expresamente para carne (Llorente y Aldama, 1987).

Para evaluar el color de la carne se puede emplear un refractómetro. Suele utilizarse una escala subjetiva de 1 a 7, donde 1 seria el rosa claro y el 7 el rojo oscuro intenso. En cuanto al color de la grasa se evalúa en una escala similar en que el 1 seria blanca y el 7 amarilla oscura (Torre *et al.*, 2001).

2.5.3 Terneza

La blandura, terneza o ternura, sin significación apenas respecto a valor nutritivo, es fundamentalmente para juzgar la calidad. Define la facilidad con que la carne se mastica; su antagónico es la dureza. También aquí influye decisivamente la actividad fisiológica del animal. También influye en la terneza la cantidad de colágeno en el tejido conjuntivo que rodea el músculo (los animales jóvenes tienen casi igual cantidad de colágeno que los adultos, pero de mayor solubilidad con lo que su carne es mas tierna) y grasa y la distribución de ambos, siendo mas dura la carne cuando mas abundante es en colágeno. Por el contrario, a mayor contenido en grasa más tierna es la carne. Por ultimo, existe una relación inversa entre terneza y la cantidad de proteína del músculo y de ciertos iones como zinc y manganeso (Ziegler, 1968).

Otro factor influyente en la terneza es la edad del sacrificio, con la que cambia la proporción músculo/grasa y aumenta el grosor de fibras y la cantidad de tejido conjuntivo. El calcio también afecta la terneza de la carne, ya que provoca mayor contracción (Llorente y Aldama, 1987).

La resistencia al corte de Warner-Blatzer es la forma más usual de la medida instrumental de la terneza. La medida subjetiva de la terneza se hace en un panel de degustación mediante pruebas escalares, asignando una nota (Torre *et al*, 2001).

2.5.4 Madurez Fisiológica

La madurez fisiológica es un buen indicador de la suavidad y textura de la carne, sin embargo la edad de los animales no refleja completamente la madurez fisiológica del cuerpo del animal. Las distintas razas y sexo (hembra, macho, castrado) poseen patrones distintos de crecimiento. Los grados de madurez tienen una equivalencia en meses de vida que esta determinada por la madurez de la estructura ósea de la canal y la de la carne. La madurez del hueso implica la osificación del cartílago y la forma de las vértebras. La madurez de la carne incluye el color y la textura (USDA, 1997).

2.5.5 Grasa Infiltrada

Es la grasa intramuscular o marmoleo, que evitan la sequedad de la carne. Existe una cantidad ideal de grasa infiltrada, así como una distribución ideal. La falta de grasa de infiltración da carnes más fibrosas, menos jugosas y de peor sabor. La jugosidad también está fuertemente ligada pH de la carne. Es un carácter importante para valorar la carne, ya que, según Campion y Crouse (1976) ésta grasa intramuscular contribuye al buen sabor, jugosidad y aroma.

La escala utilizada es subjetiva y los grados empleados por el Departamento de Agricultura de los Estado Unidos son: inexistente, trazas, ligera, pequeña, moderada, media, poco abundante, moderadamente abundante y abundante. A su vez, cada una de estas nueve categorías puede subdividirse en negativa o positiva, con lo que tendríamos una escala total de 1 a 27 (USDA, 1997). El contenido de la grasa intramuscular también se puede determinar por extracción con éter por el metodo Soxhelt en el longissimus dorsii a partir de la 12 ava. costilla (AOAC, 1999).

2.5.6 Textura

Es la sensación que percibe el consumidor frente a la carne y que abarca un conjunto de de impresiones tanto visuales como táctiles. Está relacionada con una serie de parámetros como firmeza, terneza, capacidad de retención de agua, jugosidad, color, etc. La textura depende del número y tamaño de los paquetes de fibra contenidas en el músculo. También existen diferencias de textura entre diferentes músculos de un mismo animal.

Suele medirse en una escala de 1 a 7, donde 1 es la textura muy blanda y el 7 muy dura (Torre *et al.*, 2001).

2.5.7 Aroma y Sabor

El aroma y sabor vienen determinados por una amplia gama de compuestos químicos presentes en concentraciones muy pequeñas, que no afectan al valor nutritivo, pero si a la aceptabilidad. El sabor depende, pues de la carnosita, nucleótidos, ciertos aminoácidos libres, acción de microorganismos y presencia de ácidos grasos libres y del grado de lipólisis de la carne. La coloración va asociada al sabor de la carne. La carne muy pálida puede considerarse insípida, y la muy oscura demasiado sápida. Existe un olor y sabor óptimo. Tanto en la carne cruda como en la carne cocida existen fracciones volátiles y no volátiles; las diversas combinaciones de estos cuatro componentes son las responsables del aroma de dicha carne. De este modo pueden existir compuestos de la carne cruda que no sean en si aromáticos hasta que no sufran la acción del calor de la cocción. La mayor parte de los compuestos volátiles responsables del aroma son derivados de los lípidos. La medida del aroma se efectúa en panel de degustación y suele hacerse en una escala en donde el uno es extremadamente desagradable y el 7 es extremadamente agradable (Fischer *et al.*, 1973).

2.5.8 Consistencia

El aspecto depende de la relación magro/grasa, de la capacidad de retención de agua y de la consistencia, prefiriendo el consumidor carnes mas firmes. La consistencia viene definida por el entramado de colágeno de sostén y, sobre todo, por la composición de ácidos grasos de los lípidos musculares, fundamentalmente por los niveles de ácido esteárico, que aumentan la consistencia, y los de ácido linoléico, que la disminuyen. La consistencia puede medirse con una puntuación de 1 a 7, siendo el 1 totalmente firme y el 7 totalmente blanda (Ziegler, 1968).

2.6 CATEGORIZACIÓN

Después que la carne ha sido inspeccionada para determinar si es sana, los productores y procesadores pueden solicitar que un clasificador federal asigne un grado de calidad. El Servicio de Mercadotecnia Agrícola del USDA es la agencia encargada de asignar los grados de calidad a la carne. Las empresas que solicitan que se clasifiquen sus productos, deben pagar por este servicio. La determinación de grados de calidad de la carne implica una evaluación de características en cuanto a lo suave, jugosa y sabrosa que pueda ser.

Los grados de calidad del USDA se basan en normas federales de calidad que se aplican de manera uniforme en los Estados Unidos, de manera que no importa ni dónde, ni cuándo el consumidor compra carne clasificada dado que ésta ha pasado por el mismo sistema riguroso de clasificación. La clasificación se estampa en el cuerpo del animal muerto o en la media res y generalmente no se puede ver en los cortes ofrecidos a la venta. Sin embargo, la etiqueta de los paquetes en que se comercializa la carne, mostrará el emblema de clasificación, siempre y cuando ésta haya sido clasificada. El símbolo y el texto que lleva el emblema de clasificación no están protegidos más que por los derechos de autor; sin embargo, en virtud de la Ley de Veracidad en el Etiquetado, es ilegal falsificar el sello o utilizar un lenguaje en la etiqueta que induzca a error (USDA, 1997).

2.6.1 Grados de Calidad Según el USDA

Prime (óptima): proveniente de animales jóvenes bien alimentados. Tiene abundante marmoleo y generalmente se vende en restaurantes y hoteles. Los asados y filetes de esta categoría se prestan muy bien al cocimiento al calor seco (como asar al horno, a la parrilla, o a la brasa).

Choice (preferido): ésta es carne de alta calidad, pero contiene menos marmoleo que la de calidad superior. Los cortes, de esta clase, provenientes del lomo y las costillas, son muy tiernos, jugosos y sabrosos, y como los de grados superiores, se prestan para cocimiento al calor seco. Muchos de los cortes menos tiernos como los de la cadera, del cuarto delantero o paleta, se pueden también cocinar al calor seco, pero se deberá tener cuidado de no cocinarlos demasiado. El uso de un termómetro para alimentos permite saber con exactitud el punto a que se debe cocinar y asegura que se alcance una temperatura adecuada: 62.77 ºC para semicruda; 171.11 ºC; para término medio; y 76.66 ºC para bien cocido.

Select (selecto): la carne de este grado tiene una calidad muy uniforme y normalmente es más magra que la de grados superiores. Es bastante tierna, pero como tiene menos marmoleo, puede ser menos jugosa y sabrosa que la de grados superiores. Solamente los cortes más tiernos (lomo, costillas, filete) se deben cocer al calor seco. Los otros cortes se deben de adobar antes de cocinar o cocinar con métodos al calor húmedo para que queden lo más tiernos y sabrosos posible.

Standard y Commercial (grados promedio y comercial): se venden frecuentemente como carnes sin clasificar o como producto exclusivo de la tienda.

Utility, Cutter y Canner (utilitario, cortado y para enlatado): muy rara vez se venden al por menor. Se utilizan más bien en la producción de carnes molidas y productos procesados.

2.6.2 Grados de Rendimiento Según el USDA

Los grados de rendimiento van del 1 al 5 e indican la cantidad de carne que se puede utilizar de cada animal. El grado 1 de rendimiento es el grado superior y denota la más alta proporción de carne magra con respecto a la cantidad de grasa; el grado 5 de rendimiento es la que tiene la proporción más baja.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se sacrificaron 80 novillos entre 18-30 meses de edad con un peso en canal caliente entre 130-210 kg, los cuales fueron evaluados en su rendimiento de cada corte, se determinó la relación de distintas características de la canal con el porcentaje de rendimiento de la misma y se evaluó su calidad de acuerdo a los estándares diseñados por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).

3.1 SISTEMA DE CONTROL DE DESPOSTE

Para llevar acabo un control adecuado del desposte de las canales de res se diseñaron hojas de registro para la toma de datos que incluyen el peso de canal caliente, peso de canal frío, peso por cada corte obtenido y suma total de peso de carne fresca en sus distintos cortes. Las hojas diseñadas son sencillas y fáciles de utilizar para que cada empleado del área de desposte pueda apuntar los datos.

El sistema diseñado incluye un libro electrónico capaz de facilitar los resultados de rendimiento en porcentajes, partiendo de los datos de desposte.

3.2 DETERMINACIÓN DE RENDIMIENTO DE CANAL

Para la determinación de rendimiento de canal se consideraron tres factores principales: área del lomo a la 12ava costilla, cantidad de grasa del corazón, pélvica y riñonada y peso de canal caliente. Estos factores se relacionaron con el rendimiento total de cortes comercializables utilizando el método de regresión de cuadrados mínimos parciales. Una vez que se obtuvo una ecuación relacionando características de la canal con su rendimiento se tomaron 15 reses con las mismas características y se comparó el rendimiento esperado con el rendimiento real de las canales.

Los rendimientos totales de cortes se obtuvieron de un promedio diario de rendimiento en el área de desposte (Entre 3-7 animales despostados por día). Se utilizó un promedio diario en vez de un rendimiento individual para permitir el flujo normal de las operaciones de la planta.

La fórmula de rendimiento establecida por el USDA para obtener el grado de rendimiento no fue empleada en este caso ya que de acuerdo a pruebas preliminares realizadas, la

fórmula no responde a canales con las características (peso menor al límite de confianza y ausencia de grasa subcutánea) de las empleadas en el estudio actual.

Finalmente se efectuó una evaluación del rendimiento del desposte en los principales cortes comerciales que conforman la canal. Se realizó mediante un análisis univariado, se obtuvieron los pesos de cada corte que permitieron sacar un porcentaje de cada corte que corresponde a la canal.

3.3 GRADO DE CALIDAD

El grado de calidad se fundamentó en la madurez fisiológica y en la cantidad de grasa intramuscular (USDA, 1997).

3.3.1 Madurez Fisiológica

Los grados de madurez utilizados se muestran en el cuadro1.

Cuadro 1. Grados de madurez según el USDA

GRADO DE MADUREZ	EDAD (meses)
A	9-30
B	30-42
C	42-72
D	72-96
E	>96

Fuente: USDA, 1997

Para la evaluación de madurez se consideró la osificación de las vértebras toráxicos, la cantidad de dientes (muda de los molares), la coloración de los músculos, la coloración de la grasa subcutánea, y la coloración de los metacarpos y metatarsos. De la misma manera se consideraron los registros proporcionados por los proveedores, a cerca de la edad cronológica de los animales.

3.3.2 Cantidad de Grasa Intramuscular

La grasa intramuscular se midió en el ojo del lomo en la superficie de la 12ava costilla. La figura 1 muestra la tabla de evaluación visual utilizada, la cual clasifica según la cantidad de grasa como se muestra en el cuadro 2.

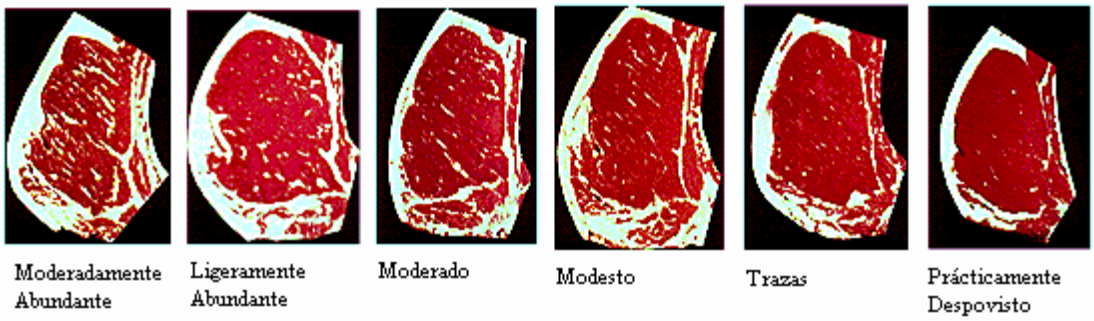

Figura 1. Tabla de evaluación visual del USDA.

Fuente: USDA, 1997

Cuadro 2. Calificación por marmoleo según el USDA

CLASIFICACION	CANTIDAD DE GRASA (%)
Abundante	> 12
Moderadamente Abundante	8.2-12.5
Ligeramente Abundante	7-10.2
Moderado	5.8-9
Modesto	5.2-7.1
Trazas	3.2-5
Prácticamente Desprovisto	1-3

Fuente: USDA, 1997

Para determinar el grado de calidad se utilizó la figura 1, ésta considera el grado de madurez y la cantidad de marmoleo.

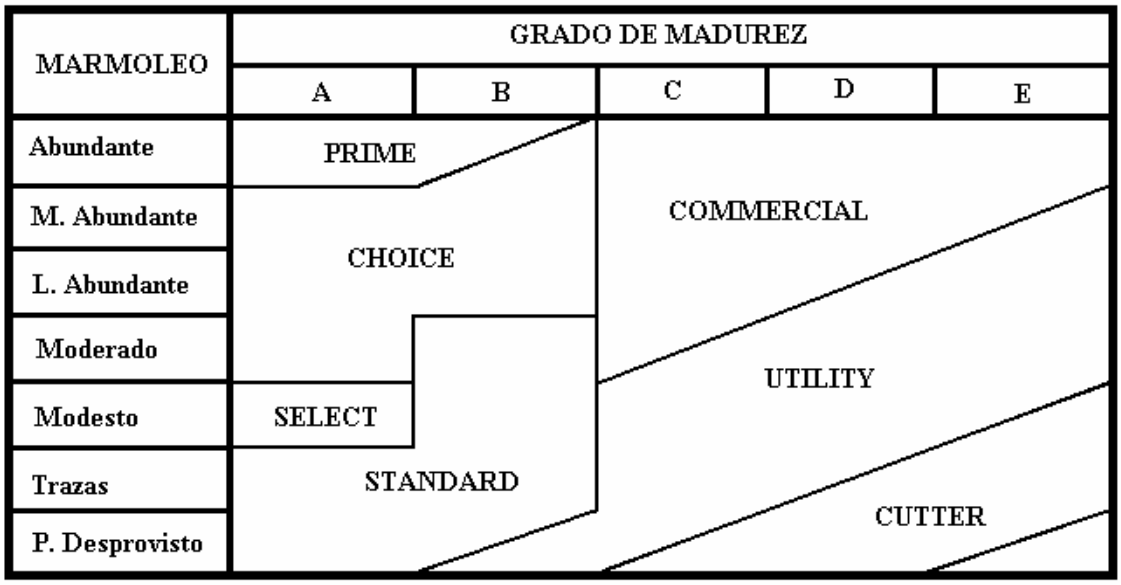

Figura 2. Grados de calidad según el USDA

Fuente: USDA, 1997

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 FORMATOS DE CONTROL DE SACRIFICIO Y DESPOSTE

Para el control en el sacrificio y el desposte se crearon formatos de control (Anexo 1 y 2); éstos permiten registrar pesos específicos de las canales y cortes, con el fin de obtener el rendimiento en cortes por cada tanda de canales deshuesadas. Los empleados de la Planta de Cárnicos fueron capacitados para poder llenar este formato el cual es posteriormente revisado por el supervisor.

Las hojas obtenidas permiten verificar la eficiencia de deshuese de cada día por empleado responsable y posteriormente son archivadas en el registro de la Planta de Cárnicos.

4.2 BASE DE DATOS

La base de datos fue creada en el programa Access de Microsoft Office y consta de hojas para ingresar la información correspondiente al sacrificio y desposte. La base de datos permite obtener informes de los rendimientos y de la eficiencia del personal en un período determinado de tiempo.

4.3 DETERMINACIÓN DE RENDIMIENTO DE CANAL

El modelo propuesto esta basado en el modelo original del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos para la clasificación de grados de rendimiento. Se consideraron tres variables (peso de canal caliente, grasa de la zona pélvica, corazón y riñonada y área del lomo) presentes en los animales sacrificados bajo las condiciones especificadas anteriormente. El modelo de regresión obtenido por el programa estadístico SAS® para clasificar las canales de acuerdo al grado de rendimiento se presenta a continuación:

GRADO = 82.929886+ 0.0055 (PCC)- 0.3036 (GRA) +0.0398 (ALO)

En donde:
PCC: Peso de canal caliente (kg.)
GRA: Grasa de la zona pelvica, corazón y riñonada (kg.)
ALO: Área del lomo (cm^2)

El cuadro 3 muestra el número de variables utilizadas, el R^2 y el coeficiente de Mallow (Cp) obtenidos por el programa estadístico SAS® para la formulación del modelo.

Cuadro 3. Resultados del análisis estadístico.

NÚMERO EN MODELO	R^2 AJUSTADO	R^2	C(p)	VARIABLES
3	0.76	0.78	4.0	PCC GRA ALO
2	0.74	0.75	6.9	GRA ALO
2	0.60	0.62	30.0	PCC ALO
2	0.56	0.58	36.4	PCC GRA
1	0.54	0.55	39.7	ALO
1	0.38	0.39	66.6	PCC
1	0.33	0.35	74.2	GRA

De esta manera se obtuvo el menor error según el coeficiente de Mallow y un ajuste al modelo de 78% según el R^2.

Para la clasificación y posterior pago de las canales se crearon cinco grados considerando porcentajes de rendimiento, siendo el grado uno el mejor y el grado cinco el peor como se puede ver en el cuadro 4.

Cuadro 4. Grados de rendimiento de canal.

GRADO	RENDIMIENTO (%)
1	87.8 o mayor
2	86.8-87.8
3	85.8-86.7
4	84.7-85.7
5	84.6 o menor

Una vez obtenido el modelo se validó con 15 animales obteniendo un R^2 de 76%.

4.4 CARACTERIZACIÓN DE CORTES

El cuadro 5 muestra los resultados obtenidos respecto al porcentaje que representa cada uno de los cortes de la canal de res. Estos datos fueron obtenidos a través de un análisis univariado en el programa estadístico SAS®.

Cuadro 5. Porcentaje de cortes con respecto a la canal de res.

VARIABLE	N	MEDIA (%)	DES. STD.
Bola de lomo	22	4.19	0.335
Cabeza de lomo	22	2.34	0.191
Carne para asar tradicional	22	6.36	0.766
Costilla	22	8.47	1.105
Cuadril	21	3.06	0.254
Daliana	22	0.34	0.040
Filete agudo	22	1.02	0.065
Filete limpio	22	1.50	0.148
Flank steak	11	0.60	0.062
Hueso p sopa	21	7.82	1.531
Lomo beef steak	22	2.47	0.276
Lomo fino	22	1.54	0.171
Lomo planchado	22	1.44	0.171
Mano de piedra	21	1.92	0.156
Pecho	22	4.88	0.681
Posta de paleta	21	3.06	0.486
Puyaso	22	1.11	0.167
Quititeña	22	0.27	0.045
Res 1	22	21.73	2.114
Res 2	22	12.60	1.712
Res 3	22	5.51	1.030
Res x1	22	3.71	1.030
Tajo negro	22	5.06	0.248

La información de los porcentajes de los cortes respecto a la canal permiten realizar una proyección de la cantidad de carne que se obtendrá en cada desposte, lo que a su vez facilitará la distribución para venta en cortes frescos y procesamiento. Al mismo tiempo se poseerá una mejor proyección y manejo del inventario de carne que limita el incremento en la productividad de la planta.

4.5 GRADO DE CALIDAD

4.5.1 Madurez Fisiológica

La madurez fisiológica de los novillos utilizados para el estudio, en su totalidad se relaciona al grado A que corresponde a una edad de 9 a 30 meses.

4.5.2 Cantidad de Grasa Intramuscular

En cuanto a la cantidad de grasa intramuscular la clasificación obtenida fue prácticamente desprovista, lo que corresponde a un porcentaje ente 1-3% de grasa intramuscular. La grasa se deposita inicialmente en la cavidad pélvica, a continuación se deposita la grasa subcutánea y finalmente la grasa intramuscular. Por lo tanto este porcentaje obtenido es característico de animales que depositan cantidades muy bajas de grasa subcutánea y grasa intramuscular.

La figura 3 muestra el grado de calidad asignado según la clasificación del USDA para la carne utilizada en la planta de cárnicos de Zamorano. El grado de calidad Standard es obtenido debido a la combinación entre canales con 1-3% de grasa intramuscular y una edad menor a 30 meses.

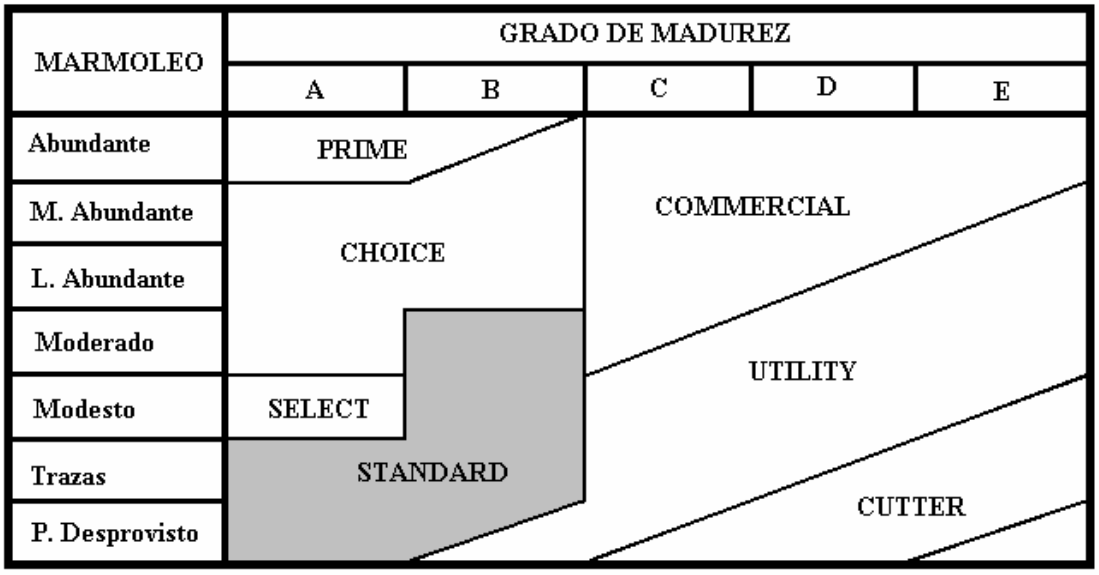

Figura 3. Grados de Calidad Standard (USDA, 1997).

Fuente: USDA, 1997.

El grado de calidad obtenido en la carne de los novillos de Zamorano se debe principalmente a dos factores: la nutrición y genética de los animales. Desde el punto de vista nutricional, estos animales son alimentados con una dieta basada en pastos tropicales que tienen bajo contenido nutricional comparado a los pastos que crecen en clima templado; por otra parte los animales no son cebados con granos y concentrados debido a que el costo que esta alimentación implica, hace que el negocio de engorde de ganado no sea rentable. Por esta razón los novillos carecen de reservas de grasa y se les impide realizar una deposición de grasa intramuscular mayor a 3%. En cuanto a las razas

utilizadas, los novillos destinados a engorde son subproductos de las explotaciones ganaderas de doble propósito en las que se realizan cruces de razas con carácter lechero y razas para producción de carne que favorecen la adaptación al clima tropical. En estas explotaciones las crías hembras son destinadas a la producción de leche y los machos son destinados a engorde. Por esta razón los novillos no tienen todo el potencial genético necesario para un excelente desarrollo muscular. (Vélez *et al.*, 2002).

5. CONCLUSIONES

Se implementó un sistema de control de desposte de canales de res.

Según el estándar de grados de calidad del USDA, la carne de las reses sacrificadas en la planta de cárnicos de Zamorano, corresponde al grado de calidad Standard.

El rendimiento de los novillos de zamorano es entre 84-86% de canal frío a cortes.

Los porcentajes de rendimiento establecidos son una guía del peso de cortes obtenidos del desposte de res.

La base de datos diseñada permite a la planta de cárnicos obtener reportes inmediatos de las actividades de sacrificio y deshuese.

La planta cuenta con POE establecidos para el desposte de canales de res.

6. RECOMENDACIONES

Realizar una estrategia de comercialización para los cortes que tienen menos mercado.

Realizar un estudio de la calidad de la canal de cerdo.

Ingresar los datos de cada sacrificio y desposte a la base de datos para tener información cada vez más confiable para estudios posteriores o toma de decisiones.

Realizar el pago de las canales basándose en los criterios de calidad y rendimiento establecidos.

7. BIBLIOGRAFÍA

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1999. Official Methods of Analysis of AOAC International. 16th.ed.

BOGGS, D.; MERKEL, R. 1982. Live Animal Carcass Evaluation and Selection Manual. Editorial Kendall/Hunt. Iowa, Estados Unidos.199 Pág.

CAMPION, R.; CROUSE, D. 1976. Predictive value of USDA beef quality grade factors for cooked meat palatability. Editorial Food Sci. Madrid, España. 557 Pág.

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS. 1997. Servicio de Seguridad e Inspección de los Alimentos. En línea. Consultado el 15 de Junio del 2004. Disponible en: http://www.fsis.usda.gov/OA/pubs/ingrade_spanish.htm

FISCHER, R.; NOACKY, K.; PFEIL, W.1973. Industrias Cárnicas. Cálculo de costes y rendimientos. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

GUERRERO, L.;MARTÍNEZ, M. 1998. Tecnología de Carnes. Elaboración preservación de productos cárnicos. Editorial Trillas. D.F., México.94 Pág.

KOESLAG, J.1998. Bovinos de Carne. Manuales para educación agropecuaria. Editorial Trillas. D.F., México.101 Pág.

LLORENTE, G.; ALDAMA, L. 1987. Tecnología de la Carne y sus Productos. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 223 Pág.

PRICE, J. 1976.Ciencia de la Carne y de los Productos Cárnicos. Editrorial Acribia. Zaragoza España. 668 Pág.

SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD (SENASA).2004. Servicio de Información Agropecuaria. En línea. Consultado el 15 de Junio del 2004. Disponible en: http://www.senasa.gov.ar/Publicaciones/razas/razadet/angus.php

SWATLAND, H.; 2000. Meat Cuts and Muscle Foods. Editorial Nottingham. Nottingham, United Kingdom. 245 Pág.

TORRE, G.; CARBALLO, B.; MADRID, A. 2001. Tecnología de la Carne y de los Productos Cárnicos. AMV Ediciones. Madrid, España. 321 Pág.

VELEZ, M.; HINCAPIES, J.; MATAMOROS, I.; SANTILLAN, R. 2002. Producción de Ganado Lechero en el Trópico. Editorial Zamorano Academia Press. Zamorano, Honduras. 320 Pág.

ZIEGLER, T. 1968. The Meat we Eat. Ediciones Interstate. Illinois, Estados Unidos. 547 Pág.

8. ANEXOS