

**INSTITUTO TECNOLOGICO DE COSTA RICA
SEDE REGIONAL SAN CARLOS
ESCUELA DE AGRONOMIA**

PROYECTO:

**PROGRAMA NACIONAL DE CLASIFICACIÓN DE CANALES BOVINAS
EN COSTA RICA**

CODIGO: 5402 - 2151- 5101

**PARTE 1
INFORME TECNICO**

AGOSTO 2012

Tabla de Contenido

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	OBJETIVOS	1
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	2
3.1	Descripción del trabajo	2
3.2	Selección de los animales	3
3.3	VARIABLES DEL ESTUDIO	3
3.3.1	VARIABLES CUANTITATIVAS	3
3.3.2	VARIABLES CUALITATIVAS	5
3.4	TOMA DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS EN LABORATORIO	7
3.5	METODOLOGÍA DE LOS ANÁLISIS REALIZADOS EN EL LABORATORIO NACIONAL DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA CARNE DEL I.T.C.R.	7
3.5.1	Preparación de las muestras para análisis químico	8
3.5.2	Determinación de proteína	8
3.5.2.1	Digestión de la carne	8
3.5.2.2	Destilación	8
3.5.2.3	Valoración	9
3.5.3	Determinación de humedad con microondas	9
3.5.4	Determinación de porcentaje de grasa	9
3.5.5	Determinación de la textura	10
3.5.6	Determinación del análisis sensorial	11
3.6	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	12
3.6.1	Análisis descriptivo exploratorio	12
3.6.2	Análisis inferencial	12
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
4.1	Características biométricas de los animales cosechados, por fincas según zona de estudio	13
4.2	Características biométricas de los animales sacrificados, según categoría animal	14
4.3	Características de rendimiento carnicero, según la zona y categoría animal	16
4.3.1	Rendimiento carnicero según zona de estudiada	16
4.3.2	Rendimiento carnicero según categoría animal	17
4.3.3	Rendimiento carnicero según desarrollo muscular	18
4.3.4	Rendimiento carnicero según cobertura de grasa	20

4.4	Relación del peso de la canal caliente con el peso de los cortes.	21
4.5	Composición química de la carne según los músculos, la zona y la categoría animal	23
4.5.1	Composición química de la carne según músculo y zona	23
4.5.2	Composición química de la carne según músculo y categoría animal	24
4.6	Fuerza de corte para los músculos estudiados, según la categoría animal	25
4.7	Fuerza de corte según el desarrollo muscular y sexo	27
4.8	Fuerza de corte según la cobertura de grasa y sexo	27
4.9	Merma por cocción de los músculos según la categoría animal	28
4.10	Análisis sensorial de los músculos según la categoría animal	29
4.10.1	Dureza	29
4.10.2	Jugocidad	30
4.10.3	Intensidad del sabor	30
4.10.4	Masticabilidad	31
4.10.5	Cantidad de tejido conectivo	32
4.10.6	Intensidad del sabor residual	33
4.10.7	Aceptabilidad global	34
5.	CONCLUSIONES	35
6.	RECOMENDACIONES	36
7.	TRABAJOS ADICIONALES	37
7.1	Características de las canales bovinas sacrificadas en la Zona Norte de Costa Rica	37
7.2	Estudio de mercado para determinar hábitos de consumo de la carne en Costa Rica	40
7.3	Establecimiento de un plan piloto de clasificación de canales	43
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
9.	APÉNDICES	47

Lista de Cuadros

Cuadro	Título	Página
1.	Características biométricas de las canales bovinas según las fincas por zona de estudio	3
2.	Determinación del desarrollo muscular, según grado y perfil	5
3.	Determinación de la cobertura de grasa, según grado y porcentaje de cobertura.	6
4.	Características evaluadas por el panel y su escala hedónica	6
5.	Características biométricas de las canales bovinas según las fincas por zona de estudio.	13
6.	Características biométricas de las canales bovinas según las fincas por zona de estudio.	14
7.	Características biométricas de las canales bovinas según categoría animal.	15
8.	Características biométricas de las canales bovinas según categoría animal.	15
9.	Rendimiento porcentual de la canal por cortes, relación carne hueso y área del ojo del lomo según las fincas por zona estudiada	16
10.	Rendimiento de carne vendible y proporción de cortes finos de la canal, según las fincas por zona estudiada.	16
11.	Distribución del peso de la canal por cortes, según la categoría animal	17
12.	Rendimiento de carne vendible y proporción de cortes finos de la canal, según categoría animal.	18
13.	Distribución de frecuencias de los animales cosechados según desarrollo muscular	19
14.	Rendimiento carnicero de las hembras y machos estudiados según cortes y desarrollo muscular	20
15.	Distribución de frecuencias de los animales cosechados según cobertura de grasa	20
16.	Rendimiento carnicero de las hembras y machos estudiados	21

	según la cobertura de grasa	
17.	Relación entre el peso de los cortes cárnicos y el peso de la canal caliente, coeficientes de correlación por categorías, en porcentaje	22
18.	Tasa de crecimiento por corte en función del peso de la canal caliente, por categorías, en kilogramos	22
19.	Composición química de la carne, según el músculo y las fincas por la zona de estudio.	23
20.	Composición química de la carne, según el músculo y categoría animal	25
21.	Fuerza de corte para los cinco músculos estudiados en las canales bovinas, según la categoría animal	26
22.	Fuerza de corte para los cinco músculos estudiados en las canales bovinas de hembras y machos, según desarrollo muscular	27
23.	Fuerza de corte para los cinco músculos estudiados en canales bovinas de hembras y machos, según cobertura de grasa	28
24.	Promedio para merma por cocción en los músculos de las canales estudiadas, según la categoría animal	28
25.	Dureza de la carne bovina determinada por los panelistas en forma porcentual, para la agrupación muy suave a extremadamente suave, en los cinco músculos estudiados, según categoría animal	29
26.	Jugosidad de la carne bovina determinada por los panelistas en forma porcentual, para la agrupación muy jugosa a extremadamente jugosa, en los cinco músculos estudiados, según categoría animal	32
27.	Intensidad del sabor de la carne bovina determinada por los panelistas en forma porcentual, para la agrupación muy intenso a extremadamente intenso, en los cinco músculos estudiados, según categoría animal	31
28.	Masticabilidad de la carne bovina determinada por los panelistas en forma porcentual, para la agrupación muy tierno a extremadamente tierno, en los cinco músculos	32

- estudiados, según categoría animal**
- 29. Cantidad de tejido conectivo de la carne bovina determinada por los panelistas en forma porcentual, para la agrupación prácticamente nada a nada, en los cinco músculos estudiados, según categoría animal 33**
- 30. Intensidad del sabor residual de la carne bovina determinada por los panelistas en forma porcentual, para la agrupación, prácticamente nada a nada en los cinco músculos estudiados, según categoría animal 33**
- 31. Aceptabilidad global de la carne bovina determinada por los panelistas en forma porcentual, para la agrupación muy agradable a extremadamente agradable, en los cinco músculos estudiados, según categoría animal 34**

TÍTULO DEL PROYECTO:

PROGRAMA NACIONAL DE CLASIFICACIÓN DE CANALES BOVINA EN COSTA RICA

Autores y Direcciones

Ing. Olger Murillo Bravo, MSc., Escuela de Agronomía, ITCR, Santa Clara, San Carlos, Alajuela, Apartado 223-21001, Teléfono: 50624013023, email: olmurillo@itcr.ac.cr

John Unruh, PhD, Professor Animal Sciences & Industry, Kansas State University, [e-mail: junruh@ksu.edu](mailto:junruh@ksu.edu), Office phone: (785) 532-1245

MV. Jaime Galindo Badilla, MSc., Escuela de Agronomía, ITCR, Santa Clara, San Carlos, Alajuela, Apartado 223-21001, Teléfono: 50624013034, email: jgalindo20@yahoo.com

Ing. Carlos Arce Calderón, Escuela de Agronomía, ITCR, Santa Clara, San Carlos, Alajuela, Apartado 223-21001, Teléfono: 50624013030, email: carce@itcr.ac.cr

Lic. Angie Blanco González, Escuela de Ciencias y Letras, ITCR, Santa Clara, San Carlos, Alajuela

Participantes en el proyecto

- Ing. Olger Murillo Bravo, MSc., ITCR, Coordinador del Proyecto
- John Unruh, PhD, Profesor Ciencia de la Carne, Kansas State University
- Lic. Angie Blanco González, ITCR, Tecnóloga de alimentos y Profesora de la Escuela de Ciencias y Letras.
- MV. Jaime Galindo Badilla, MSc., ITCR, Profesor Escuela de Agronomía
- Ing. Carlos Arce Calderón, ITCR, Profesor Escuela de Agronomía, Estadístico
- MBA. Antonio Gadea Baltodano, ITCR, Profesor Escuela de Administración de Empresas
- MBA. Bernal Martínez Gutierrez, ITCR, Profesor Escuela de Administración de Empresas
- BSc. Ronny Rodriguez Barquero, ITCR, Profesor Escuela de Administración de Empresas
- Dipl. Sailim Rojas Valerio, ITCR, Laboratorista Química

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo general evaluar las principales características de las canales de bovinos sacrificados en el país, con el fin de establecer un sistema de clasificación de canales bovinas basadas en la calidad de la carne. Para ello, se seleccionaron animales de las regiones Huetar Norte, Huetar Atlántica y Chorotega de Costa Rica. Para cada una de ellas se tomaron 48 animales, alimentados a base de pasturas y seleccionados por edad con base a cronometría dentaria, de la siguiente manera: 12 toros jóvenes (0-2 dientes), 12 toros (4-6 dientes), 12 novillas (0-2 dientes) y 12 vacas de desecho (8 dientes). Los animales fueron trasladados a la planta de cosecha, donde se cosecharon, se dehuesaron y se les midieron las siguientes variables cuantitativas: peso pie en planta de cosecha, peso de la canal caliente, peso de la canal fría, peso de la grasa perirenal, longitud de la canal, perímetro de la pierna, pH a una hora postmortem, grosor de la grasa dorsal, amplitud de la costilla, área del ojo del lomo y el rendimiento cárnico según los cortes o músculos dehuesados. Igualmente, se estudiaron variables cualitativas, tales como: desarrollo muscular, cobertura de grasa, color del músculo, color de la grasa. Todos los animales fueron deshuesados en forma individual, tomando para ello las dos medias canales de cada animal, a las cuales se les separaron los cortes cárnicos y / o músculos, así como la osamenta, recortes y la grasa de la canal y se clasificaron en los siguientes grupos, según su importancia económica para los análisis estadísticos: Cortes A: lomito, lomo ancho y cola de lomo, Cortes B: cacho de paleta, lomo de aguja, vuelta de lomo, posta de cuarto, solomo, punta de solomo, cacho de vuelta de lomo, paleta, lomo de paleta y mano de piedra, Cortes C: Quititeña, lomo de pescuezo, pecho, ratón campana, ratón de pierna y mano, giba, cecina, tapa de posta de cuarto, entrañas, CHUCK, BCH, TR, desolladuras (carne industrial) y sebo, Cortes D: rabo., y Cortes E: huesos. Por otro lado, se tomaron cinco músculos de la canal, a saber: Longissimus dorsi, Gluteus medius, Psoas major, Biceps femoris y el Semimembranosus, a los cuales se les realizaron mediciones de humedad, proteína cruda, grasa, así como pruebas de fuerza de corte mediante la cuchilla Warner Bratler, además de ser sometidos a pruebas de análisis sensorial, mediante los procedimientos recomendados por AMSA, 1995. Finalmente se estudió los hábitos de consumo de la carne por parte de la población costarricense y se planteó una propuesta o Plan Piloto para un sistema de clasificación de canales a implementar en Costa Rica.

Palabras claves

Clasificación de canales bovinas, características de las canales, composición química de la carne, hábitos de consumo de la carne, suavidad de la carne, panel sensorial.

1. INTRODUCCIÓN

Este es un informe sobre la caracterización de las canales de la población bovina cosechada en el país, del Proyecto FC 17-00, aprobado por el CONICIT por un monto de ₡47,395,000, equivalentes a \$148,100 a una tasa de cambio definida ₡320 por dólar. El proyecto presentado y aprobado en el concurso abierto del CONICIT, se denominó: PROGRAMA NACIONAL DE CLASIFICACION DE CANALES BOVINAS EN COSTA RICA, para dar solución a la demanda planteada por la Corporación Ganadera, de establecer en el país un sistema de clasificación de canales basado en la calidad de la carne.

El presente informe contempla un resumen del análisis de los resultados obtenidos para las características evaluadas en las canales de bovinos cosechadas en el país; así como la composición química de la carne, fuerza de corte y panel sensorial de cinco músculos de dichas canales. Así como, la determinación de los hábitos de consumo de la carne en Costa Rica y una propuesta piloto para un sistema de clasificación de canales bovinas.

2. OBJETIVOS

El proyecto de investigación tiene como objetivo general: ***Evaluar las principales características de las canales de bovinos sacrificados en el país, con el fin de establecer un sistema de clasificación de canales basado en la calidad de la carne.***

Se pretende desarrollar los siguientes objetivos específicos:

- a) Determinar las características de las canales de la población bovina cosechada en el país en cuanto a raza, procedencia, sexo, edad, peso, desarrollo muscular y gordura.
- b) Establecer un laboratorio nacional para la evaluación de la calidad de la carne.
- c) Evaluar el efecto del sexo, edad, desarrollo muscular y grado de gordura y color de la grasa de los animales sobre la composición relativa de cortes cárnicos y la carne vendible con respecto al peso de la canal fría.
- d) Evaluar el efecto del sexo, edad, desarrollo muscular y gordura sobre la composición química, suavidad y características sensoriales de cinco diferentes cortes comerciales de la canal.
- e) Evaluar el efecto del sexo, edad, desarrollo muscular y gordura sobre el pH, color de la carne y exudado, en cinco diferentes cortes comerciales de la canal.

- f) Diagnosticar los hábitos de consumo de carne fresca en Costa Rica.
- g) Diseñar una campaña educativa hacia el consumidor con énfasis en las características de calidad más influyentes de las canales.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del trabajo

Para realizar la presente investigación, se procedió a seleccionar animales cebuinos provenientes de las zonas Chorotega, Huetar Norte y Huetar Atlántica. Dichos animales estaban compuestos por 72 machos enteros y 72 hembras. Los machos se seleccionaron enteros por cuanto en nuestro país más del 99% de los machos sacrificados en los mataderos provienen de fincas que no castran los animales. Por otro lado, tanto los machos como las hembras se dividieron en dos grupos, para lo cual se consideró la edad. Para determinar la edad de cada grupo se tomó en cuenta la cronometría dentaria de los animales; con base en ello, se establecieron cuatro categorías o grupos de animales:

Toros jóvenes (0-2 dientes): machos enteros que tuviesen los dientes de leche o hubiesen mudado dos dientes, esto corresponde a una edad cronológica de 22 a 27 meses.

Toros (4-6 dientes): machos enteros que hubiesen mudado de cuatro a seis dientes y cuya edad cronológica corresponde de 27 a 32 meses.

Novillas (0-2 dientes): hembras jóvenes que tuviesen los dientes de leche o hubiesen mudado dos dientes y cuya edad cronológica corresponde a la misma mencionada para los toros jóvenes.

Vacas (8 dientes): hembras adultas que hubiesen mudado todos los ocho dientes de leche. Dichos animales tienen una edad cronológica mayor a los tres años de edad y son hembras de desecho de los hatos de cría del país.

Todos los animales provenían de fincas cuya alimentación era basada en pasturas. Estos animales se seleccionaron en la finca, determinando su cronometría dentaria y luego fueron trasladados a la planta de cosecha al matadero 24 horas antes de su cosecha. El trabajo constó de cinco etapas:

- a. Selección de los animales en la finca.
- b. Cosecha de los animales y medición de las variables consideradas de la canal.
- c. Deshuese individual de las canales frías a las 24 horas *post mortem* para medir el rendimiento cárnico de los animales.
- d. Toma de las muestras de cinco músculos de cada canal deshuesada; cuyos nombres científicos y de cortes carniceros o nombre comercial, se aprecian en el Cuadro 1.

e. Análisis químico, fuerza de corte y análisis sensorial. Las muestras de carne fueron trasladadas al Laboratorio Nacional de Carnes del ITCR, en donde se les realizaron los análisis respectivos.

Cuadro 1. Características biométricas de las canales bovinas según las fincas por zona de estudio

Nombre científico	Nombre comercial
<i>Biceps femoris</i>	Solomo
<i>Gluteus medius</i>	Vuelta de lomo
<i>Longissimus dorsi</i>	Lomo
<i>Psoas major</i>	Lomito
<i>Semimembranosus</i>	Posta de cuarto

e. Análisis químico, fuerza de corte y análisis sensorial. Las muestras de carne fueron trasladadas al Laboratorio Nacional de Carnes del ITCR, en donde se les realizaron los análisis respectivos.

3.2 Selección de los animales

Para cada zona se tomaron 48 animales agrupados en las 4 categorías predeterminadas, mencionadas anteriormente. Los animales fueron sacrificados en los mataderos de las empresas El Arreo S.A. y Coopemontecillos R.L. y los deshueses se hicieron en sus respectivas salas de matanza y en la de la empresa Industrias Cárnicas Integradas S.A.

3.3 Variables del estudio

Las canales procedentes de cada animal, al momento de la matanza fueron identificadas en forma individual y se les determinaron una serie de variables cuantitativas y cualitativas. Algunas de estas se determinaron en el proceso de matanza y hasta 1 hora *post mortem*. Otras variables fueron determinadas hasta 24 horas *post mortem*. Las variables determinadas durante el proceso de matanza y hasta una hora *post mortem*, fueron las siguientes:

3.3.1 Variables Cuantitativas

Las variables cuantitativas que se registraron, fueron las siguientes:

A) Peso pie en el matadero.

Es el peso de la res en pie, medido en kilogramos con 24 horas de ayuno, determinado en romanas electrónicas del matadero.

B) Peso de la canal caliente.

Es el peso de la res en kilogramos después de su muerte, una vez que se le retiró la cabeza, la piel, las manos, las patas y las vísceras. Para ello se utilizó la balanza electrónica para pesar canales del matadero.

C) Peso de la canal fría.

Es el peso de la canal medida en kilogramos con 24 horas de refrigeración en cámaras a 2°C, mediante la balanza electrónica del matadero.

D) Peso de la grasa interna o grasa perirenal.

Se tomó la grasa conformada por el tejido adiposo de la región pélvica e inguinal de la canal. La medición se realizó en kilogramos en las balanzas electrónicas del matadero.

E) Longitud de la canal.

Esta medida fue tomada desde el borde anterior y medial de la primera vértebra torácica, hasta el borde anterior de la sínfisis púbica, la toma de dicha medición se hizo con una cinta métrica metálica, y se expresó en cm.

F) Perímetro de la pierna.

El perímetro de la pierna fue medido desde la articulación femuro-tibio-rotuliana (rodilla), perfilando el contorno de la pierna, pasando por la parte media del músculo semitendinoso (mano de piedra) y regresando hasta la articulación, con un cordón plástico, el cual se midió con la cinta métrica para así determinar la medida correspondiente, expresada en centímetros.

G) El pH de la canal a una hora *post mortem*.

Es la medición del pH de la canal, se llevó a cabo en el corte del lomo (*Longissimus dorsi*) entre la doceava y treceava vértebra torácica. Se determinó a una hora *post mortem* y a las 24 horas *post mortem*. En dicha medición se utilizó el pHmetro Denver Instruments, modelo 250.

H) Grosor de la grasa.

Es el grosor de la grasa medido entre la doceava y treceava costilla, en el borde del corte longitudinal, para la toma de dicha medida se empleó una regla metálica especial del USDA, expresado en milímetros.

I) Amplitud de la costilla.

Es la medida ejecutada entre la sexta y séptima vértebra torácica hasta el extremo del esternón o séptima esternebra, expresada en centímetros.

J) Área del ojo de lomo.

Esta variable se midió en el corte localizado entre la doceava y treceava costilla en el momento del deshuese de las canales, mediante una impresión del ojo del lomo sobre una hoja de papel blanco. La impresión en la hoja se sometió al escáner y el cálculo del área en centímetros cuadrados se determinó mediante el programa de cómputo AutoCAD 2000

K) Rendimiento cárnico según los cortes.

Se separaron los cortes cárnicos y / o músculos, así como la osamenta, recortes y la grasa de la canal y se clasificaron en los siguientes grupos, según su importancia económica para los análisis estadísticos:

Cortes A: lomo, lomo ancho y cola de lomo.

Cortes B: cacho de paleta, lomo de aguja, vuelta de lomo, posta de cuarto, solomo, punta de solomo, cacho de vuelta de lomo, paleta, lomo de paleta y mano de piedra.

Cortes C: Quititeña, lomo de pescuezo, pecho, ratón de campana, ratón de pierna y mano, giba, cecina, tapa de posta de cuarto, entrañas, CHUCK, BCH, TR, desolladuras (carne industrial) y sebo.

Cortes D: rabo.

Cortes E: huesos.

Todos estos se pesaron por separado en la balanza electrónica de la sala de deshuese del matadero.

3.3.2 Variables Cualitativas.

Dentro de las variables cualitativas estudiadas están las siguientes:

a) Desarrollo muscular.

Para la determinación del desarrollo muscular, se utilizó un método subjetivo, el cual se basa en la apreciación visual, de los perfiles musculares de los cuartos posteriores, tanto de vista lateral como de frente, estableciéndose los siguientes grados, según el perfil de los cuartos posteriores, según se aprecia en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Determinación del desarrollo muscular, según grado y perfil.

Grado	Perfil Desarrollo Muscular
1	Rectilíneo
2	Subcóncavo
3	Cóncavo
4	Ultracóncavo

b) Cobertura de grasa.

Es la grasa que se encuentra sobre la superficie externa de la canal. En el Cuadro 3, se pueden observar los grados que se establecieron, según el porcentaje de cobertura de grasa en la totalidad de la canal.

Cuadro 3. Determinación de la cobertura de grasa, según grado y porcentaje de cobertura.

Grado	% de Cobertura
1	0-10
2	10-30
3	30-60
4	> 60

c) Color de la grasa.

Es un método que se basa en la apreciación visual de la grasa que se encuentra en la superficie externa de la canal y algunas regiones (cuello, antebrazo y costillas), para esta prueba se aplicó el patrón descrito en el AUST-MEAT, 1999.

d) Color del músculo.

Es un método que se basa en la apreciación visual del color del músculo del corte de lomo localizado entre la doceava y treceava vértebra torácica. Para esta prueba se utilizó el patrón de tarjetas descritas en el AUST-MEAT, 1999.

e) Panel sensorial.

Las características evaluadas por el panel sensorial se presentan en el Cuadro 4; así como la escala hedónica de medición de su percepción por parte de los panelistas.

Cuadro 4. Características evaluadas por el panel y su escala hedónica

Dureza	Jugosidad	Intensidad de sabor	Masticabilidad
1. Extremadamente dura	1. Extremadamente seca	1. Extremadamente ligero	1. Nada tierno
2. Muy dura	2. Muy seca	2. Muy dura	2. Escasamente tierno
3. Moderadamente dura	3. Moderadamente seca	3. Moderadamente ligero	3. Muy poco tierno
4. Ligeramente dura	4. Ligeramente seca	4. Escasamente ligero	4. Poco tierno
5. Ligeramente suave	5. Ligeramente jugosa	5. Ligeramente intenso	5. Ligeramente tierno
6. Moderadamente suave	6. Moderadamente jugosa	6. Moderadamente intenso	6. Moderadamente tierno
7. Muy suave	7. Muy jugosa	7. Muy intenso	7. Muy tierno
8. Extremadamente suave	8. Extremadamente jugosa	8. Extremadamente intenso	8. Extremadamente tierno

Cuadro 4. Características evaluadas por el panel y su escala hedónica (continuación)

Cantidad de tejido conectivo	Intensidad del sabor residual	Aceptabilidad global
1. Abundante	1. Extremadamente intenso	1. Extremadamente desagradable
2. Moderadamente abundante	2. Muy intenso	2. Muy desagradable
3. Ligeramente abundante	3. Moderadamente intenso	3. Moderadamente desagradable
4. Moderado	4. Ligeramente intenso	4. Ligeramente desagradable
5. Ligero	5. Ligero	5. Ligeramente agradable
6. Trazas	6. Trazas	6. Moderadamente agradable
7. Prácticamente nada	7. Prácticamente nada	7. Muy agradable
8. Nada	8. Nada	8. Extremadamente agradable

3.4 Toma de muestras para análisis en laboratorio.

Para el análisis químico, se tomaron muestras de aproximadamente 200 g de cada uno de los cinco músculos de la canal. Dichas muestras se empacaron en bolsas para guardar alimentos (Ziploc), y se trasladaron en hieleras al laboratorio para su congelación y análisis posteriores. Las muestras para análisis de textura y panel sensorial, fueron de aproximadamente 1 Kg para cada uno de los cinco músculos de la canal. Estas muestras se empacaron al vacío y se dejaron en refrigeración a -2°C por cinco días, para luego congelarse en una cámara a -20°C , para los análisis posteriores.

3.5 Metodología de los análisis realizados en el Laboratorio Nacional de Evaluación de la Calidad de la Carne de I.T.C.R.

El procedimiento de los análisis en el laboratorio constó de varias etapas, según el tipo de análisis a realizar. A continuación se describen la metodología empleada para tales análisis:

3.5.1 Preparación de las muestras para el análisis químico

A cada una de las muestras de carne, se les eliminó las partes de grasa externa y el tejido conectivo externo, seguidamente se cortaron en trozos pequeños, y se picaron en un procesador de alimentos de cocina hasta obtener una pasta homogénea.

3.5.2 Determinación de proteína.

Esta se realizó mediante el método de Kjeldalh, descrito por la AOAC (1990) los pasos seguidos para la determinación de dicho componente químico fueron los siguientes:

3.5.2.1 Digestión de la carne.

- a. Se retiró de la cámara de congelación las muestras una hora y media antes del análisis.
- b. Se puso a calentar el bloque de digestión a 175 °C.
- c. Se prepararon los tubos de Kjeldalh de 100 ml, cada uno con sus respectivas numeraciones.
- d. Se cortó el papel de filtro, de 12 cm en seis secciones y estas en tres, para obtener dieciocho trozos de papel.
- e. Se pesaron tres repeticiones de 0,1g con exactitud de 0,1 mg de carne en la balanza electrónica y se anotó en la hoja para tal fin.
- f. Se colocó $\frac{1}{4}$ de pastilla de digestión de Kjeldalh en cada tubo.
- g. Se agregó con una bureta, 3 ml de ácido sulfúrico concentrado 36N a cada tubo, previo encendido de la capilla de extracción de gases.
- h. Se introdujeron los tubos en el bloque a 175 °C por 30 minutos.
- i. Se subió la temperatura del bloque de digestión a 275 °C y se mantuvo durante media hora.
- j. Se subió la temperatura del bloque a 430 °C durante una hora y hasta que las muestras se tornaran transparentes.
- k. Se apagó el bloque de digestión y se dejaron enfriar las muestras.

3.5.2.2 Destilación

Una vez que las muestras se enfriaron se inició la destilación, la cual tuvo el siguiente procedimiento:

- a. Se agregó la muestra al equipo de destilación de Kjeldalh, con 5 ml de NaOH 10N con fenolftaleína.
- b. Se recolectaron 150 ml de destilado, en un erlenmeyer de 250 ml con 25 ml de H_3BO_4 0,26 mol/L, al cual previamente se le ajustó el color a un pH de 4,7, adicionándole el indicador shiro tashiro.

3.5.2.3 Valoración

La valoración del nitrógeno, se realizó mediante la titulación del destilado con una solución de H_2SO_4 0,02N, previamente valorada. Se registra el volumen de H_2SO_4 0,02N utilizado y se procedió a calcular el porcentaje de proteína.

3.5.3. Determinación de humedad con microondas.

En dicho análisis se utilizó el microondas Milestone, modelo Controller y un compresor Milestone, modelo Vacuum Module. Una balanza analítica electrónica, marca Mettler Toledo, modelo AB204-S.

- a. Se procedió a retirar de la cámara de congelación las muestras una hora y media antes de iniciar los análisis.
- b. Se cortó el papel filtro de 12 cm a la mitad y se introdujo doce mitades a la parrilla con cubierta de vidrio.
- c. Se conectó la bomba de vacío y se inició el programa de secado del papel de filtro.
- d. Se pesaron dos repeticiones de aproximadamente 8 g de cada muestra de carne y se anota el dato.
- e. Se conectó la bomba de vacío y se inicia el proceso de secado de la carne al vacío en el microondas.
- f. Una vez finalizado el proceso se esperó a que las muestras se enfriaran y luego se pesaron en la balanza electrónica y se anotó el dato.
- g. Se introdujeron nuevamente las muestras en la parrilla de secado del microondas, una vez terminado el proceso se esperó que volvieran a la temperatura ambiente y se pesaron en la balanza electrónica y se anotó el dato.
- h. Se procedió a calcular los porcentajes de humedad.

3.5.4 Determinación del porcentaje de grasa.

El método que se empleó para esta determinación es el descrito por el AOAC (1990), el cual constó de los siguientes pasos:

- a. Se emplearon las mismas muestras utilizadas para el porcentaje de humedad con la misma numeración.
- b. Se envolvió la muestra seca en el papel filtro y se utilizó un mortero con un pistilo para triturar la muestra.
- c. Se colocó en la balanza analítica electrónica el frasco de teflón, se calibró el peso sin anotar el dato y se pesa entre 1,500 y 2,000 g de la muestra seca.

- d. Se colocó a cada frasco una pastilla de carbón de agitación magnética y 20 ml de éter dietílico concentrado, se cerraron los frascos y se introdujeron en el microondas.
- e. Se colocó el termómetro en el frasco correspondiente y se inició el programa de extracción de grasa. Una vez terminado el proceso se aseguró que la temperatura interna sea menor a 24°C y luego se procedió a abrir las muestras.
- f. Se colocaron los frascos contenedores de las muestras, previamente pesados en la cámara de filtrado al vacío.
- g. Se prepararon los filtros de vidrio con el filtro de fibra de vidrio y el “botón” de teflón y se colocaron en la cámara de filtración al vacío.
- h. Se procedió a abrir y verter las muestras en los filtros correspondientes y se realizaron tres enjuagues cuidando no exceder el volumen de capacidad del frasco.
- i. Se dejaron por 20 minutos las muestras evaporándose al vacío.
- j. Se pasaron las muestras a la estufa a 30°C durante 10 horas.
- k. Se dejaron enfriar en el desecador y se pesaron los frascos.
- l. Se anotó y se calculó el porcentaje de grasa.

En la determinación de la grasa se empleó el microondas, teniendo en cuenta los siguientes programas para el secado de papel, secado de carne y extracción de grasa:

- a. **Secado de papel:** 3 minutos a 500W, 0,5 minutos a 0W, 1,50 minutos a 500W, 0,50 minutos a 0W, 1,50 minutos a 500W, 0,50 minutos a 500W más cinco minutos de ventilación.
- b. **Secado de carne:** 15 minutos a 280W, 0,50 minutos a 0W, 3,50 minutos a 330W, 0,50 minutos a 0W, 2,5 minutos a 270W, 0,50 minutos a 0W, 3,50 minutos a 300W, 0,50 minutos a 0W, 2,50 minutos a 300W más 5 minutos de ventilación.
- c. **Extracción de grasa:** 10 minutos para ir de 0W hasta 850W, 20 minutos a 850W más 5 minutos de ventilación.

3.5.5. Determinación de la textura.

Para la determinación de la textura, las muestras se prepararon según el procedimiento recomendado por AMSA, 1995. En dicho trabajo se utilizó un horno marca Vulcan, modelo VC4ED27, un taladro marca De Walt, modelo Dw 107, al que se le acopló un sacabocado cilíndrico de media pulgada y un texturómetro Universal modelo Meat Shear G-R, con una cuchilla Warner-Bratzler. El procedimiento seguido para la determinación de dicho parámetro fue el siguiente:

- a. Se colocaron las muestras de carne en el congelador a -20°C y se pusieron a descongelar en una cámara de refrigeración McCall, modelo 4-4020 a 2°C durante 24 horas antes de iniciar el proceso.
- b. Se cortaron bistés de cada corte, con un grosor de 1 pulgada en sentido contrario de las fibras de carne. Se colocaron las termocuplas en cada bisté, situada en el centro geométrico.
- c. Se dispuso a precalentar el horno a 165°C .
- d. Se colocaron los bistés en las bandejas de metal y se introdujeron al horno.
- e. Cuando los bistés han alcanzado una temperatura de 50°C se procede a darles vuelta, conforme alcanzan la temperatura.
- f. Se esperó a que los bistés alcanzaran una temperatura de 71°C y se sacan del horno.
- g. Se dejaron enfriar y se pesaron.
- h. Una vez que los bistés estuvieron fríos se procedieron a tomar 8 muestras de cada uno, estas se obtuvieron con el taladro al que se le acopló un sacabocado cilíndrico de media pulgada de diámetro por dos pulgadas de largo, las muestras se sacaron en el mismo sentido de las fibras de carne.
- i. Se determinó la fuerza de corte con un texturómetro, utilizando una cuchilla Warner-Bratzler, para así obtener los resultados y proceder a la anotación respectiva.

3.5.6 Determinación del análisis sensorial.

Para el análisis sensorial se siguieron los procedimientos recomendados por AMSA, 1995 que a continuación se describen:

- a. Se sacaron las muestras de carne del congelador a -20°C y se pusieron a descongelar en una cámara de refrigeración McCall, modelo 4-4020 a 2°C durante 24 horas antes de iniciar el proceso.
- b. Se cortaron dos bistés de cada corte, con un grosor de 1 pulgada en sentido contrario a las fibras de la carne. Se colocaron las termocuplas en cada bisté, situada en el centro geométrico.
- c. Se dispuso a precalentar el horno a 165°C .
- d. Se colocaron los bistés en las bandejas de metal y se introdujeron al horno.
- e. Cuando los bistés alcanzaron una temperatura de 50°C se procedió a darles vuelta, hasta alcanzar la temperatura indicada.
- f. Se esperó a que los bistés alcanzaron una temperatura de 71°C y se sacaron del horno.
- g. Se dispuso a precalentar el baño de maría a 54°C .

- h. Se cortaron los bordes de cada bistec y se introdujeron en la guía de corte, para así obtener trozos de media pulgada por media pulgada de muestra.
- i. Se cortó una cantidad suficiente de muestras para dar un par a cada panelista.
- j. Se introdujeron las muestras en una bolsa plástica con cierre codificado y se colocaron las bolsas a baño de maría.
- k. Se preparó una bandeja con un plato de porcelana, un par de galletas de soda, un vaso de agua, un lápiz, una hoja para panel y una servilleta de papel para cada panelista.
- l. Se enumeran las hojas para el panel, en diferente orden.
- m. Se procedió a dar las muestras de los cortes a los panelistas en forma aleatoria, manteniéndose la numeración correspondiente para cada músculo, se dieron dos trozos de la misma muestra por panelista, hasta completar la numeración de la hoja establecida.

3.6. Análisis estadístico¹

3.6.1. Análisis Descriptivo Exploratorio

En la primera etapa se efectuaron análisis de estadística descriptiva de las variables cualitativas, con el propósito de perfilar las características de las carnes de bovinos cebuinos en términos generales y clasificadas por las tres zonas de estudio y por categoría animal. Este análisis exploratorio fue desarrollado preliminarmente utilizando tablas dinámicas con Microsoft EXCEL. Luego se calcularon estadísticas descriptivas generales y particionadas por las variables clasificatorias de interés, mediante INFOSTAT (2000).

3.6.2. Análisis Inferencial

El experimento se organizó utilizando el modelo estadístico de un diseño irrestricto al azar, con 4 tratamientos (categorías de animales: novillas 0-2 dientes, vacas, toros 0-2 dientes, toros 4-6 dientes) y 12 repeticiones por tratamiento. La variable comparación de fincas provenientes de la zona Huetar Norte (4), Chorotega (4), y Huetar Atlántica (4), se incorporó por medio de un diseño de parcelas divididas, como prueba de separación de medias se empleó la prueba de Duncan, el modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + I_j + E_{ij} + V_k + IV_{jk} + E_{ijk}$$

¹ Se le agradece al Ing. Javier Gallardo Loria, de la Escuela de Ingeniería Agrícola de la UCR, su colaboración en el análisis estadístico.

- μ = Media general
- I_j = Efecto de fincas.
- E_{ij} = Error experimental asociado a fincas.
- V_k = Efecto de categorías de animales.
- IV_{jk} = Interacción fincas-categorías.
- E_{ijk} = Error experimental de subparcela.

Se utilizó el análisis de regresión lineal simple con interacción al origen para explicar algunas relaciones causales. Para cuantificar relaciones de asociación se empleó el coeficiente de correlación de Pearson. Para el análisis de las variables cualitativas resultantes del panel se emplearon cuadros de doble y triple entrada que permitieran obtener las frecuencias relativas en cada una de las variables.– En todas las pruebas estadísticas el nivel de significancia empleado fue de $\alpha = 0.05$. En los cuadros se muestra como: * significativa al $\alpha = 0.05$, ** significativa al 0.01 y NS = No significativa al $\alpha = 0.05$.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el siguiente trabajo con base en el estudio de las 144 canales de animales cosechados de tres zonas del país, se presentan a continuación:

4.1. Características biométricas de los animales cosechados, por fincas según zona de estudio.

En el Cuadro 5, se presenta la información obtenida para las diferentes características medidas en los animales y sus canales, durante la investigación. Se puede observar en términos generales que los animales seleccionados fueron muy uniformes, lo cual se puede apreciar por la similitud en el peso pie de dichos animales y las otras características estudiadas.

Cuadro 5. Características biométricas de las canales bovinas según las fincas por zona de estudio.

Características	Zona			
	Sig ¹	Norte	Chorotega	Atlántica
Peso Pie, kg	NS	435	424	422
Peso canal caliente, kg	**	232 ^b	230 ^b	242 ^a
Peso canal fría, kg	**	230 ^{ab}	227 ^b	238 ^a
Rendimiento, %	NS	54	54	55
Merma, %	**	0.68 ^b	1.17 ^a	1.26 ^a

¹ Sig: * significativo $\alpha = 0.05$ ** significativo $\alpha = 0.01$

Las otras características biométricas estudiadas dadas en el Cuadro 6, indican que se dieron diferencias entre las diferentes zonas estudiadas. Estas diferencias dadas entre las zonas, indican que a pesar de que los animales estudiados fueron uniformes en cuanto al peso tuvieron una amplia variación en cuanto a estas características y esta variación se debe principalmente a factores de manejo de las fincas estudiadas dentro de las diferentes zonas. Por el grosor de la grasa se puede indicar que los animales tenían un grado de finalización adecuado ya que los grosores oscilaron entre 6.6 y 9.41 mm entre las diferentes zonas. La literatura se señala que valores de grasa dorsal en animales en pastoreo entre 6 y 8 mm son adecuados para identificar grado de finalización.

Para el caso del pH 24 horas, a pesar que se encontraron diferencias significativas entre las zonas, los valores obtenidos se encuentran dentro de los valores normales reportados en la literatura.

Cuadro 6. Características biométricas de las canales bovinas según las fincas por zona de estudio.

Características	Zona			
	Sig ¹	Norte	Chorotega	Atlántica
Grasa perirenal, kg	*	4.80 ^a	2.65 ^c	3.46 ^b
Grosor grasa, mm	**	6.60 ^b	9.41 ^a	7.85 ^b
Longitud canal, cm	*	113 ^b	112 ^b	120 ^a
Amplitud costilla, cm	**	87 ^a	84 ^b	87 ^a
Díámetro pierna, cm	**	88 ^a	88 ^a	82 ^b
pH 1 hora	NS	6.35	6.32	6.27
pH 24 horas	**	5.61 ^b	5.67 ^a	5.54 ^c

¹Sig: * significativo $\alpha = 0.05$ ** significativo $\alpha = 0.01$

4.2. Características biométricas de los animales sacrificados, según categoría animal.

En el Cuadro 7, se muestran los resultados obtenidos, según la categoría animal. En dicho cuadro, se observa que existen diferencias notables según sea la categoría estudiada. Para el caso del peso pie, peso de canal caliente y fría, las diferencias fueron significativas entre todas las categorías. Hay que recordar que las categorías, las cuales se pueden diferenciar entre machos y hembras, están divididas según la edad, por lo tanto es lógico que se den estas diferencias.

Cuadro 7. Características biométricas de las canales bovinas según categoría animal.

Características	Categoría Animal				
	Sig ¹	Novillas	Vacas	Toros jóvenes	Toros
Peso Pie, kg	**	356 ^a	411 ^b	435 ^d	506 ^c
Peso canal caliente, kg	**	194 ^d	214 ^c	241 ^b	290 ^a
Peso canal fría, kg	**	192 ^d	212 ^c	239 ^b	285 ^a
Rendimiento, %	NS	54	52	55	57
Merma, %	**	0.86 ^b	0.77 ^b	0.91 ^b	1.60 ^a

¹ Sig: * significativo $\alpha = 0.05$ ** significativo $\alpha = 0.01$

El Cuadro 8, las vacas fueron las que tuvieron el mayor grosor de grasa y la mayor cantidad de grasa perirenal, seguidas por los toros adultos. Esto es un efecto dado por la mayor edad de estos animales, especialmente en el caso de las vacas. Para el caso de las novillas se obtuvieron un nivel de grosor de grasa de 9.44 mm, similar al de las vacas. Este hecho concuerda con la literatura en donde se señala que las hembras tienen un mayor nivel de grasa que los toros, mientras que los toros jóvenes fueron los que tuvieron el menor nivel de grasa dorsal y de grasa perirenal. Las diferencias que se dan en las medidas de longitud de la canal entre las diferentes categorías, se deben a diferencias de crecimiento por la edad específica de cada una de ellas.

En el caso de las mediciones de pH, podemos decir que a pesar de manifestarse diferencias significativas entre categorías, los valores están dentro del ámbito normal reportado en la literatura.

Cuadro 8. Características biométricas de las canales bovinas según categoría animal.

Características	Categoría Animal				
	Sig ¹	Novillas	Vacas	Toros jóvenes	Toros
Grasa perirenal, kg	*	2.97 ^b	4.11 ^a	2.30 ^c	3.18 ^b
Grosor grasa, mm	**	9.44 ^a	11.11 ^a	4.08 ^c	7.19 ^b
Longitud canal, cm	*	109 ^c	116 ^b	119 ^a	116 ^b
Amplitud costilla, cm	**	82.0 ^c	87.8 ^a	85.7 ^b	89.2 ^a
Diámetro pierna, cm	**	78 ^c	85 ^b	90 ^a	91 ^a
pH 1 hora	*	6.45 ^a	6.18 ^c	6.34 ^b	6.27 ^b
pH 24 horas	**	5.66 ^a	5.52 ^{ba}	5.64 ^b	5.61 ^a

¹ Sig: * significativo $\alpha = 0.05$ ** significativo $\alpha = 0.01$

4.3. Características de rendimiento carnicero, según la zona y categoría animal.

4.3.1. Rendimiento carnicero según zona estudiada.

En el Cuadro 9, se observa que los cortes A son estadísticamente diferentes entre las fincas de las diferentes zonas, siendo los animales de la Zona Norte los que produjeron una mayor proporción de este tipo de cortes. A la vez, los animales de la Zona Norte produjeron una menor proporción de cortes de tipo B (25.84%), diferente significativamente a la dada en las otras zonas.

Cuadro 9. Rendimiento porcentual de la canal por cortes, relación carne hueso y área del ojo del lomo según las fincas por zona estudiada.

Rendimiento	Zona			
	Sig ¹	Norte	Chorotega	Atlántica
Cortes A, %	**	6.08 ^a	5.89 ^b	5.73 ^c
Cortes B, %	**	25.84 ^b	26.76 ^a	26.71 ^a
Cortes C, %	NS	48.25 ^a	48.15 ^a	48.21 ^a
Cortes D, %	NS	0.56 ^a	0.54 ^a	0.54 ^a
Cortes E, %	**	19.27 ^a	18.64 ^b	18.79 ^{ab}
Relación carne-hueso	NS	4.20 ^a	4.36 ^a	4.33 ^a
AOL, cm ²	NS	79.8 ^a	72.11 ^a	73.73 ^a

¹ Sig: * significativo $\alpha = 0.05$ ** significativo $\alpha = 0.01$

Sin embargo, en el Cuadro 10, la producción de cortes finos de la canal fue menor y significativamente diferente en la Zona Norte (31.90%) con respecto a las demás zonas. Se puede notar en ambos cuadros que los valores relación carne-hueso, área del ojo del lomo y carne vendible fueron similares en las tres zonas.

Cuadro 10. Rendimiento de carne vendible y proporción de cortes finos de la canal, según las fincas por zona estudiada.

Rendimiento	Zona			
	Sig ¹	Norte	Chorotega	Atlántica
Carne vendible, %	NS	78.37 ^a	78.03 ^a	78.4 ^a
Cortes A+B, %	**	31.90 ^b	32.66 ^a	32.45 ^a

¹ Sig: * significativo $\alpha = 0.05$ ** significativo $\alpha = 0.01$

4.3.2. Rendimiento carnicero según categoría animal

Es interesante observar en el Cuadro 11, que los animales que producen mayor proporción de cortes A y B son las novillas, y los animales de menor producción son los toros adultos. Los toros adultos son los que tienen una menor proporción de hueso en sus canales (17.53%) y a la vez son los que tiene una mayor relación carne-hueso. Cuando observamos los niveles de área del ojo del lomo, tenemos que los machos en general tienen mayores valores y podemos ver que esto es un efecto causado por el incremento en la edad y sexo de los animales.

Cuadro 11. Distribución del peso de la canal por cortes, según la categoría animal.

Cortes	Categoría Animal				
	Sig ¹	Novillas	Vacas	Toros jóvenes	Toros
Cortes A, %	**	6.41 ^a	5.84 ^b	5.84 ^b	5.50 ^c
Cortes B, %	**	28.56 ^a	26.41 ^b	25.87 ^b	25.16 ^c
Cortes C, %	**	45.19 ^c	48.38 ^b	47.94 ^b	51.30 ^a
Cortes D, %	**	0.60 ^a	0.56 ^b	0.54 ^b	0.49 ^c
Cortes E, %	**	19.22 ^b	19.04 ^b	19.78 ^a	17.53 ^c
Relación carne-hueso	**	4.20 ^{bc}	4.05 ^c	4.24 ^b	4.70 ^a
AOL, cm ²	**	64.22 ^c	65.09 ^c	75.86 ^b	86.34 ^a

¹ Sig: * significativo $\alpha = 0.05$

** significativo $\alpha = 0.01$

Los valores de carne vendible presentados en el Cuadro 12, nos indican que los toros adultos son los animales que manifiestan el mayor rendimiento, seguidos de los toros jóvenes, las vacas y las novillas. Pero en este mismo cuadro, se nota que las novillas son las que producen una mayor proporción de cortes finos, las vacas y toros jóvenes valores similares y los toros adultos los menores valores (30.66%). Los resultados obtenidos concuerdan con lo reportado por Feoli (2002), en un estudio realizado en Costa Rica con animales similares.

Cuadro 12. Rendimiento de carne vendible y proporción de cortes finos de la canal, según categoría animal.

Rendimiento	Categoría Animal				
	Sig ¹	Novillas	Vacas	Toros jóvenes	Toros
Carne vendible, %	**	76.9 ^d	78.3 ^b	77.6 ^c	80.2 ^a
Cortes A+B, %	**	34.96 ^a	31.98 ^b	31.72 ^b	30.66 ^c

¹ Sig: * significativo $\alpha = 0.05$

** significativo $\alpha = 0.01$

El sexo del animal se traduce también en composiciones corporales diferentes. Las hembras tienen un menor crecimiento, pero en cambio tienen un desarrollo más rápido del tejido adiposo. Los machos tienen menos grasa y menos hueso. La literatura menciona que los bovinos en pastoreo presentan mayor proporción de músculos que forman la parte abdominal debido al mayor volumen de alimento ingerido, Butterfield y Johnson (1971); Butterfield y Berg, (1966), citados por Gorrachategui (1997). Igualmente los sistemas de producción extensivos producen un aumento en el tamaño de las extremidades debido a las mayores necesidades de locomoción.

Parece unánime la opinión de que con engorde extensivo, obtener canales satisfactorias, solo es posible incluyendo un periodo de finalización a base de concentrados, que permita a los animales tener mayores producciones de carne. Los animales criados extensivamente tienen menor rendimiento en canal, mayor contenido muscular y menor contenido graso. Therkildsen *et al.* (1995) y Makarechian *et al.* (1995), citados por Gorrachategui (1997), concluyen en el mismo sentido: durante la fase de crecimiento los animales bovinos se pueden alimentar con una ingesta limitada de concentrados a condición de que, a continuación, durante el periodo de acabado antes del sacrificio tengan acceso libre a un alimento concentrado; es decir, existe un crecimiento compensatorio y solo serían necesarios unos días más para alcanzar el peso al sacrificio. De esta manera no se perjudica el rendimiento ni la calidad de la canal.

4.3.3. Rendimiento carnicero según el desarrollo muscular.

En el Cuadro 13, se puede observar la agrupación de las canales de acuerdo al desarrollo muscular, según el sexo de los animales estudiados.

Cuadro 13. Distribución de frecuencias de los animales cosechados según desarrollo muscular

Desarrollo muscular	Hembras %	Machos %
1	0	0
2	24	36
3	43	14
4	33	50
	n = 72	n = 72

Se puede observar en dicho cuadro, que la distribución de los animales estudiados no es uniforme y que por lo tanto los resultados obtenidos pueden ser afectados por el desarrollo muscular del animal; además de no encontrarse animales con el mejor grado de desarrollo muscular (1). De ahí que sea importante incluir el grado de desarrollo muscular en el sistema de clasificación de canales. Podemos decir que una mayor proporción de las hembras se ubicaron en los grados de desarrollo muscular 2 y 3 (67%), respecto a los machos los cuales se ubicaron en un 50% para los mismos grados.

Es interesante analizar el efecto del desarrollo muscular sobre el rendimiento carnicero en hembras y machos en el Cuadro 14. De la información dada en dicho cuadro, podemos decir que en el caso de las hembras se notan diferencias significativas entre los grados de desarrollo 2 y 3 en el rendimiento de los cortes A; mientras que para los cortes B, se dieron diferencias entre los tres grados de desarrollo muscular. Para el caso de los cortes C, se observan diferencias significativas en el rendimiento carnicero entre el grado de desarrollo 2 y los demás. En el caso de los machos, se nota que el rendimiento de cortes A, fue menor y significativamente diferente, en los toros con mejor desarrollo muscular, pero a la vez se nota que estos producen más cortes de tipo industrial (C).

Para la carne vendible y la relación carne-hueso en el caso de los machos, se nota que los grados de desarrollo muscular dieron mayores valores productivos, no así en el caso de las hembras. A pesar de que se nota tendencias hacia una mayor producción de los mejores grados musculares, es posible que con un mayor número de individuos experimentales que incluyeran el grado de desarrollo muscular 1, es probable que los resultados fueran más claros.

Cuadro 14. Rendimiento carnicero de las hembras y machos estudiados según cortes y desarrollo muscular.

Rendimiento	HEMBRAS				MACHOS			
	Desarrollo Muscular							
	Sig ¹	2	3	4	Sig ¹	2	3	4
Cortes A, %	**	6.34 ^a	5.95 ^b	6.20 ^{ab}	*	5.54 ^b	5.71 ^{ab}	5.88 ^a
Cortes B, %	**	29.1 ^a	27.5 ^b	25.9 ^c	NS	25.7	25.5	24.8
Cortes C, %	**	45.6 ^b	47.1 ^a	47.0 ^a	**	50.8 ^a	49.1 ^b	49.0 ^b
Cortes D, %	NS	0.59	056	0.59	**	0.47 ^b	0.54 ^a	0.54 ^a
Cortes E, %	NS	18.2	18.7	20.2	*	17.4 ^b	19.3 ^a	19.6 ^a
Carne vendible, %	NS	77.8	77.7	77.3	*	80.1 ^a	78.2 ^b	78.3 ^b
Relación carne-hueso	NS	4.47	4.31	4.0	*	4.75 ^a	4.2 ^b	4.1 ^b
AOL, cm ²	NS	64.5	65.6	63.6	NS	78.6	82.1	82.7

¹ Sig: * significativo $\alpha = 0.05$

** significativo $\alpha = 0.01$

4.3.4. Rendimiento carnicero según cobertura de grasa.

En el Cuadro 15, se observa la distribución de las canales, de acuerdo a la cobertura de grasa y sexo de los animales estudiados. Hay que recordar que la cobertura de grasa en la canal se incrementa conforme aumenta la escala, o sea los animales con grado 4, son los que tienen mayor contenido de grasa. Las hembras en general tuvieron una menor cobertura de grasa que los machos, ya que el 55% de las hembras tuvieron grados de cobertura 1 y 2 contra un 26% de los machos. O sea que las canales de los machos tenían un mejor grado de finalización por cuanto se ubicaron en un 74% en los grados de cobertura 3 y 4.

Cuadro 15. Distribución de frecuencias de los animales cosechados según cobertura de grasa.

Cobertura de grasa	Hembras %	Machos %
1	13	0
2	42	26
3	31	67
4	15	7
	n = 72	n = 72

Al igual que en el caso de desarrollo muscular se nota que la distribución no es uniforme, por lo que los resultados pueden verse afectados según el grado de cobertura.

Respecto al rendimiento carnicero según la cobertura de grasa, se nota en el Cuadro 16, se nota que no se da una relación clara entre el grado de cobertura de grasa y las características del rendimiento carnicero, tanto para hembras como para machos. Sin embargo hay que aclarar que dentro de este estudio no se hizo ninguna corrección por el grosor de la grasa.

Cuadro 16. Rendimiento carnicero de las hembras y machos estudiados según la cobertura de grasa.

Rendimiento	HEMBRAS					MACHOS			
	Cobertura de grasa								
	Sig ¹	1	2	3	4	Sig ¹	1	2	3
Cortes A, %	**	5.9 ^b	6.23 ^a	6.29 ^a	5.7 ^b	NS	5.78 ^a	5.63 ^a	5.72 ^a
Cortes B, %	NS	26.8 ^a	27.5 ^a	27.7 ^a	26.5 ^a	*	26.9 ^a	25.1 ^b	24.6 ^b
Cortes C, %	*	48.0 ^b	46.2 ^b	46.3 ^b	48.5 ^a	**	46.5 ^b	50.4 ^a	50.0 ^a
Cortes D, %	NS	0.57	0.55	0.6	0.67	**	0.52 ^b	0.51 ^b	0.62 ^a
Cortes E, %	NS	18.8	19.4	19.1	18.6	NS	19.4 ^a	18.3 ^a	19.0 ^a
Carne vendible, %	NS	79 ^a	77 ^a	77 ^a	77 ^a	NS	78 ^a	79 ^a	78 ^a
Relación carne-hueso	NS	4.33 ^a	4.13 ^a	4.23 ^a	4.36 ^a	NS	4.16 ^a	4.48 ^a	4.25 ^a
AOL, cm ²	NS	64.0	65.5	65.1	62	*	77.6 ^{ab}	83.5 ^a	71.0 ^b

¹Sig: * significativo $\alpha = 0.05$ ** significativo $\alpha = 0.01$

4.4. Relación del peso de la canal caliente con el peso de los cortes

En el Cuadro 17, se presentan las correlaciones porcentuales existentes entre los diferentes cortes cárnicos y el peso de la canal caliente para cada una de las categorías. Se nota que los coeficientes de correlación para los cortes A, B y C son altos en todas las categorías animales, o sea que conforme aumenta el peso de la canal caliente aumenta el porcentaje de estos cortes. Lo mismo ocurre para la carne vendible, la cual está altamente correlacionada con el peso de la canal caliente.

Cuadro 17. Relación entre el peso de los cortes cárnicos y el peso de la canal caliente, coeficientes de correlación por categorías, en porcentaje.

Cortes	Categoría Animal			
	Novillas	Vacas	Toros jóvenes	Toros
Cortes A	84	84	77	88
Cortes B	92	95	74	88
Cortes C	92	98	91	95
Cortes D	40	65	28	36
Cortes E	61	86	21	74
Carne vendible, kg	97	98	97	98

Por otro lado, se puede observar en el Cuadro 18, el crecimiento para cada tipo de corte en función del peso de la canal caliente en cada una de las categorías estudiadas, en donde para el caso de los cortes A se da un incremento entre 0.05 y 0.06 por cada kilo de incremento en el peso de la canal caliente; para el caso de los cortes B el incremento en función del peso de la canal caliente es de 0.25 a 0.28. En el caso de la carne vendible en todas las categorías el incremento por cada kilo de aumento en el peso de la canal caliente se incrementa la carne vendible entre 0.79 y 0.80 Kg.

Cuadro 18. Tasa de crecimiento por corte en función del peso de la canal caliente, por categorías, en kilogramos.

Cortes	Categoría Animal			
	Novillas	Vacas	Toros jóvenes	Toros
Cortes A	0.063	0.057	0.057	0.054
Cortes B	0.283	0.258	0.255	0.247
Cortes C	0.444	0.480	0.474	0.502
Cortes D	0.005	0.005	0.005	0.004
Cortes E	0.188	0.188	0.194	0.170
Carne vendible, kg	0.791	0.796	0.788	0.804

- Prob "t" ≥ 0.001 , $R^2 \geq 97\%$
- Peso del corte kg = Tasa crecimiento en kg (b1) * Peso canal caliente kg
- Si PCC=290 en toro Cortes A= 0.054 * 290 Corte A= 15.66kg

4.5. Composición química de la carne según los músculos, la zona y la categoría animal

4.5.1. Composición química de la carne según músculo y zona.

La carne es casi un 20 % de compuestos nitrogenados y un 80 % no nitrogenados, primordialmente agua y en menor grado lípidos. Al analizar la información del análisis químico según los diferentes músculos en las zonas de estudio presentada en el Cuadro 15, se observa que en todos los músculos se encontraron diferencias significativas para el contenido de proteína entre las zonas con valores que oscilaron entre 20.32 y 23.54% con base a la materia seca. Estos valores concuerdan con los contenidos proteicos reportados en los diferentes músculos por Esquivel (1994), quien determinó valores entre 19 y 23%. La proteína es de gran importancia pues brinda valor nutricional a la carne, además de que permite su industrialización. Castro (2001), señala que su valor varía entre 10-20% dependiendo de la localización del músculo y del contenido de grasa del mismo. Feoli (2002), reporta en Costa Rica rangos proteicos de 18 hasta un 23.5%. Las diferencias observadas entre zonas se dan básicamente por el diferente manejo de las fincas, diferentes pastos, conformación animal y grado de gordura, entre otros.

Cuadro 19. Composición química de la carne, según el músculo y las fincas por la zona de estudio.

Músculo y componentes		Zona			
		Sig ¹	Norte	Chorotega	Atlántica
Solomo	Proteína	*	21.80 ^b	20.94 ^c	22.39 ^a
	Grasa	NS	1.72 ^a	1.95 ^a	1.93 ^a
	Humedad	NS	73.94 ^a	74.42 ^a	74.51 ^a
Vuelta de lomo	Proteína	*	21.65 ^b	20.34 ^c	22.49 ^a
	Grasa	*	1.44 ^b	1.87 ^a	1.66 ^{ab}
	Humedad	NS	74.12	74.0	74.36
Lomo	Proteína	*	21.56 ^b	21.17 ^b	22.73 ^a
	Grasa	NS	1.62	1.65	1.53
	Humedad	*	74.03 ^a	74.45 ^a	74.48 ^a
Lomito	Proteína	*	20.36 ^b	20.69 ^b	23.29 ^a
	Grasa	NS	2.21	2.26	2.39
	Humedad	NS	74.16	74.53	74.39
Posta de cuarto	Proteína	*	21.84 ^b	20.32 ^c	23.54 ^a
	Grasa	NS	1.17	1.29	1.26
	Humedad	NS	73.76	74.11	73.96

¹ Sig: * significativo $\alpha = 0.05$

** significativo $\alpha = 0.01$

Por su parte, en relación con el contenido graso, los promedios determinados oscilaron entre 1.17 y 2.39% en los diferentes músculos, en las diferentes zonas, lo cual indica que la carne producida en Costa Rica en animales en pastoreo es de un bajo contenido graso si la comparamos con la producida a base de grano en condiciones de estabulación. No se dieron diferencias significativas en el contenido graso entre zonas, para los diferentes músculos estudiados, con la excepción en la vuelta de lomo. El corte con mayor contenido graso en nuestro estudio fue el lomito, el cual tuvo valores entre 2.21 y 2.39% en las diferentes zonas; en ganado *Bos taurus* alimentado con dietas altas en grano, en este corte se reportan niveles grasos entre el 6 y 8 %. En Costa Rica, Feoli (2002) reporta valores de grasa que van desde 1.04% hasta 5.33% en diferentes músculos. Por su parte, en general se señala que el contenido de grasa varía con la cantidad de marmoleo y puede tener un rango entre 2 y 12%, dependiendo de la raza del animal, el tipo músculo y el sistema de engorde. Por otro lado, para el caso de la humedad, los valores oscilaron en las diferentes zonas en los músculos entre 73,76 y 74,53 %, sin diferencias significativas entre zonas en todos los músculos. En el caso de la humedad, según Effenberger y Shotte (1972) el contenido de agua puede fluctuar por influencia de la edad, estado de las carnes, nutrición y situación anatómica del músculo en la canal. Esquivel (1994) reporta porcentajes de humedad en *Bos indicus* entre 72 y 74%.

4.5.2. Composición química de la carne según músculo y categoría animal.

La composición química de los músculos según la categoría animal se presenta en el Cuadro 20. En este cuadro se observa que en todos los músculos estudiados se dan diferencias significativas en los componentes químicos entre las diferentes categorías animales estudiadas con excepción de la grasa y la humedad para el lomito. En términos generales, los músculos de las hembras tienen un mayor contenido de proteína que los machos, posiblemente por tener las canales una mayor maduración fisiológica. Por otro lado, se puede notar que los músculos de las hembras tienen un mayor contenido de grasa que los toros, lo cual concuerda con lo reportado en la literatura en donde se señala que los toros tienen un menor contenido graso en la carne que las hembras. Es importante enfatizar -que el contenido graso en todas las categorías animales estudiadas es muy bajo si se compara con los datos de animales producidos en estabulación, por lo tanto podríamos decir que nuestra carne es magra entre un 97 y 98%. Esto es una fortaleza a explotar de nuestra carne, en el planteamiento de una campaña publicitaria.

Cuadro 20. Composición química de la carne, según el músculo y categoría animal.

Músculo y componentes		Categoría Animal				
		Sig ¹	Novillas	Vacas	Toros jóvenes	Toros
Solomo	Proteína	*	22.16 ^b	23.45 ^a	20.33 ^d	20.9 ^c
	Grasa	*	2.16 ^a	2.37 ^a	1.27 ^c	1.69 ^b
	Humedad	*	73.61 ^c	74.32 ^b	75.02 ^a	74.21 ^c
Vuelta de lomo	Proteína	*	22.13 ^a	22.41 ^a	20.16 ^c	21.22 ^b
	Grasa	*	2.02 ^a	2.19 ^a	1.01 ^c	1.32 ^b
	Humedad	*	73.61 ^b	74.00 ^b	74.58 ^a	74.47 ^a
Lomo	Proteína	*	23.32 ^a	22.82 ^a	20.00 ^c	21.10 ^b
	Grasa	*	1.88 ^a	1.93 ^a	1.23 ^b	1.36 ^b
	Humedad	*	73.89 ^c	74.16 ^b	74.31 ^b	74.92 ^a
Lomito	Proteína	*	22.92 ^a	21.41 ^b	20.55 ^c	20.91 ^b
	Grasa	NS	2.38	2.38	2.25	2.15
	Humedad	NS	73.78	74.45	74.75	74.47
Posta de cuarto	Proteína	*	23.33 ^a	22.16 ^b	21.22 ^c	20.91 ^c
	Grasa	*	1.41 ^b	1.62 ^a	0.84 ^d	1.09 ^c
	Humedad	*	73.05 ^c	73.70 ^b	74.71 ^a	74.31 ^a

1Sig: * significativo $\alpha = 0.05$ ** significativo $\alpha = 0.01$

4.6. Fuerza de corte para los músculos estudiados, según la categoría animal

La determinación de la fuerza de corte a través de la cuchilla Warner-Bratzler, trata en forma mecánica de medir la suavidad de la carne. La fuerza de corte es inversamente proporcional al grado de suavidad determinado por los panelistas. Los valores de fuerza de corte superiores a 5 kg/cm², son mencionados en la literatura como propensos a dar carnes duras; algunos incluso establecen como límite un valor de 4 kg/cm². Según la literatura, la suavidad de la carne depende de diversos factores, tales como la edad, raza, sexo, alimentación, condición sexual, entre otras. Por su parte, el tejido conectivo es el elemento responsable en gran medida de la suavidad o dureza de la carne, el cual aumenta con la edad del animal. La suavidad de la carne ha sido identificada como el atributo más importante de la palatabilidad de la carne, siendo el determinante primario de la calidad de la carne (Miller *et al*, 1995). Las variaciones en la suavidad de la carne son debidas al porcentaje de colágeno soluble, influenciado por el marmoleo y la

edad del animal, Dikeman, (1990). Huffman *et al.* (1996), señalan que valores de Warner–Wratzler en bistés menores a 4.1 kg aseguran niveles de satisfacción de un 98 % en el consumo de ellos, tanto en los consumidores de hogar como de restaurantes.

Cuadro 21. Fuerza de corte para los cinco músculos estudiados en las canales bovinas, según la categoría animal.

Músculo	Categoría Animal			
	Novillas	Vacas	Toros jóvenes	Toros
Solomo	5.52 ^{b A}	6.46 ^{a A}	5.43 ^{b A}	5.66 ^{b A}
Vuelta de lomo	4.90 ^{b A}	5.50 ^{a B}	4.92 ^{b B}	4.91 ^{b B}
Lomo	4.64 ^{b B}	5.47 ^{a B}	5.73 ^{a A}	5.65 ^{a A}
Lomito	3.52 ^{a C}	4.08 ^{a C}	3.60 ^{a C}	3.65 ^{a C}
Posta de cuarto	5.39 ^{a A}	5.67 ^{a B}	5.48 ^{a A}	5.78 ^{a A}

¹ Letras minúsculas comparación del músculo entre categorías

² Letras mayúsculas comparación de categorías entre músculos

La información de fuerza de corte por categoría animal, se puede notar en el Cuadro 21. Se puede deducir que el único corte que cumple con las expectativas de la suavidad es el lomito, ya que tiene valores de fuerza de corte por debajo a las mencionadas en la literatura como deseables, sin diferencias significativas entre categorías. Por otro lado, podemos observar que las vacas presentan mayores valores de fuerza de corte para solomo, lomo y lomito, respecto a las otras categorías; esto coincide con lo obtenido por Huff-Lonergan *et al.* (1995), quien reporta que las muestras de carne de vacas de mayor edad presentan mayor dureza que las jóvenes. En general los animales de mayor edad, tuvieron mayor dureza de la carne, esto se puede justificar por el hecho de que el colágeno cambia su estructura y solubilidad con la edad del animal, incrementando la dureza de la carne. Además, los valores de fuerza de corte del solomo y la posta de cuarto fueron muy similares en todas las categorías, teniendo los mayores valores de dureza. Después de la mayor suavidad del lomito, le sigue el corte vuelta de lomo y el lomo.

Cabe señalar que el *Longissimus dorsi* (lomo) es el músculo que tradicionalmente se utiliza para evaluar la terneza de la carne, dado que tiene poco tejido conectivo; sin embargo, debido a la irregularidad de la colocación de las fibras musculares y a que puede acortarse mucho durante el enfriamiento, no siempre refleja la suavidad de la canal (Hearnshaw, 1999).

4.7. Fuerza de corte según el desarrollo muscular y sexo

Para estudiar el efecto del desarrollo muscular sobre la fuerza de corte de los diferentes músculos estudiados, las canales se agruparon en hembras y machos, con el fin de obtener mayor número de canales en los diferentes grados de desarrollo muscular. La información presentada en el Cuadro 22, indica que para el caso de las hembras se notan diferencias significativas en los valores de fuerza de corte de los diferentes grados musculares. El grado muscular 2, en todos los músculos, fue el que tuvo la menor fuerza de corte. Por otro lado, en el caso de los machos se encontró diferencias significativas para el corte lomo entre los grados 2, 3 y el grado 4; sin embargo, a pesar de no encontrarse diferencias significativas entre los grados de desarrollo para los otros músculos se aprecia una ligera tendencia a incrementarse la dureza de la carne conforme aumenta el grado de desarrollo.

Cuadro 22. Fuerza de corte para los cinco músculos estudiados en las canales bovinas de hembras y machos, según desarrollo muscular.

Músculo	HEMBRAS				MACHOS			
	Sig ¹	2	3	4	Sig ¹	2	3	4
Solomo	**	5.59 ^b	6.33 ^a	5.83 ^{ab}	NS	5.87	5.37	5.37
Vuelta de lomo	*	4.35 ^b	4.88 ^b	6.21 ^a	NS	4.86	4.86	5.51
Lomo	*	4.04 ^b	4.83 ^b	6.05 ^a	*	5.57 ^b	5.54 ^b	6.53 ^a
Lomito	*	3.48 ^b	3.90 ^a	3.94 ^a	NS	3.55	3.66	4.22
Posta de cuarto	*	4.78 ^b	5.34 ^b	6.76 ^a	NS	5.55	5.41	5.96

Sig: * significativo $\alpha = 0.05$ ** significativo $\alpha = 0.01$

4.8. Fuerza de corte según la cobertura de grasa y sexo

El estudio de la fuerza de corte según la cobertura de grasa, en los animales cosechados agrupados por sexo, se puede observar en el Cuadro 23. En dicho cuadro, se observa que no se dieron diferencias significativas en los músculos respecto a los diferentes grados de cobertura de grasa, tanto en machos como en hembras; con la excepción de la posta de cuarto en las hembras. En otras palabras, el grado de cobertura de grasa no influyó en la fuerza de corte. Hay que recordar que en este estudio no se

ajustó el grado de cobertura según el grosor de la grasa, lo cual podría estar confundiendo los datos obtenidos.

Cuadro 23. Fuerza de corte para los cinco músculos estudiados en canales bovinas de hembras y machos, según cobertura de grasa.

Músculo	HEMBRAS					MACHOS			
	Sig ¹	1	2	3	4	Sig ¹	1	2	3
Solomo	NS	5.85	5.74	6.17	6.44	NS	5.63	5.53	5.42
Vuelta de lomo	NS	4.40	5.21	5.28	5.66	NS	4.90	4.99	4.77
Lomo	NS	4.91	4.89	5.16	5.42	NS	5.54	5.74	5.74
Lomito	NS	3.52	3.77	3.76	4.40	NS	3.33	3.81	4.02
Posta de cuarto	*	5.10 ^b	5.65 ^b	5.47 ^b	6.65 ^a	NS	5.31	5.56	5.9

¹Sig: * significativo $\alpha = 0.05$ ** significativo $\alpha = 0.01$

4.9. Merma por cocción de los músculos según la categoría animal

Cuando se analiza la merma por cocción por categoría animal, según se aprecia en el Cuadro 24, tenemos que los promedios de mermas no fueron diferentes en forma significativa para los músculos vuelta lomo, lomo, lomito y posta de cuarto entre las categorías. Las pérdidas de peso por cocción oscilaron entre 29,54 y 35,51%, y en el caso particular del solomo, se nota que se diferenciaron en forma significativa los valores obtenidos entre novillas (32,06%) y toros jóvenes (35,20%). Cabe señalar, que en el caso de las vacas al tener mayor porcentaje de grasa se forma una especie de capa impermeable que podría disminuir las pérdidas de agua durante la cocción (Esquivel, 1994). Estos valores son un poco mayores a los reportados por Feoli (2002). Sin embargo, Esquivel (1994), señala que en el caso de *Bos indicus*, al presentar mayores porcentajes de humedad y menos grasa, aumentan las pérdidas durante la cocción.

Cuadro 24. Promedio para merma por cocción en los músculos de las canales estudiadas, según la categoría animal.

Músculo	CATEGORÍA				
	Sig ¹	Novillas	Vacas	Toros Jóvenes	Toros
Solomo	*	32,06 ^{ab}	31,07 ^b	35,20 ^a	32,70 ^a
Vuelta de lomo	NS	33,35	30,18	33,21	31,55
Lomo	NS	29,96	31,74	31,11	29,54
Lomito	NS	32,01	30,17	32,66	31,18
Posta de cuarto	NS	35,51	33,71	35,34	32,92

¹Sig. * significativo $\alpha = 0.05$.

4.10. Análisis sensorial de los músculos según la categoría animal

4.10.1. Dureza.

Muchos estudios han demostrado que después de la inocuidad del producto, la terneza o dureza es el tema de mayor inquietud para los consumidores, con relación a la calidad de la carne (Stephens *et al.* 2004). La naturaleza de los músculos relajados o contraídos, así como la solubilidad de los tejidos conectivos, son los componentes que más influyen en la terneza (Hearnshaw, 1999). La terneza se puede evaluar con grupos de degustadores o consumidores, ya que ellos pueden detectar diferencias en suavidad entre diferentes tipos de bistés (Shackelford *et al.* 2001).

En el Cuadro 25, se aprecian los valores porcentuales de dureza determinados por los panelistas, en los diferentes cortes cárnicos según la categoría animal, para la agrupación muy suave a extremadamente suave, en los diferentes músculos estudiados.

Cuadro 25. Dureza de la carne bovina determinada por los panelistas en forma porcentual, para la agrupación muy suave a extremadamente suave, en los cinco músculos estudiados, según categoría animal.

Músculo	Categoría Animal			
	Novillas	Vacas	Toros jóvenes	Toros
Solomo	18	22	18	15
Vuelta de lomo	53	33	50	42
Lomo	44	25	28	21
Lomito	92	91	94	92
Posta de cuarto	19	19	15	21

De manera general los panelistas determinaron que el lomito no presenta diferencias en cuanto al grado de dureza en todas las categorías estudiadas, ya que más del 90 por ciento de ellos, lo calificaron como un corte de muy suave a extremadamente suave. Por otro lado, para el caso del solomo y la posta de cuarto los panelistas los señalan como cortes con alto grado de dureza y con valores muy similares en ambos cortes. Es interesante notar que la vuelta de lomo fue el segundo corte mejor valorado en cuanto a dureza, seguido del lomo y los valores manifestados indican que los animales jóvenes, tanto novillas como toros jóvenes son valorados con una menor dureza.

4.10.2 Jugosidad.

Estudios relacionados con la evaluación de la carne por catadores demuestran que la jugosidad está estrechamente relacionada con la ternura. La jugosidad es uno de los factores determinantes por los consumidores, a la hora de seleccionar la carne (Feldkamp *et al.* 2003). Además, los jugos de la carne juegan un papel importante en la impresión general de la palatabilidad que adquieren los consumidores. Estos contienen muchos de los componentes del sabor y ayudan al ablandamiento y a la fragmentación de la carne durante la masticación (Huerta-Leidenz, 2001).

En el Cuadro 26, se presenta la frecuencia porcentual de la jugosidad determinada por los panelistas, y de él se deduce que los panelistas evalúan los cortes en forma similar a la dureza. El lomo es el corte más jugoso, seguido de la vuelta de lomo y el lomo. Los valores fueron muy similares en el solomo y posta de cuarto. Se observa además, que la carne de animales jóvenes fue valorada con mayores frecuencias extremas de jugosidad.

Cuadro 26. Jugosidad de la carne bovina determinada por los panelistas en forma porcentual, para la agrupación muy jugosa a extremadamente jugosa, en los cinco músculos estudiados, según categoría animal.

Músculo	Categoría Animal			
	Novillas	Vacas	Toros jóvenes	Toros
Solomo	17	28	15	15
Vuelta de lomo	28	31	35	31
Lomo	35	27	29	22
Lomito	50	55	63	46
Posta de cuarto	15	21	16	17

Las diferencias en jugosidad según la edad y el sexo se justifican de igual forma que para el caso de la dureza, pues esta tiene relación directa con la capacidad de retención de agua del músculo. Los panelistas señalaron que el lomito fue el corte con la mayor jugosidad, seguido de la vuelta de lomo y el lomo, con promedios muy similares, la posta de cuarto y el solomo.

4.10.3 Intensidad del sabor.

Muchas de las reacciones psicológicas y fisiológicas que despierta la carne derivan de su sabor y aroma (Huerta-Leidenz, 2001). Los componentes de la carne responsables

por el sabor y el aroma no han sido totalmente identificados, sin embargo, muchos constituyentes de los tejidos musculares, conectivos y adiposos (grasa) se tornan volátiles durante la cocción.

El sabor de la carne se ha relacionado directamente con la alimentación y el pH de la misma, así como con la sensación de jugosidad (Moler, 1971).

Cuadro 27. Intensidad del sabor de la carne bovina determinada por los panelistas en forma porcentual, para la agrupación muy intenso a extremadamente intenso, en los cinco músculos estudiados, según categoría animal.

Músculo	Categoría Animal			
	Novillas	Vacas	Toros jóvenes	Toros
Solomo	29	30	22	24
Vuelta de lomo	33	33	33	34
Lomo	27	23	21	20
Lomito	46	45	53	45
Posta de cuarto	24	25	29	25

La intensidad del sabor se puede notar en el Cuadro 27, donde el corte lomito fue identificado como el que tuvo la mayor frecuencia de intensidad de sabor, seguido de la vuelta de lomo y con valores similares en los otros cortes. Parece que la suavidad o dureza de los cortes podría influenciar la percepción del sabor de la carne. En esta variable no se nota un efecto de la edad o categorías animales.

4.10.4. Masticabilidad.

La masticabilidad es un indicador de la cantidad de tiempo que pasa durante la masticación de la carne, antes de decidir ingerirla. A mayor masticabilidad en la escala hedónica mayor es la terneza de la carne (escala de 1 a 8), y menor el tiempo de masticación. Respecto a la masticabilidad se puede observar en el Cuadro 28, que por encima del 88% de los panelistas consideran el lomito como un corte de muy tierno a extremadamente tierno, con pocas diferencias entre las categorías estudiadas. Es interesante notar que el corte vuelta de lomo es determinado en segundo lugar en la agrupación estudiada, seguido del lomo. En estos dos últimos cortes se nota que los mayores porcentajes de masticabilidad, se da en las novillas y toros jóvenes. Igual que en los casos anteriores el solomo y la vuelta de lomo, los panelistas valoran el solomo y la posta de cuarto con valores bajos de masticabilidad sin diferencias entre categorías.

Cuadro 28. Masticabilidad de la carne bovina determinada por los panelistas en forma porcentual, para la agrupación muy tierno a extremadamente tierno, en los cinco músculos estudiados, según categoría animal.

Músculo	Categoría Animal			
	Novillas	Vacas	Toros Jóvenes	Toros
Solomo	14	16	15	10
Vuelta de lomo	45	24	39	33
Lomo	34	19	20	19
Lomito	89	88	92	88
Posta de cuarto	15	15	15	16

4.10.5. Cantidad de tejido conectivo

El tejido conectivo hace una contribución a la dureza de la carne (Swatland *et al.* 1997), más de la que se puede atribuir a la grasa. Se encuentra compuesto de dos fracciones principales: el colágeno y la elastina. La elastina corresponde a la fracción del tejido conectivo con propiedades más elásticas y suele encontrarse prioritariamente en aquellos músculos que presentan mucha actividad. Esta resiste condiciones químicas muy severas como la acidez, la alcalinidad y el calor que usualmente destruyen al colágeno; esto hace afortunado el que no sea muy abundante en general, pues de ser así se tendrían cortes muy duros por los cuales se podía hacer poco en términos del mejoramiento de la suavidad (Swatland *et al.* 1997). Este parámetro se refiere al residuo de tejido conectivo presente en la boca, después de la masticación y antes de ingerir la carne. La escala está dada en el sentido de que a un mayor número indica una menor presencia de tejido conectivo en la carne (trazas para un valor de 8).

Con base a lo anterior, y de acuerdo al Cuadro 29, podemos decir que el corte que los panelistas determinaron con menos contenido de tejido conectivo al final de la masticación fue el lomito, en donde se ve que por encima del 86 % de los panelistas encuentran prácticamente nada a nada de tejido en este corte. Le sigue el corte vuelta de lomo, en el cual se nota que los animales jóvenes (novillas y toros jóvenes), fueron puntualizados con menores contenidos de tejido conectivo. Los cortes solomo y vuelta de lomo, presentan el mayor contenido conectivo, según los panelistas.

Cuadro 29. Cantidad de tejido conectivo de la carne bovina determinada por los panelistas en forma porcentual, para la agrupación prácticamente nada a nada, en los cinco músculos estudiados, según categoría animal.

Músculo	Categoría Animal			
	Novillas	Vacas	Toros jóvenes	Toros
Solomo	16	20	18	15
Vuelta de lomo	54	28	48	41
Lomo	47	30	32	32
Lomito	92	86	90	88
Posta de cuarto	23	20	28	25

4.10.6 Intensidad del sabor residual.

El sabor residual de la carne está altamente ligado con el sabor y el aroma presentes en la misma. El aroma se detecta por numerosos materiales volátiles que estimulan las terminales nerviosas de los pasajes nasales. El sabor residual sería el sabor que queda impregnado esos pasajes nasales después de la ingestión de la carne. Se relaciona en ocasiones con una mayor edad del animal, diferentes tipos de alimentación, razas, sexo, cantidad de grasa intramuscular, entre otros. En el Cuadro 30, se observa que para esta característica, la mayoría de panelistas, en este caso alrededor de un 30 % de ellos indicaron en todos los cortes percibir prácticamente nada a nada de sabor residual, al final de consumirlos.

Cuadro 30. Intensidad del sabor residual de la carne bovina determinada por los panelistas en forma porcentual, para la agrupación, prácticamente nada a nada en los cinco músculos estudiados, según categoría animal.

Músculo	Categoría Animal			
	Novillas	Vacas	Toros jóvenes	Toros
Solomo	24	25	27	29
Vuelta de lomo	31	24	28	23
Lomo	34	34	34	35
Lomito	37	28	30	36
Posta de cuarto	30	27	32	27

4.10.7. Aceptabilidad global.

La aceptabilidad global de la carne involucra la percepción general del catador con respecto a las características de calidad deseables para la carne. La escala utilizada va de 1 a 8, donde el valor de 8 representa una carne extremadamente agradable. Para las categorías novillas, vacas y toros jóvenes entre el 82 y 85 % de los panelistas señalaron al lomo como muy agradable a extremadamente agradable, según se aprecia en el Cuadro 31. En el caso de los toros únicamente un 76 % de ellos lo señalaron de esta manera. En el caso del solomo y la posta de cuarto, los porcentajes de aceptabilidad de la carne oscilan entre el 14 y el 20 %, en los valores extremos. El corte vuelta de lomo fue el que indicaron en segundo lugar en aceptabilidad los panelistas, seguido del lomo. En ambos cortes, se aprecia que en los animales jóvenes los panelistas detectaron una mayor aceptabilidad de la carne.

Cuadro 31. Aceptabilidad global de la carne bovina determinada por los panelistas en forma porcentual, para la agrupación muy agradable a extremadamente agradable, en los cinco músculos estudiados, según categoría animal.

Músculo	Categoría Animal			
	Novillas	Vacas	Toros jóvenes	Toros
Solomo	18	17	18	14
Vuelta de lomo	41	26	39	31
Lomo	36	20	26	23
Lomito	85	82	84	76
Posta de cuarto	18	12	20	16

5. CONCLUSIONES

Del análisis de la información obtenida podemos concluir lo siguiente:

- a. Se presentan diferencias significativas entre las zonas estudiadas en las características bovinométricas, sin embargo estas se deben más a un efecto de diferencias entre fincas que entre zonas.
- b. Entre las zonas se encontraron diferencias significativas en cuanto a la producción de cortes A y B, situación que al igual que el caso anterior se explica por el diferente manejo dado entre las fincas de las zonas; mientras que la producción de carne vendible fue igual en las diferentes zonas.
- c. Las características bovinométricas estudiadas fueron diferentes en forma significativa entre las categorías animales.
- d. La producción de cortes cárnicos de alto valor fue diferente en forma significativa entre las categorías animales estudiadas, en donde las novillas produjeron un 6,41 % de cortes A y los toros un 5,50 % de la canal caliente
- e. De igual manera de la canal caliente las novillas produjeron mayores proporciones de cortes finos (34,96 %), mientras los toros las menores proporciones (30,66 %).
- f. La producción de carne vendible fue diferente entre las categorías animales estudiadas en forma significativa, con valores de 80,2, 78,3, 77,6 y 76,9 %, respectivamente para toros, vacas, toros jóvenes y novillas.
- g. En las hembras no se encontró una relación clara entre el desarrollo muscular y el rendimiento carnicero, sin embargo los animales con mejor grado de desarrollo muscular, tuvieron mayor producción de cortes A y B.
- h. En el caso de los machos, se nota una diferenciación en forma significativa en el rendimiento de cortes A, C y D; así como en la carne vendible y la relación carne hueso, respecto a los grados de desarrollo muscular.
- i. Tanto en machos como en hembras, no se determinó ningún efecto del grado de cobertura de grasa sobre el rendimiento carnicero.
- j. En todas las categorías animales se notan altas correlaciones entre el peso de la canal caliente y la producción de cortes cárnicos y carne vendible.

- k. Se determinó una predicción de la producción de cortes y carne vendible a partir del peso de la canal caliente en cada una de las categorías estudiadas.
- l. Los contenidos de humedad y proteína en los músculos estudiados, están dentro de los rangos reportados en la literatura.
- m. Los contenidos de grasa oscilaron entre 0,84 y 2,38 %, teniendo el lomo el mayor contenido. Esto indica que la carne producida en nuestro país, a base de pasturas tiene alrededor de un 98 % de magrez.
- n. En términos generales podemos decir que según la fuerza de corte determinada en los diferentes músculos, se puede decir que a excepción del lomo nuestra carne se puede considerar como dura; los animales jóvenes mostraron una menor dureza de la carne.
- o. El lomo, fue el corte que obtuvo la menor fuerza, seguido por la vuelta de lomo, lomo, solomo y posta de cuarto.
- p. Se observa un efecto significativo del desarrollo muscular sobre la fuerza de corte en todos los músculos estudiados en hembras; en el caso de los machos este efecto fue significativo en el corte lomo.
- q. En machos y hembras no se observaron efectos de la cobertura de la grasa sobre la fuerza de corte.
- r. Las mermas promedios generales por cocción oscilaron entre 30,17 y 35,51 %, en los diferentes cortes cárnicos.
- s. Los parámetros de análisis sensorial, mostraron la misma tendencia de comportamiento que la fuerza de corte. El corte mejor valuado por los panelistas fue el lomo, seguido de la vuelta de lomo, lomo; y muy similares el solomo y la posta de cuarto, así como los animales jóvenes.

6. RECOMENDACIONES

- a) No tomar en consideración la zona de proveniencia de la canal, en el sistema de clasificación de canales bovinas, ya que no se notaron diferencias entre zonas.
- b) Incluir dentro del sistema de clasificación el efecto de sexo, ya que dieron diferencias en las características estudiadas entre los machos y las hembras.

- c) Incluir la edad de los animales, medida por cronometría dentaria en el sistema de clasificación.
- d) Incluir el grado de cobertura de grasa como un factor dentro del sistema de clasificación.
- e) Explotar en una campaña publicitaria el bajo contenido graso de nuestra carne bovina en pastoreo, orientada hacia el incremento del consumo de carne por parte de los consumidores.
- f) Aprovechar el corte vuelta de lomo, mediante una diferenciación de precio por parte de la industria, dada su calidad obtenida.
- g) Dado que no se incluyó la categoría de novillos en esta investigación, se recomienda estudiar el comportamiento de éstos para las mismas características analizadas en este trabajo.

7. TRABAJOS ADICIONALES

7.1. Características de las canales bovinas sacrificadas en la Zona Norte de Costa Rica

Con el fin de desarrollar habilidades y destrezas en la evaluación de diferentes características relacionadas las canales bovinas, se planteó desarrollar un trabajo en la planta de cosecha del ITCR, situada en Santa Clara, Florencia, San Carlos. Para ello se evaluaron características de canales procedentes de bovinos de la Zona Norte, cosechados en dicha planta. Este trabajo se realizó mediante un trabajo final de graduación de un estudiante de la Escuela De Agronomía, el cual se adjunta en el Apéndice 1. Como conclusiones y recomendaciones de dicho trabajo se tienen las siguientes:

1. En lo que respecta al sexo de los animales cosechados, un 54,9% correspondieron a los machos y un 44,8% a las hembras.
2. Del total de machos cosechados, un 57% correspondió para machos enteros (toros), y un 43% para novillos, lo que indica que en la Zona Norte se consume una cantidad considerable de novillos.
3. Un 74% del total de los animales cosechados, tanto machos como hembras, pertenecen a los tipos raciales cebuinos.

4. Los animales cruzados *Bos indicus* con *Bos taurus*, en donde predominaron las razas Simental, Charolais y Chianina, denominados como continentales, representaron un 11% del total de los animales cosechados.
5. Los animales del tipo racial doble propósito, representaron un 12% del total y los de tipo lechero un 3%.
6. La distribución porcentual de los animales cosechados, según la cronometría dentaria 0, 2, 4, 6 y 8 dientes fueron de 7, 33, 28, 11 y 21%, respectivamente.
7. El 82% de los machos sacrificados presentaron cronometría dentaria inferior a los 4 dientes.
8. El estado fisiológico reproductivo de las hembras cosechadas indica que un 59,7% estaban vacías y un 40,3% preñadas y de éstas últimas un 55% presentaban edades iguales o inferiores a 36 meses.
9. El color del músculo es influenciado directamente por la edad de los animales, ya que conforme aumenta la edad, el musculo es más oscuro, esto debido a una mayor concentración de mioglobina.
10. El comportamiento de la variable de desarrollo muscular, no se afecta con respecto a la edad de los animales, ya que presentan un comportamiento similar en las diferentes edades de las canales de los animales sacrificados.
11. Conforme aumenta la edad de los animales, la grasa de sus canales se torna más "amarilla", principalmente en novillos y vacas de razas continentales, lecheras y doble propósito.
12. El peso promedio de la canal de los animales cosechados según categoría fue de 247,97; 240,52; 247,43 y 241,51 Kg, respectivamente para toros, novillos, vacas preñadas y vacas vacías.
13. El rendimiento en canal de los animales cosechados fue de 57,05; 57,18; 49,84 y 53,16 %, para toros, novillos, vacas preñadas y vacas vacías, respectivamente.
14. El porcentaje de la sangre respecto al peso vivo de los animales cosechados fue de $5,47 \pm 0,75$; $5,49 \pm 0,68$; $5,21 \pm 0,78$ y $5,52 \pm 0,66$ %, para toros, novillos, vacas preñadas y vacas vacías, respectivamente.

15. La cabeza sin cuernos, representó un promedio de 2,58% del peso vivo de los animales cosechados.
16. Las vísceras verdes representan porcentualmente del peso vivo de los animales cosechados $16,3\pm 4,7$; $17,1\pm 3,7$; $18,4\pm 5,02$ y $18,37\pm 4,35$, en su forma respectiva para toros, novillos, hembras preñadas y hembras vacías.
17. Para las mismas categorías de animales, el porcentaje del cuero respecto al peso vivo de los animales cosechados fue de $10,31\pm 2,74$; $9,26\pm 2,24$; $9,04\pm 2,33$ y $10,28\pm 2,95$, en su orden respectivo.
18. La grasa interna (riñonada, abdominal y cardiaca), mostró valores en forma porcentual del peso vivo de los animales cosechados de 0,96, 0,98, 0,85 y 0,89 , en toros, novillos, vacas preñadas y vacas vacías, respectivamente.
19. En las hembras preñadas cosechadas el peso útero-feto en forma porcentual respecto al peso vivo de las hembras, representó un $6,23\pm 2,6$ %.

Como recomendaciones del trabajo realizado, sobre todo a implementar en investigaciones futura, se tienen las siguientes:

1. Tomar la medida de grosor de grasa 24 horas después del sacrificio, para evitar que el tejido conectivo subcutáneo (aerolar) no presente acumulaciones de aire, y así no alterar en lo mínimo la medida, ya que el proceso de enfriamiento provoca en la canal pérdida de agua, provocando pérdida del aire del tejido aerolar y por ende disminuyendo el grosor de la cobertura de grasa.
2. Por razones del manejo dentro de la sala de matanza, considerar la posibilidad de determinar la edad fisiológica de los animales por medio de la osificación de las vértebras u osificación del esternón, esto por razón de la cantidad de animales que se sacrifiquen en la planta y el tamaño de la planta donde se esté realizando la clasificación de canales.
3. Tratar de definir un sistema de coloración con base a nuestro tipo de ganado, para la determinación de las coloraciones de grasa y músculo, ya que las paletas de la Aust Meat, no presentan algunas coloraciones que sí presentan algunos animales nuestros.

4. Se debería de considerar complementar la medida de la longitud de la canal, con la de longitud de la cadera, para así tomar en cuenta parte de los músculos y huesos del cuarto trasero, o bien tomar la medida más distal de la sínfisis púbica.
5. Evaluar el efecto de la edad, desarrollo muscular, cobertura de grasa sobre el rendimiento cárnico al deshuese, así como la fuerza de corte y el panel sensorial para tener la base científica para implementar un sistema de clasificación de canales

7.2. Estudio de mercado para determinar hábitos consumo de la carne en de Costa Rica

Para cumplir con el objetivo de determinar los hábitos de consumo de la carne en Costa Rica, en común acuerdo con los investigadores y la CORPORACIÓN GANADERA, se decidió desarrollar este objetivo a través de un trabajo final de graduación, el cual se dio con el apoyo de la Escuela de Administración del ITCR y fue ejecutado por los estudiantes Ibo Arias y Yesenia Arias, presentado en el año 2001, el cual se adjunta en el Apéndice 2.

Las conclusiones y recomendaciones según los objetivos planteados, se resumen a continuación:

- Se pudo determinar que en la mayoría de las viviendas costarricenses, todos los miembros del hogar consumen carne de res (85%). En menor proporción, se encuentran aquellos hogares en donde solamente algunos de sus miembros consumen carne bovina (8%), o donde ninguno de ellos la come (7%).
- En las viviendas donde se come carne de res, se prefiere su consumo en ocasiones informales; como lo son la alimentación diaria de la familia, siendo la hora del almuerzo el tiempo favorito para comerla. Este hecho se puede atribuir a hábitos alimenticios, ya que muchas familias costarricenses actualmente no cenan o prefieren preparar alimentos más fáciles de digerir para estas oportunidades.
- A pesar que en la mayoría de los hogares se consume carne de res, la carne preferida para el consumo es la de pollo (45.80%), esto porque las familias consideran más saludable la carne de pollo, en comparación con la de res.
- Cabe resaltar que de todas las regiones analizadas en el estudio, en la única en la cual se consume principalmente la carne bovina es en la Región Brunca.
- Entre aquellas personas que no consumen carne de res, se concluyó que el principal motivo por el que no la comen es porque no les gusta, seguido por las personas que no lo hacen por alguna indicación médica. Se determinó que el mayor sustituto de la carne bovina es la carne de pollo, seguida por la de pescado.

- Con respecto al tipo de carne res preferido en los hogares costarricenses, se encontró que la carne molida es la más utilizada (24.17%), esto debido a su facilidad de preparación y a su uso en variedad de platillos. Otros de los tipos de carne de res consumidos por los costarricenses son el bistec de primera (24.32%) y el lomo (11.74%).
- Entre las principales características de la carne de res que toman en cuenta las familias a la hora de comprarla, se encuentra el color de ésta (32.13%). Las personas buscan una carne que tenga un color rojo, no muy pálido ni muy intenso.
- Con respecto a la cantidad de grasa presente en la carne en el momento de elegirla para la compra, las personas prefieren de una carne con poca grasa o que sea magra.
- En cuanto al estado de la carne, en la mayoría de las residencias se prefiere adquirir carne de res en estado fresco. Son muy pocas viviendas en donde se adquiere la carne en estado maduro; este hecho se debe al desconocimiento que tienen las personas sobre las cualidades de la carne madura, y malentienden que ésta es una carne vieja en mal estado, la cual puede perjudicar la salud del consumidor.
- El principal local comercial de compra de carne de res es la carnicería (64.72%), seguido por los supermercados (32.92%).
- El principal aspecto tomado en cuenta por las familias que prefieren a las carnicerías es la calidad, ya que según los consumidores, las carnicerías ofrecen un producto más fresco, en comparación con otros locales, ya que en estos otros, la carne pasa mucho tiempo en congelación o en exhibición lo cual puede dañar su frescura.
- Otra de las razones para preferir a las carnicerías es la cercanía que tienen de las viviendas, por lo que las personas se les facilitan trasladarse a éstas a realizar sus compras.
- De las razones brindadas por las familias que compran en los supermercados se tiene la calidad como principal. Según los consumidores de los supermercados, la carne presenta mejor color y frescura en comparación con otros puntos de venta.
- Otra característica para comprar en los supermercados es la comodidad que presentan estos sitios, ya que aparte de poder realizarse la compra de los víveres del hogar, se presenta la facilidad de comprar la carne dentro del mismo local, sin tener la necesidad de desplazarse a otro lugar para adquirir ésta.

- Un aspecto a resaltar en cuanto al local de compra, es que en la Región Huetar Norte, las familias, no utilizan los supermercados para adquirir la carne de res. Mientras en la Región Chorotega el supermercado es el local de compra más utilizado.
- Se puede identificar que la mayoría de los hogares costarricenses están constituidos por núcleos de dos a cinco personas. En estos hogares las edades de los miembros son menores a los cuarenta años, y dentro de este rango sobresalen las personas que tienen de veinte a menos de treinta años.
- Con respecto al nivel educativo del jefe de familia se puede notar que estos se encuentran en tres rangos principales, los jefes de familia con la primaria completa, secundaria incompleta y la universidad completa. En relación con la ocupación de los jefes de hogar, se puede determinar que en su mayoría son personas pensionadas o se desempeñan como profesionales o técnicos, así también, el ingreso mensual del hogar es menor de ₡140,000 en la mayoría de los hogares.
- A través de la investigación se pudo determinar, que el período más utilizado para el consumo de carne de res, es de dos a menos de cinco días a la semana entre todas las familias del país que consumen carne bovina, dándose un consumo semanal que varía alrededor de 1 a menos de 3 Kilogramos de carne entre las familias formadas por más de una persona. Este hecho se da, dentro de los distintos niveles de ingreso monetarios que se perciben en las viviendas del país.

Dentro de las recomendaciones derivadas del presente estudio se plantean las siguientes:

- Planear una campaña publicitaria con la cual se den a conocer los atributos y cualidades de la carne de res. Ya que algunas personas consideran que la carne de res puede verse perjudicada por químicos o algún otro elemento que afecte su calidad, se deben dar a conocer aspectos tales como la composición química de ella, los valores nutricionales que presenta, así como las ventajas que brinda el consumo de la carne bovina.
- Con respecto al estado de la carne de res, se debe dar a conocer que la carne madura no es una carne dañada o perjudicial para la salud, sino que ésta tiene varios atributos como mejor sabor y suavidad, lo que la mayoría de los consumidores nacionales desconocen.

- En los locales de venta de carne bovina, se puede brindar información sobre la procedencia de la carne, con aspectos tales como el matadero, el productor, la raza, y otros aspectos que manifiesten al consumidor la calidad de la carne.
- Mejorar los canales de comercialización de la carne de res, para brindar desde el productor hasta el cliente la mejor calidad de la carne, lo cual es el principal aspecto que el consumidor busca.

7.3. Establecimiento de un plan piloto de clasificación de canales

El equipo investigador en común acuerdo con las entidades financiadoras, esto es CONICIT y CORFOGA, llegaron a un acuerdo de no desarrollar el objetivo específico de la propuesta inicial relacionado con diseñar una campaña educativa hacia el consumidor con énfasis en las características de calidad más influyentes de las canales, esto por cuanto una campaña de esta naturaleza era sumamente onerosa y no se tenían los recursos económicos para ello. En su lugar se planteó la necesidad de establecer un plan piloto de clasificación de canales, el cual se desarrolló conjuntamente entre la Corporación de Fomento Ganadero, el Instituto Tecnológico de Costa Rica, CONICIT, la Universidad de Costa Rica y la asesoría internacional. La carne bovina es un producto que se procesa y comercializa de formas muy variadas, además que existen diferencias importantes en la carne en cuanto a la calidad entre razas y otros factores que contribuyen con el valor de los cortes y por ende de las canales, por lo que la clasificación de canales ha sido desarrollada en otras latitudes debido a los requerimientos comerciales del mercado y a la necesidad de un lenguaje común entre los diversos agentes de la cadena.

La búsqueda de la calidad y la consecuente retribución asociada a la excelencia, es una condición indispensable en el sector de la ganadería de carne, porque no es posible continuar bajo un sistema que paga igual por canales diferentes o que fija igual precio por el mismo corte proveniente de canales de diferentes calidades.

La habilidad para describir con precisión aspectos importantes de cantidad y calidad de una canal aseguran en el proceso de mercado que: los productores reciben precios adecuados por la calidad que producen, los consumidores son provistos con un suministro uniforme de carne de la calidad deseada y La calidad deseada de los productos cárnicos puede ser identificada y por lo tanto promovida y comercializada. Por las razones expuestas es que se planteó desarrollar un plan piloto de clasificación de canales, con el siguiente objetivo general: Establecer un sistema de clasificación de canales en función de la calidad y rendimiento de la carne bovina en línea comercial y los siguientes objetivos específicos:

1. Determinar las principales características de los animales cosechados en el país (sexo, edad por cronología dentaria, peso, grado de musculatura y grado de cobertura de grasa) para la definición de categorías de canales.
2. Evaluar la influencia del sexo, edad, musculatura y grado de cobertura de grasa de los animales sobre la composición de la canal
3. Evaluar la influencia del sexo, edad, musculatura y grado de cobertura de grasa de los animales sobre la suavidad y las características sensoriales en cortes de importancia comercial.
4. Desarrollar una tabla que permita agrupar las características de clasificación de las canales.

En el Apéndice 3. , se anexa el documento escrito del trabajo realizado y las conclusiones y recomendaciones se tienen las siguientes:

- Se estableció un Tabla o Parrilla de Clasificación de Canales Bovinas, con base en la información analizada y los resultados de la Determinación de las Características de las Canales Bovinas.
 - La Tabla de Clasificación basada en edad dentaria, conformación muscular y cobertura de grasa reafirma su conceptualización, al generarse grupos que originan los diversos grados de clasificación.
 - Esta Tabla permite un lenguaje común entre los diferentes eslabones de la cadena de la carne, en donde los ganaderos comprenden claramente la forma de clasificación basada en edad dentaria, grado muscular y cobertura de grasa, unidos a un peso mínimo de canal caliente.
 - Los consumidores comprenden que las carnes clasificadas como AAA y AA son de mejor calidad, en términos de suavidad que las demás, especialmente comparados contra canales clasificadas C.
5. Los rendimientos para los cortes A, cortes B y la suma de A+B, cortes de mayor valor comercial, de las canales clasificadas como AAA y AA son superiores en términos porcentuales que las otras canales, dando como resultado un mayor valor económico a las canales de estas clasificaciones comparadas con A, B y C.

Basados en la experiencia y los resultados de esta investigación y los resultados del ITCR se recomienda la implementación del Sistema de Clasificación de Canales, basado en edad dentaria, grado muscular, cobertura de grasa, sexo y peso de canal.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.
- Castro, L. 2001. Clasificación y tipificación de canales en el Uruguay. In Simposio Requisitos de calidad de la canal y la carne bovina para su comercialización. Memoria. Santa Clara, Costa Rica. ITCR
- Dikeman, M. 1990. Dark-cutting beef. Beef Facts: Meat Science. National Cattlemen's Beef Association.
- Effenberger, G., Shotte, K. 1972. Empaquetado de la carne y productos carnicos. Zaragoza, España. Acribia.
- Esquivel, O. 1994. Visual evaluations, cooking characteristics and tenderness profiles of ten muscles from Bos indicus and Bos taurus cattle. Thesis Master of Science in Food Science. Manhattan, Kansas. Kansas State University.
- Feoli, C. 2002. Efecto de la edad y el sexo del ganado cebuino de dos zonas del norte de Costa Rica sobre el rendimiento y las características de calidad de la carne. Tesis Lic. en Ingeniería Agronómica, San José, Costa Rica, UCR. 74 p.
- Feldkamp T., Schroeder, T y Lusk, J. 2003. Consumer valuation of steaks with different quality attributes, Cattlemen's Day, Kansas State University.
- Gorrachategui, M. 1997. Influencia de la nutrición y otros factores en el rendimiento de la canal en terneros. XIII Curso Actualización FEDNA, 6 y 7 noviembre 1997, Madrid, España.
- Hearnshaw, H. 1999. Como mejorar la calidad comestible de la carne de res. Asociación Colombiana de Criadores de Ganado Cebú. Colombia. El Cebú.
- Huerta-Leidenz, N. 2001. Sistemas de clasificación de canales por rendimiento en carnicería. In Simposio Requisitos de calidad de la canal y la carne bovina para su comercialización. Memoria. Santa Clara, Costa Rica, ITCR.

- Huff-Lonergan, E., Parrish, F.C. Jr., Robson R.M. 1995. Effects of postmortem aging time, animal age, sex on degradation of titin and nebulin in bovine longissimus muscle. *J. Anim. Sci.* 73:1064-1073.
- Huffman, K.L., Miller M.F., Hoover L.C., Wu C.K., Brittin H.C., Ramsey C.B. 1996. Effect of beef tenderness on consumer satisfaction with steaks consumed in the home and restaurant. *J. Anim. Sci.* 74: 91-97.
- Moler, K. 1971. *El curado*. Zaragoza, España. Acribia.
- Miller, M.F., Huffman K.L., Gilbert S.Y., Hamman L.L., Ramsey C.B. 1995. Retail consumer acceptance of beef tenderized with chloride calcium. *J. Anim. Sci.* 73:2308-2314.
- Shackelford SD, Wheeler TL, Meade MK, Reagan JO, Byrnes BL, Koochmaraie M. 2001. Consumer impressions of Tender Select beef. *J. Anim. Sci.* 79:2605-2614.
- Shackelford SD, Koochmaraie M, Wheeler TL. 1995. Effects of slaughter age on meat tenderness and USDA carcass maturity scores of beef females. *J. Anim. Sci.* 73: 3304-3309.
- Stephens JW, Unruh JA, Dikeman ME, Hunt MC, Lawrence TE, Loughin TM. 2004. Mechanical probes used on uncooked steaks can predict cooked beef longissimus tenderness. *J Anim Sci.* 82(7)2077-2086
- Swatland, HJ., Findlay, CJ. 1997. On-line prediction of beef toughness, correlating sensory evaluation with fluorescence of connective tissue and dynamic analysis of overall toughness. *Food Quality and Preference* 8(3): 233-239.

APÉNDICES

A1. Keyner Masís Peraza. 2003. Caracterización de las Canales Bovinas Sacrificadas en la Zona Norte, San Carlos, Costa Rica. Informe presentado a la Escuela de Agronomía como requisito parcial para optar por el título de Ingeniería en Agronomía con grado Bachiller.

A2. Yesenia Arce Rojas, Ibo Alberto Mayorga Gamboa. 2001. Estudio de Mercado para Determinar Hábitos de Consumo de Carne de Res en Costa Rica. Informe presentado a la Escuela de Administración de Empresas como requisito parcial para optar por el título Bachiller en Administración de Empresas.

A3. Corporación Ganadera. 2003. Programa Nacional de Clasificación de Canales Bovinas. Informe Final del Plan Piloto.