

26



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**CENTRO DE ENSEÑANZA, INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN EN**  
**GANADERÍA TROPICAL**

**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA**  
**CANAL DE TORETES CEBÚ Y SUIZO X CEBÚ**  
**PROVENIENTES DE DIFERENTES SISTEMAS DE**  
**ALIMENTACIÓN EN EL TRÓPICO**

Tesis presentada ante la  
División de Estudios Profesionales de la  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

de la

Universidad Nacional Autónoma de México  
para la obtención del título de  
Médico Veterinario Zootecnista

Por

**IVÁN ADRIÁN GARCÍA GALICIA**

Asesor:  
MVZ MC FERNANDO LIVAS CALDERÓN

México, D.F.,  
2001





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*A los dos seres maravillosos que me  
regalaron esta vida*

Ana María Galicia Cabrera.

*“Y*

Adrián García Torres.

*A cada persona que creyó y vivió  
conmigo en este sueño.*

*Aprende a nacer del dolor y ser más grande que el más  
grande de los obstáculos. Mirate en el espejo de ti mismo,  
comienza a ser sincero contigo, reconociéndote a ti mismo y  
serás libre y fuerte. “Y dejarás de ser un títere de las  
circunstancias, porque tú eres tu destino, y nadie puede  
sustituírte en la construcción de tu destino.*

*Veruda P.*

## AGRADECIMIENTOS

Al ser supremo y a la vida que me han dado en abundancia.

Con todo mi amor a mis padres. Por la vida, el amor, la amistad, los consejos, el sacrificio, los desvelos y todo lo que me han regalado. Por ser los padres perfectos. Siempre los amaré.

A cada miembro de la familia García y la familia Galicia por ser parte de mi vida y compartir conmigo parte de la suya. En especial a las familias Galicia Juárez y Escobar Galicia, por brindarme su hogar y su cariño; Galicia Valadéz, por los consejos y el apoyo; A Rosalio Galicia y su familia por sus alegrías y vivencias transmitidas; Galicia Suárez por los momentos felices; Galicia Jiménez por tanto apoyo moral. A la familia Jurado Guerrero con mucho aprecio. Siempre los tendré en mi corazón.

A mi "Alma mater" por permitirme ser Médico Veterinario.

Al MC Fernando Livas C. Por tus enseñanzas y paciencia. Mil gracias "doc".

Especial agradecimiento a Ana RM, por tu sonrisa, tu impulso y por todo lo que me has brindado y enseñado. Por nuestra eterna amistad siempre vivirás en mi hipotálamo.

A Enrique HV, Edgar RV, JC Peña, Angel LS, Karu MP, JC Gordoa, Feliciano MB, Freddy S, Gabu VS, a los "malqueridos". Y a todos los verdaderos amigos que he encontrado en el curso de esta vida, por lo bueno y lo no tan bueno, por compartir conmigo el momento. Siempre estarán en mi recuerdo.

A los MVZ's: Gonzalo Galicia por tu ejemplo; Bernardo M, Hugo P, Lety G, Rebeca A, Jorge Armando A, Gonzalo L. Por sus consejos y ayuda en la elaboración de este trabajo. A los IAZ's Jesús J y Epimemo C, por su valiosa colaboración y sus enseñanzas.

A mi H. Jurado: Francisco Mairay y Sergio Angeles, por el tiempo y sugerencias para este trabajo.

Al "clarín" y todas las personas que en él laboran, por hacer de mi estancia provechosa y placentera.

A los directivos de los rastros "Carnes Supremas del Golfo" y "TIF 108 UGRNV" y todo su personal por su ayuda y compañerismo (Cinillo, Nava, Chester, Neri, Luis, Mary, Vide). A la familia Romero Ch. Y al "negro" por brindarme su confianza durante la elaboración de esta tesis. Al Ing. Mario Arzate por su desinteresada colaboración.

A todas aquellas personas que me han regalado de corazón una palabra alentadora: tía Chaup y fam. "Pavi" u Lauro, "Gera" y "Claus", a todos. Porque cada palabra valió mucho.

## CONTENIDO

	<u>Página</u>
Indice de cuadros.....	VI
Indice de figuras.....	VII
<b>RESUMEN</b> .....	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>6</b>
<b>OBJETIVO</b> .....	<b>6</b>
<b>MATERIAL Y MÉTODOS</b>	
Localización del área.....	7
Distribución de los grupos experimentales.....	7
Recolección de la información.....	8
Análisis estadístico.....	9
<b>RESULTADOS</b>	
Rendimiento de canal fría.....	11
Características de la grasa dorsal .....	11
Distribución .....	12
Textura .....	12
Color .....	13
Características del ojo de la costilla ( <i>Longissimus dorsi</i> ) .....	13
Área .....	14
Color.....	15
Textura.....	15
Marmoleo .....	16

	<u>Página</u>
Edad al sacrificio.....	16
<b>DISCUSIÓN</b>	
Rendimiento de canal fría.....	18
Distribución de grasa dorsal.....	20
Textura de grasa dorsal.....	23
Color de la grasa dorsal.....	23
Area del ojo de la costilla ( <i>Longissimus dorsi</i> ).....	25
Color del ojo de la costilla.....	28
Textura del ojo de la costilla.....	30
Marmoleo del ojo de la costilla.....	31
Edad al sacrificio.....	33
<b>CONCLUSIONES</b> .....	35
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	36

## Índice de cuadros

1. Rendimientos de la canal refrigerada de animales provenientes de diferentes sistemas de alimentación y fenotipo.....	41
2. Características estimadas en grasa dorsal de toretes provenientes de distintos sistemas de alimentación y fenotipo.....	42
3. Textura de grasa dorsal en canales de toretes provenientes de diferentes sistemas de alimentación y fenotipo..	43
4. Color en grasa dorsal en la canal de toretes provenientes de diferentes sistemas de alimentación y fenotipo..	44
5. Características del ojo de la costilla estimadas en canales de torete provenientes de diferente sistema de alimentación y fenotipo.....	45
6. Área del ojo de la costilla valorada en canales de toretes provenientes de diferentes sistemas de alimentación y fenotipo.....	46
7. Color en el ojo de la costilla de toretes provenientes de diferentes sistemas de alimentación y fenotipo ..	47
8. Textura en el ojo de la costilla de toretes provenientes de diferentes sistemas de alimentación y fenotipo. ..	48
9. Marmoleo del ojo de la costilla en canales de toretes provenientes de diferentes sistemas de alimentación y fenotipo.....	49
10. Edad al sacrificio estimada en osificación en canales de toretes de diferentes sistemas de alimentación y fenotipo. ....	50

## Índice de figuras

1. Interacción en el rendimiento de la canal fría en canales de toretes provenientes de diferentes sistemas de alimentación y fenotipo.....	51
2. Rendimientos en canales refrigeradas de toretes provenientes de diferentes sistemas de alimentación. ....	52
3. Distribución de grasa dorsal estimada en canales de toretes provenientes de diferentes sistemas de alimentación y fenotipo.....	53
4. Distribución de grasa dorsal estimada en canales de toretes provenientes de diferentes sistemas de alimentación. ....	54
5. Distribución de grasa dorsal en canales de toretes con distinto fenotipo.....	55
6. Textura de grasa dorsal en toretes provenientes de diferentes sistemas de alimentación y fenotipos.....	56
7. Textura estimada de grasa dorsal en toretes provenientes de diferentes sistemas de alimentación.....	57
8. Color de grasa dorsal en canales de toretes provenientes de diferentes sistemas de alimentación y fenotipo ...	58
9. Color de grasa dorsal en canales de toretes provenientes de diferentes sistemas de alimentación.....	59
10. Interacción en el área del ojo de la costilla (cm <sup>2</sup> ) en canales de toretes provenientes de diferentes sistemas de alimentación y fenotipo. ....	60
11. Área del ojo de la costilla ( <i>longissimus dorsi</i> ) en canales de toretes provenientes de diferentes sistemas de alimentación ...	61

12. Color del ojo de la costilla en canales de toretes provenientes de diferentes sistemas de alimentación y fenotipo.....	62
13. Textura del ojo de la costilla en canales de toretes provenientes de diferentes sistemas de alimentación y fenotipo.....	63
14. Textura del ojo de la costilla en canales de toretes provenientes de diferentes sistemas de alimentación. ....	64
15. Textura del ojo de la costilla en canales de toretes con diferente fenotipo. ....	65
16. Marmoleo del ojo de la costilla en canales de toretes provenientes de diferentes sistemas de alimentación y fenotipo.....	66
17 Marmoleo del ojo de la costilla en canales de toretes provenientes de diferentes sistemas de alimentación . ....	67
18. Edad al sacrificio estimada por la osificación en canales de toretes provenientes de diferentes sistemas de alimentación y fenotipo ...	68
19. Edad al sacrificio en canales de toretes provenientes de diferentes sistemas de alimentación ...	69

## RESUMEN

**GARCÍA GALICIA IVÁN ADRIÁN. Evaluación de las características de la canal de toretes cebú y suizo x cebú provenientes de diferentes sistemas de alimentación en el trópico (bajo la dirección de: MVZ, MC. Fernando Livas Calderón).**

El objetivo del estudio fue evaluar y relacionar la influencia del sistema de alimentación (extensivo, semi - intensivo e intensivo) así como el grupo racial Cebú (C) y Suizo x Cebú (SxC) sobre la calidad de la carne en canales de toretes en el trópico. El trabajo duró 5 meses y se realizó en 2 rastros Tipo Inspección Federal. Se analizaron 1914 canales para la estimación de las características de grasa dorsal (distribución, textura y color), rendimiento en frío y edad al sacrificio y 77 canales para las características del ojo de la costilla (área, color, textura y marmoleo), clasificándose de acuerdo al tipo de alimentación y grupo racial de la siguiente manera: G1, C en extensivo (E); G2, C en semi - intensivo (SI); G3, C en intensivo (IN); G4, SxC en E, G5, SxC en SI y G6, SxC en IN. Los datos se analizaron mediante un modelo lineal aditivo con los procedimientos GLM y CATMOD para variables clasificatorias del paquete de computo SAS. El rendimiento de la canal en frío fue afectado ( $P < 0.001$ ) por la interacción del sistema de alimentación y genotipo, comportándose mejor el grupo racial C en el sistema E y por el contrario el SxC fue mejor en el sistema SI e IN siendo los resultados para G1, G2, G3, G4, G5 y G6 de 55.44, 56.45, 58.66, 55.04, 56.60, 59.16 % respectivamente. La distribución de grasa dorsal resultó influenciada por el sistema de alimentación y el grupo racial ( $P < 0.001$ ), observándose mejores valores para el sistema IN y el grupo racial C. Los valores más deseables con respecto a textura de grasa dorsal fueron para los sistemas SI e IN, sobre E, con valores de 2.03, 1.98 y 2.13 respectivamente ( $P < 0.05$ ). El color de la grasa dorsal fue afectado principalmente por el sistema de alimentación presentando mejores valores los sistemas E e IN, mientras

que el SI resultó con el valor menos deseado con 2.31, 2.34 y 2.43 respectivamente ( $P < 0.05$ ). En el área del ojo de la costilla, los resultados para G1, G2, G3, G4, G5 y G6 fueron de 60.00, 73.25, 85.6, 60.94, 66.24 y 87.63  $\text{cm}^2$  respectivamente, encontrándose interacción entre factores, dando como resultado que el grupo SxC se comportó mejor en los sistemas E e IN, mientras que el Cebú lo hizo mejor en los sistemas SI. El color del ojo de la costilla no presentó valores con diferencia significativa ( $P > 0.05$ ). Con respecto a la textura del ojo de la costilla, se observaron mejores valores para el sistema IN, seguido del SI y por último el E ( $P < 0.05$ ). El marmoleo fue influenciado por el sistema de alimentación, de tal forma que el mejor valor fue para IN, seguido del SI y por último el E con 4.62, 2.85 y 2.22 respectivamente ( $P < 0.001$ ). La edad al sacrificio fue afectada por el sistema de alimentación obteniéndose valores para E, SI e IN de 2.16, 1.98 y 1.82 respectivamente ( $P < 0.05$ ), presentando mejor valor el sistema IN. Se concluye que el factor que más influencia a las características de calidad en la canal es el sistema de alimentación, mientras que el grupo racial puede influenciar algunas características en menor grado, por lo que es necesario que los sistemas de alimentación de carne bovina en el trópico se tecnifiquen hasta donde sean económicamente redituables en busca de mejorar la calidad de la producción.

## INTRODUCCIÓN

Durante el periodo comprendido entre 1990 y 1997 las importaciones de productos cárnicos de origen bovino a México se han incrementado en casi 52%, aumentando de 184 a 279.2 mil toneladas. La carne refrigerada, deshuesada, empacada al vacío y con grasa blanca, resultado de la finalización en corrales, está sustituyendo a las presentaciones tradicionales y esto ha repercutido en un incremento de importaciones de 197% (1990 – 1997), ascendiendo de 48.5 mil ton en 1990, a 144.2 mil toneladas en 1997. El cambio en las preferencias de los consumidores mexicanos margina a la carne producida en pastoreo en los trópicos y reduce la demanda del ganado tipo "huasteco" <sup>1</sup>.

El conocimiento de las diferencias de calidad entre canales ha repercutido económicamente al grado que en muchas ocasiones ha marcado cambios en el curso de la industria cárnica a nivel internacional. Sin embargo, es común que en México se comercialice el ganado en función de su peso, sin considerar la variabilidad en las características de calidad del ganado. Esto genera diferentes problemáticas como falta de interés a tecnificarse para obtener animales de calidad de parte de los productores, mínimo pago de animales en pie por parte de los introductores, etc., lo que afecta negativamente la competitividad frente a la comercialización de la carne importada <sup>1,2</sup>.

La tendencia en la comercialización de carne bovina en México, indica las canales de mayor calidad y rendimiento serán las que tengan también el mayor valor económico. Sin embargo, resulta necesario adoptar criterios para valorar la calidad de la carne producida en el trópico, así como considerar la opinión del consumidor, la cual se relaciona con una combinación de características que hacen de la carne un alimento aceptable a los órganos de los sentidos, esas características son: sabor, suavidad,

jugosidad y color. Lo anterior permitiría ofrecer diferentes precios por las diversas calidades ya identificadas, lo que motivaría a mejora en las prácticas productivas y asimismo, estandarizaría la calidad de los productos <sup>1</sup>.

Las características más importantes que se consideran en la medición y estimación de la calidad de la canal son: rendimiento en canal, deposición, textura y coloración de la grasa dorsal; textura, color, marmoleo y área del ojo de la costilla <sup>3</sup>.

El rendimiento de la canal fría en ganado bovino, es uno de los parámetros productivos que más importancia tiene para el ganadero desde el punto de vista económico ya que a medida que este es mayor, las utilidades se incrementan y la rentabilidad de los sistemas de engorda son más atractivas.

La presencia de la grasa en la carne tiene una gran importancia en la calidad de la misma, ya que influye en la textura, jugosidad y sabor. La presencia de moderadas cantidades de grasa son necesarias para lubricar las fibras musculares y favorecer la jugosidad y el sabor del producto, además de que la grasa de cobertura o dorsal protege a las fibras musculares del acortamiento por el frío y las pérdidas durante la conservación, evitando las quemaduras en el músculo durante la congelación. Además, recientemente se ha sugerido que algunos lípidos de origen animal son potencialmente beneficiosos, por lo que la evaluación de esta característica desde cualquier punto de vista resulta una práctica con beneficios importantes <sup>4</sup>.

El color de la carne es el factor de calidad más importante que afecta la decisión del consumidor final valorándose positivamente el color rojo brillante y rechazándose un color rojo oscuro, es decir, con un color atractivo el producto se vende satisfactoria y fácilmente. El color de la carne está determinado por la concentración de mioglobina, su estado químico y la estructura de la superficie de la carne <sup>5</sup>.

La mayoría de estos factores se encuentran determinados por el tipo y nivel de alimentación, edad, sexo y fenotipo del animal <sup>3,6</sup>. Resulta evidente la implicación del tipo de alimentación en los rendimientos y composición de la canal. Por ejemplo, los animales alimentados con concentrados presentan un mayor diámetro del ojo de la costilla que aquellos animales en pastoreo; asimismo el rendimiento mejora al aumentar los niveles de grasa en la canal. De la misma manera, se encuentran diferencias significativas a favor de la alimentación a base de concentrados en variables como color y textura de la grasa y marmoleo <sup>6,7,8</sup>.

Los animales provenientes de sistemas de alimentación extensivos, son animales maduros y en consecuencia la carne de sus canales resulta con menor grado de blandura, que la de animales jóvenes debido a los cambios en la estructura de las fibras de colágeno en su tejido conectivo. La madurez del animal es un factor importante para determinar la calidad de la carne, los principales indicadores de la madurez o edad del animal son la talla y la forma de las costillas, así como la osificación de los cartílagos, particularmente de las espinas dorsales y en algunas condiciones puede ser también el color y textura de la carne, así como el color de la grasa <sup>9</sup>.

Algunos estudios demuestran que la suavidad y el marmoleo de la carne disminuyen al aumentar la proporción de sangre cebú en los animales cruzados. Por esta causa, los animales que presentan encaste de estas razas son discriminados en el mercado y se presume que su carne presenta bajos parámetros de calidad <sup>10</sup>.

## **HIPÓTESIS**

El sistema de alimentación y fenotipo del animal determina las características de calidad de la carne en canal, en términos de rendimiento, color, textura y distribución de grasa dorsal así como marmoleo, color, textura y área del ojo de la costilla. Por lo tanto, los toretes engordados bajo sistemas de alimentación intensivos y semi-intensivos y de cruce Suizo x Cebú, resultan con mejor calidad de características en la canal, que los provenientes de sistemas extensivos y de fenotipo Cebú.

## **OBJETIVO**

Evaluar y relacionar la influencia del sistema de alimentación (extensivo, semi-intensivo e intensivo) así como los fenotipos Cebú y Suizo x Cebú sobre las características de calidad en la canal de toretes.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Localización del área**

El presente estudio tuvo una duración de 5 meses, de noviembre 1999, a abril 2000 y se llevó a cabo en los rastros Tipo Inspección Federal (TIF), "Carnes Supremas del Golfo" y Unión Ganadera Regional del Norte de Veracruz (UGRNV), ubicados en el km 15 de la carretera federal Martínez de la Torre - San Rafael en la localidad de Paso largo, municipio de Martínez de la Torre, Ver. y en el km 194 de la carretera Federal México – Tuxpam en la localidad de San Miguel Mecatepec, municipio de Tihuatlán, Ver. respectivamente.

### **Distribución de los grupos experimentales**

Los grupos se formaron a partir de la combinación factorial de tres tipos de alimentación (extensivo, semi - intensivo, intensivo) por dos razas o cruza (Cebú y Suizo x Cebú). Entendiendo por sistema extensivo, aquel en el que la alimentación es exclusivamente en pastoreo, y la aplicación de tecnología es nula o mínima, con periodos de engorda de 12 a 24 meses; sistema semi – intensivo, aquel en el que la alimentación se basa en pastoreo y se complementa con alimento concentrado, con o sin utilización de tecnología como: pastoreo rotacional, promotores de crecimiento, los periodos de engorda son de 10 a 12 meses; sistema intensivo, aquel en el que la alimentación es exclusivamente a base de concentrados en estabulación, con inclusión mínima de forraje, por periodos de 3 a 5 meses, con o sin utilización de tecnología como ionóforos y anabólicos <sup>11</sup>.

a información fue registrada y distribuida en los grupos correspondientes al fenotipo y sistema de alimentación del cual provenía el animal sacrificado, quedando de la siguiente manera.

Grupo 1: 221 observaciones de rendimientos en frío (RF), características de grasa Jorsal (CGD) y edad estimada (EE); 11 observaciones de características del ojo de la costilla (CLD) en toretes Cebú provenientes de sistema extensivo (E).

Grupo 2: 446 observaciones de RF, CGD y EE; 12 observaciones de CLD en toretes Cebú provenientes de sistema semi - intensivo (SI).

Grupo 3: 291 observaciones de RF, CGD y EE; 10 observaciones de CLD en toretes Cebú provenientes de sistema intensivo (IN).

Grupo 4: 266 observaciones de RF, CGD y EE; 16 observaciones de CLD en toretes SxC provenientes de sistema E.

Grupo 5: 458 observaciones de RF, CGD y EE; 17 observaciones de CLD en toretes SxC provenientes de sistema SI.

Grupo 6: 232 observaciones de RF, CGD y EE; 11 observaciones de CLD en toretes SxC provenientes de sistema IN.

Dando como resultado un total de 1914 observaciones de RF, CGD y EE y 77 observaciones de CLD en este trabajo.

### **Recolección de la información**

a) La información referente al fenotipo y sistema de alimentación del cual provenían los animales fue obtenida directamente del productor o dueño del ganado. Dicha información se verificó mediante observación directa, examinando el fenotipo del

nado, también se observó el contenido ruminal después del sacrificio, esperando contrar restos de ingesta de forraje, grano o ambos.

El rendimiento de canal fría (expresado como % de arribo) se obtuvo directamente a los datos colectados por el rastreo.

b) La distribución de la grasa dorsal fue valorada mediante observación directa y se expresó de acuerdo al porcentaje en grados del 1 (0 - 9%) a 10 (90 - 99%). La textura y color de grasa dorsal, se estimó utilizando una escala del 1 (firme) a 3 (suave) la primera, y de 1 (blanco aperlado) a 6 (amarillo anaranjado) la segunda.

d) Las características del ojo de la costilla (músculo *Longissimus*) se obtuvieron a partir de un corte transversal entre la 9ª y 10ª costilla <sup>12</sup>, asignándose valores para cada característica de la siguiente manera: área (cm<sup>2</sup>), estimada con la metodología descrita por Hunsley y Walcom <sup>13</sup>; color, con la calificación de 1 (rojo cereza muy brillante) a 6 (rojo muy oscuro); textura, calificando de 2 (extremadamente fino) a 5 (muy tosco); marmoleo, calificado de 1 (desprovisto de grasa) a 10 (marmoleo abundante).

e) La estimación de la edad por medio de la osificación de las espinas dorsales, se obtuvo asignándose valores que van del 1 (joven) al 3 (maduro) <sup>8,14,15</sup>.

Todos los datos de las características de la canal fueron tomados inmediatamente después del sacrificio de los animales, excepto los de rendimiento de la canal fría, los cuales se obtuvieron al día siguiente del sacrificio.

## Análisis estadístico

El análisis de varianza de las variables registradas se realizó de acuerdo al siguiente modelo lineal aditivo <sup>16</sup>:

$$Y_{ijk} = \mu + A_j + G_k + (A \times G)_{jk} + E_{ijk}$$

donde:

$Y_{ijk}$  = es la característica medida en la canal del  $i$  - ésimo animal, proveniente del  $j$  - ésimo tipo de alimentación y el  $k$  - ésimo fenotipo

$\mu$  = es la media general

$A_j$  = es el efecto del  $j$  - ésimo tipo de alimentación ( $j$  = extensivo, semi - intensivo e intensivo)

$G_k$  = es el efecto del  $k$  - ésimo fenotipo ( $k$  = cebú, suizo x cebú)

$(AxG)_{jk}$  = es la interacción entre tipo de alimentación y fenotipo

$E_{ijk}$  = es el error experimental, que se supone normalmente distribuido e independiente con media cero y varianza común.

La variable expresada en porcentaje (rendimiento de la canal) fue transformada a medidas angulares en la fórmula  $\arcseno \sqrt{\text{proporción}}$  y las variables clasificatorias como son: distribución, textura y color de grasa dorsal; color, textura y marmoleo del ojo de la costilla y edad fueron transformadas a  $\logaritmo + 1$ . Dichas transformaciones se realizaron para que los datos cumplan con el supuesto de que se deben distribuir normalmente, así como la media y varianza sean independientes entre sí <sup>17,18</sup>. El área del ojo de la costilla y las transformaciones fueron analizadas mediante ANOVA con el procedimiento GLM del paquete de computo SAS. Con respecto a las variables clasificatorias también fueron analizadas sin las transformación por el procedimiento de CATMOD del mismo paquete <sup>19</sup>.

Cuando la interacción resultó significativa ( $P < 0.05$ ), se compararon las medias de tipo de alimentación dentro de cada fenotipo mediante la prueba de Tukey. Asimismo, si la interacción no resultó significativa ( $P > 0.05$ ) y alguno de los efectos (fenotipo o tipo de alimentación) lo fue, se compararon las medias de cada nivel del efecto principal <sup>16,20</sup>.

## RESULTADOS

### Rendimiento de canal fría

El cuadro 1, muestra que las medias de grupos para rendimientos de la canal refrigerada fueron estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ). En la figura 1, se muestra la interacción que resultó de los mismos valores, observándose que el fenotipo C, se comportó mejor en el sistema E, mientras que el SxC lo hace de igual modo en el sistema SI e IN.

En la figura 2, se observan los rendimientos en canal fría agrupados para cada sistema de alimentación, encontrándose para E, SI e IN rendimientos del 55.24, 56.53 y 58.91% respectivamente, de tal manera que se observó influencia del sistema de alimentación en los rendimientos de la canal refrigerada, mostrando los resultados diferencias altamente significativas entre los tres grupos ( $P < 0.001$ ). Con respecto al fenotipo, no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en los rendimientos de la canal, siendo para los fenotipos Cebú y SxC de 56.85 y 56.94 % respectivamente

### Características de la grasa dorsal

En el cuadro 2, se presentan los resultados de la valoración de las características de la grasa dorsal las cuales fueron: distribución (D), textura (T) y color (CO), observándose que la D para G1, G2, G3, G4, G5 y G6 fue de 2.30, 3.80, 4.40, 2.06, 3.34 y 4.03 respectivamente. En referencia a la variable de T, se observan en la misma secuencia de los grupos valores de 2.19, 2.04, 1.98, 2.08, 2.01 y 1.97 respectivamente y con respecto a la variable del CO, en la misma secuencia de grupos se observan promedios de 2.33, 2.44, 2.47, 2.28, 2.43 y 2.22 respectivamente.

## Distribución

En la figura 3, se observan los valores promedio de la distribución estimada de la grasa dorsal, encontrándose diferencias significativas entre cada grupo con respecto al sistema de alimentación y al fenotipo ( $P < 0.001$ ), de tal manera, que las canales de toretes provenientes de sistemas intensificados presentaron una distribución de la grasa dorsal mayor que las de toretes de sistemas E; de igual manera, el fenotipo Cebú (C) presentó mayor distribución de grasa que el fenotipo Suizo x Cebú (SxC).

En la figura 4, se presentan los valores de la distribución con respecto al sistema de alimentación, observándose que para los sistemas E, SI e IN fueron de 2.18, 3.57 y 4.21 respectivamente obteniéndose diferencias altamente significativas entre ellos ( $P < 0.001$ ). En la figura 5, se observan los valores de distribución de grasa dorsal con respecto al fenotipo, teniéndose que para C y SxC los resultados fueron de 3.50 y 3.14 respectivamente, presentando diferencias significativas entre sí ( $P < 0.001$ ).

## Textura

En la figura 6, se muestran los valores promedio de la estimación de la textura en los 6 grupos, observándose para G1, G2, G3, G4, G5 y G6 promedios de 2.19, 2.04, 1.98, 2.08, 2.01 y 1.97 respectivamente, encontrándose mejores valores para los grupos 6 y 3, seguidos de G5, G2, G4 y G1

En el cuadro 3, se presentan los valores promedio de T con respecto al sistema de alimentación, presentándose diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ) entre E Vs SI y E Vs IN, así como una igualdad estadística entre SI e IN ( $P > 0.05$ ). En el mismo cuadro, se presentan los valores de textura con respecto al fenotipo,

observándose para Cebú y SxC valores de 2.07 y 2.02 respectivamente, sin mostrar diferencias significativas ( $P>0.05$ ).

En la figura 7, se observan los valores promedio de la textura para E, SI e IN los cuales fueron de 2.13 2.03 y 1.98 respectivamente, presentando mejor característica de textura los sistemas IN y SI con ventaja de 0.15 y 0.05 puntos respectivamente sobre el sistema E.

### **Color**

En la figura 8, se muestran los promedios del color de la grasa dorsal para G1, G2, G3, G4, G5 y G6 siendo de 2.33, 2.44, 2.47, 2.28, 2.43 y 2.22 respectivamente. En el cuadro 4, se presentan los valores promedio de color para los tres sistemas de alimentación, observándose diferencias significativas ( $P<0.05$ ) únicamente entre los sistemas E Vs SI, mientras que entre los sistemas E Vs IN y SI Vs IN no se observaron diferencias significativas ( $P>0.05$ ). En la figura 9, se presenta la misma información, observándose que los sistemas E e IN, presentaron menores valores para esta característica en particular, mientras que el sistema SI presentó el valor menos deseado para la misma.

En el cuadro 4, se presentan los promedios del color estimado con respecto al fenotipo, observándose mejores valores para el SxC con 2.31 que para el fenotipo Cebú con 2.41; tales valores no fueron estadísticamente significativos ( $P>0.05$ ).

### **Características del ojo de la costilla (*Longissimus dorsi*, CLD)**

En el cuadro 5, se muestran los valores promedio de las CLD de cada grupo, observándose para G1, G2, G3, G4, G5 y G6 resultados en el área del ojo de la costilla

de 60.00, 73.25, 85.6, 60.94, 66.24 y 87.63 cm<sup>2</sup> respectivamente. En la misma secuencia de grupos, con respecto al color los valores encontrados fueron de 3.36, 2.33, 2.00, 2.44, 2.29 y 1.55 respectivamente. Los promedios de la estimación en textura del ojo de la costilla para la misma secuencia de grupos fue de 3.91, 2.92, 2.70, 3.44, 2.76 y 2.18 respectivamente. En la variable de marmoleo, los resultados fueron para la misma secuencia de grupos, 2.00, 2.75, 4.60, 2.44, 2.94 y 4.64 respectivamente.

### **Área del ojo de la costilla**

En la figura 10, se observan los promedios en cm<sup>2</sup> del área para cada grupo experimental, así como la interacción que existió entre los factores ( $P < 0.05$ ), evidenciándose que el ganado SxC se comportó mejor en los sistemas E e IN, mientras que el Cebú se comportó mejor en los sistemas SI. En el cuadro 6, se exponen los valores del área del ojo de la costilla con respecto al sistema de alimentación, encontrándose diferencias altamente significativas ( $P < 0.001$ ) entre estos, los cuales tuvieron valores para E, SI e IN de 60.47, 69.74 y 86.62 cm<sup>2</sup> respectivamente; encontrándose mejores valores para el sistema intensivo, posteriormente para el SI con una diferencia de 16.88 cm<sup>2</sup> y por último el sistema E con una diferencia de 9.27 cm<sup>2</sup> con respecto al sistema SI y 26.15 cm<sup>2</sup> con respecto al sistema IN como se puede apreciar en la figura 11

Con respecto al fenotipo no resultaron diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ ), encontrándose valores para Cebú y SxC de 72.95 y 71.6 cm<sup>2</sup> respectivamente presentándose en el cuadro 6.

### **Color del ojo de la costilla**

En la figura 12, se observan los promedios del color del ojo de la costilla para cada grupo experimental sin manifestar diferencia estadística significativa ( $P>0.05$ ). En el cuadro 7, se presentan los valores promedio de la característica con respecto al sistema de alimentación, los cuales fueron para E, SI e IN de 2.90, 2.31 y 1.77 respectivamente sin encontrar diferencias significativas entre los tres ( $P>0.05$ ).

En el cuadro 7, se muestran los promedios de la estimación de la característica con respecto al fenotipo de los animales, encontrándose para Cebú y SxC resultados de 2.57 y 2.09 sin diferencia significativa ( $P>0.05$ ).

### **Textura del ojo de la costilla**

En la figura 13, se muestran los promedios de la estimación de la textura del ojo de la costilla para cada grupo experimental ( $P<0.05$ ). En el cuadro 8, se muestran los resultados para esta característica en cuanto al sistema de alimentación, observándose para E, SI e IN valores de 3.67, 2.84 y 2.44 respectivamente, presentándose una diferencia significativa entre los tres sistemas ( $P<0.05$ ). Dicha información, se presenta en la figura 14, observándose que el sistema IN presentó el menor valor para la característica de la textura, seguido del sistema SI por una diferencia de 0.4 y por último el sistema E con una diferencia de 0.9 con respecto al sistema SI y de 1.3 puntos con respecto al sistema IN.

En el mismo cuadro, se exponen los valores promedios de la textura estimada con respecto al fenotipo, manifestando diferencia significativa ( $P<0.05$ ). Asimismo en la figura 15, se observan los datos de forma gráfica observándose ligera ventaja en el valor del fenotipo SxC de 0.39 sobre el fenotipo Cebú.

### **Marmoleo del ojo de la costilla**

En la figura 16, se exhiben los valores promedio de la estimación del marmoleo para cada grupo. En el cuadro 9, se observan los promedios de la característica con respecto al sistema de alimentación encontrándose diferencias significativas entre los tres sistemas ( $P < 0.001$ ). En la figura 17, se presentan dichos resultados percibiéndose una ventaja del sistema IN, seguido del sistema SI con diferencia de 1.77; el sistema E se encuentra en el último sitio con diferencia con respecto al sistema SI de 0.63 y con respecto al sistema intensivo diferencia de 2.4 de calificación. En el mismo cuadro, se despliegan los datos promedio de la estimación de la característica con respecto al fenotipo; observándose que para el Cebú y SxC se tuvieron valores de 3.12 y 3.34 respectivamente, sin encontrar diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ).

### **Edad al sacrificio**

En la figura 18, se presentan los resultados de la edad del animal al sacrificio estimada a partir de la osificación de las espinas dorsales, observándose para G1, G2, G3, G4, G5 y G6 valores de 2.21, 1.99, 1.85, 2.12, 1.97 y 1.79 respectivamente. Los valores más deseables para esta característica los presentaron los grupos G6 y G3, seguidos de los grupos G5, G2, G4 y G1 en orden descendente.

En el cuadro 10, se presentan los promedios de la característica, con respecto al sistema de alimentación, encontrándose diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ), coincidiendo con los resultados anteriores observándose una ventaja del sistema IN y SI sobre el sistema de alimentación E. En la figura 19, se presenta la misma información y se perciben diferencias del sistema IN con respecto al SI de 0.18 y con

respecto al sistema E de 0.34. Por otro lado, el sistema SI presentó una diferencia de 0.16 con respecto al sistema E.

Los resultados de los promedios para esta característica con respecto al fenotipo se exponen en el cuadro 10, los cuales fueron para Cebú y SxC de 2.02 y 1.96 respectivamente y no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P>0.05$ ).

## DISCUSIÓN

### Rendimiento de canal fría

En el trópico húmedo de México, donde los sistemas de engorda son extensivos, los rendimientos en canal del ganado en pastoreo son menores (54-56%); esto es debido a que los animales pierden energía por el desgaste muscular y principalmente por la baja reposición de proteína debido a que los pastos que consumen son bajos en esta. Asimismo, la alimentación influye dependiendo principalmente de la densidad energética y proteica de la ración así como de la calidad y tipo de materias primas utilizadas, es decir, los niveles de alimentación durante el periodo inmediato previo al sacrificio o durante un tiempo prolongado, tiene un efecto positivo sobre la síntesis muscular y la deposición de grasa en la canal e indirectamente sobre el rendimiento de la misma <sup>4</sup>.

En el presente estudio se encontraron diferencias estadísticas en el promedio de rendimientos en frío con respecto al sistema de alimentación, resultando con un mayor porcentaje en los sistemas intensificados para los fenotipos Cebú y SxC con 58.66 y 59.16% respectivamente, en segundo lugar aparecen los sistemas semi-intensivos con 56.45 y 56.6% y por último los sistemas extensivos correspondiendo a 55.44 y 55.04%. Estos resultados concuerdan con lo mencionado por Mandell y Col <sup>15</sup>, donde la alimentación con granos en novillos encastados de Limousin incrementó los pesos y los rendimientos de la canal hasta en 63.5% resultando superiores que los rendimientos de los animales que consumieron exclusivamente forraje los cuales tuvieron un 54.8%. Por otro lado en el trabajo de McCaughey y Clipef <sup>8</sup>, encontraron que los animales a los cuales se incluyeron avena rolada en 50% de la dieta, resultaron

con mejores rendimientos que aquellos que se mantuvieron con dietas 100% a base de forraje siendo los rendimientos de 60.8 y 57.5% respectivamente. Estos resultados reafirman que la alimentación a base de granos y el tiempo que se suministra la misma, repercute directamente en las ganancias de peso y los rendimientos de la canal, como lo demuestran Barker *et al.*<sup>21</sup> en un experimento en el que utilizaron novillos Wagyu x Angus en el cual la alimentación con granos en un periodo de tiempo de 16 meses resultó en porcentajes de rendimiento de 65.05% los cuales son mayores que aquellos a los que se les administró en una ración a base de granos por 8 meses con rendimientos de 63.52%. Añues *et al.*<sup>7</sup>, encontraron mejores resultados en el rendimiento de animales con mayor inclusión de alimento concentrado en su dieta (4.0 kg.), que en aquellos a los que se les incluyeron cantidades menores (2.4 kg.), siendo de 55.24 y 51.25% respectivamente. Andersen<sup>22</sup> menciona que el rendimiento de la canal, se reduce de 0.4 a 0.6 puntos porcentuales por cada 100 g de pérdida de peso vivo motivadas por la reducción de la energía en la ración y esta reducción es más marcada en machos que en hembras.

Con respecto al tipo racial en el presente estudio no se encontraron diferencias significativas sobre los rendimientos de la canales, siendo para los fenotipos Cebú y SxC de 56.85 y 56.94 % respectivamente. Crouse *et al.*<sup>23</sup>, realizaron un estudio en el cual los porcentajes de rendimiento entre animales *Bos indicus* contra *Bos taurus*, mostraron diferencias mínimas, siendo para los animales puros de Brahman de 61.9% y los de 1/2 sangre con 62.1%. De igual manera Wythes *et al.*<sup>24</sup>, observaron en animales *Bos taurus* rendimientos en canal del 58%, mientras que en cruza de *Bos taurus* x *Bos indicus* fueron de 59.3%; en ambos genotipos o razas, mencionando que los animales pastaron en gramas nativas.

En la interacción del sistema de alimentación y el grupo racial, se observa que el fenotipo Cebú presenta mejor comportamiento en cuanto a rendimiento a la canal en el sistema extensivo, debido quizás a la facilidad de adaptación a condiciones adversas, mientras que por el otro lado, el ganado con sangre de razas europeas, soportan menos estas condiciones y se traduce en parámetros de calidad menores. Del mismo modo, en cuanto el sistema de producción se intensifica, el grupo con sangre europea (SxC) presenta una ventaja de rendimiento de la canal sobre el grupo racial Cebú, asumiendo que el SxC al obtener condiciones más adecuadas, aumenta su potencial para producir carne <sup>25</sup>.

En general, se puede mencionar que el rendimiento de la canal fría está influenciado principalmente por el tipo, duración y nivel de alimentación, consiguiéndose un efecto positivo sobre el engrasamiento de la canal, síntesis muscular e indirectamente sobre el rendimiento de la misma <sup>26</sup>.

En el presente estudio, se observó que los rendimientos de la canal en cualquiera de los sistemas de alimentación estudiados fueron bajos, lo que sugiere en primer término que la alimentación no es manejada adecuadamente; asimismo, la integración de otros factores como la genética, edad y peso al sacrificio y el uso de promotores de crecimiento, también han sido factores que se han manejado deficientemente en las explotaciones tropicales.

### **Distribución de grasa dorsal**

Los promedios de distribución de grasa dorsal con respecto al sistema de alimentación, en este trabajo para los sistemas E, SI e IN de 2.18, 3.57 y 4.21 respectivamente obteniéndose diferencias significativas entre ellos. Esto sugiere que el sistema de

alimentación es un factor que influye fuertemente en la distribución de la grasa dorsal como lo señalan Añues *et al.*<sup>7</sup>, quienes encontraron mejores niveles de grasa en las canales de los animales a los cuales les ofrecieron cantidades mayores de alimento concentrado (4 kg./día), que aquellos a los cuales no se les proporcionó o se les ofreció menor cantidad de alimento (2 kg./día). Sin embargo, existen otros factores que influyen en la deposición de grasa en la canal como son: edad, peso corporal, raza, temperatura ambiental y hormonas, pero el nivel y la composición del alimento ingerido regulan la relación del tejido graso y la composición de los lípidos en la canal, como lo señalan Nümborg *et al.*<sup>27</sup>, los cuales realizaron un estudio en donde animales de la raza Hereford en sistemas extensivos presentaron menor diámetro de fibras musculares y tejido adiposo que aquellos animales de raza Black Pied mantenidos en sistemas intensificados, aún cuando el genotipo Hereford es excelente productor de grasa y tejido muscular. Por otra parte, el tiempo de alimentación con concentrados influye proporcionalmente con la cantidad de grasa subcutánea en la canal como lo demuestran Van Koevering *et al.*<sup>28</sup> en un estudio con 266 novillos encastados mantenidos en estabulación, en los cuales el grosor de la grasa subcutánea fue mayor (1.17 cm) en animales a los que se les ofreció alimento concentrado por 147 días antes del sacrificio, que en aquellos a los que se les ofreció por sólo 105 días antes de su sacrificio (0.86 cm). McCaughey y Clipef<sup>8</sup>, encontraron en un estudio con 48 novillos alimentados durante 75 días con dietas a base de granos a razón de 3.7% del peso vivo, 11.1 mm de grosor en la grasa dorsal y por otro lado en animales alimentados a base de forraje encontraron 8.1 mm de grosor, con diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.001$ ). Es importante mencionar que la distribución de la grasa varía fácilmente dependiendo de la dieta que reciban los animales, como lo describen Wales *et al.*<sup>29</sup>, en un experimento con 48 novillos de raza Angus en el cual compararon

diferentes tipos de suplementación a base de ensilado de maíz durante 172 días encontrando mejores distribuciones de grasa en animales en confinamiento (calificación promedio 11.8, escala de 1-15) que en animales pastoreando y recibiendo suplementación con ensilado de maíz a razón de 3.2 y 4.6 kg de materia seca (calificación de 9.8 y 7.8 respectivamente, escala de 1-15)

La influencia de la raza en la distribución o cantidad de grasa dorsal es alta como lo menciona Sañudo <sup>4</sup> y como se puede observar en los resultados obtenidos por Homer <sup>3</sup>, en un estudio en el cual evaluaron las características de la canal de diferentes razas como Limousin, Charolais, Belgian blue, Angus, Hereford y Piedmontese encontrando diferencias significativas en la proporción de grasa.

Los promedios de distribución de grasa dorsal con respecto al grupo racial en el presente estudio, para C y SxC resultaron de 3.50 y 3.14 respectivamente, presentando diferencias significativas entre sí, con mayor distribución de grasa dorsal las canales de animales Cebú. Estos resultados difieren con los mencionados por Crouse *et al.* <sup>23</sup>, quienes mencionan que no existen diferencias estadísticas en la cantidad de grasa observada en canales de ganado con diferentes proporciones de sangre de la raza Brahman (1/1, 1/4, 1/2 y 3/4) y Sahiwal. Asimismo, Sherbeck *et al.* <sup>10</sup> coinciden en que la cruce de Brahman y Hereford (1/2) y la raza Brahman pura no presentan diferencias en la cantidad de grasa subcutánea, resultando valores de grosor de grasa dorsal de 1.05 y 1.15 cm para los fenotipos mencionados respectivamente. Sin embargo, en un estudio realizado con 888 novillos por Wheeler *et al.* <sup>30</sup>, en donde compararon las características de la canal de diferentes razas, encontraron que la raza Neillore (Cebú) se encuentra por arriba del promedio ajustado de grosor de la grasa de todas las razas comparadas (1.18 cm), con un grosor de 1.23 cm, de la misma manera esta raza se encuentra entre los mejores valores de

rendimientos. Considerando esta referencia, los resultados del presente estudio justifican que los animales Cebú obtuvieron valores mayores con esta característica.

### **Textura de grasa dorsal**

Los resultados de la textura de la grasa en el presente trabajo fueron menores y estadísticamente diferentes para el sistema E, comparado con los sistemas SI e IN. Estos datos concuerdan con los de McCaughey y Clipef<sup>8</sup>, quienes encontraron para animales alimentados en pastoreo promedios de 2.0, mientras que para aquellos a los que se les ofrecieron alimentos a base de granos tuvieron promedios de textura de 1.8. Con respecto al grupo racial, los valores de textura fueron mayores para Cebú en relación con SxC sin encontrarse diferencias significativas. Sin embargo, puede mencionarse que el grupo racial Cebú presentó el valor menos deseado ya que a medida que el rango para esta característica aumenta, la firmeza de la grasa disminuye.

### **Color de la grasa dorsal**

El color de la grasa es un punto importante en el que se basa el consumidor para evaluar la calidad de la carne, teniendo más aceptación para los colores blancos apereados y menos o nula por el color amarillo oscuro o anaranjado; por tal motivo, es importante la clasificación y valoración de esta característica. Los promedios del color de la grasa para los sistemas E, e IN fueron mejores en relación con el sistema SI. Esto es debido a que la influencia del tipo de alimentación en el color de la grasa del animal es indirecta, ya que existen otros factores como la edad y sexo que afectan esta característica. Se ha observado en algunos estudios que animales mantenidos en

sistemas extensivos como los del trópico el ganado llega al sacrificio maduro e incluso viejo y por otro lado, los animales provenientes de sistemas semi e intensificados pueden llegar al sacrificio a edades más cortas, encontrándose diferencias entre el color de la grasa <sup>9</sup>.

Esto lo demuestra Hilton *et al.* <sup>14</sup> en su trabajo con 354 vacas, donde agruparon a los animales de acuerdo a su madurez esquelética, encontrando colores amarillos oscuros y por lo tanto menos deseables en la grasa de canales correspondientes a los animales de mayor edad (calificación promedio 3.5, en escala 1-6), y por el contrario los amarillos más claros y deseados en las canales de animales más jóvenes (calificación promedio de 1.2, en escala 1-6). Por otro lado, Skelley *et al.* <sup>31</sup>, en un experimento que tuvo una duración de 3 años y utilizando 300 novillos, encontraron que el tipo de dieta no influyó en el color de la grasa, ya que tras comparar 10 dietas, el color de la grasa resultó sin diferencia estadística siendo los rangos de calificación de 3.5 a 3.9 en una escala del 1 - 4, donde: 1 es amarillo y 4 muy blanco.

De la misma forma, Mandell *et al.* <sup>32</sup> reafirmando lo que mencionaron Bidner *et al.* <sup>33</sup> determinaron que la alimentación basada en forraje no afectó el color en la grasa y en el estudio en el que distribuyeron a sus animales en tres grupos ofreciendo al primero alimentación a base de forraje, al segundo forraje y grano y al tercero únicamente grano, se obtuvieron calificaciones de 3.92, 3.96 y 4.0 respectivamente, en una escala de 1 - 5, donde 1 es amarillo oscuro y 5 blanco. Los resultados anteriores sugieren que el color de la grasa está influenciado principalmente por la edad y la influencia del sistema de alimentación es indirecta.

Los promedios del color de grasa con respecto al fenotipo en el presente estudio, no mostraron diferencias significativas, pero el mejor valor fue para el grupo racial SxC en relación con el ganado Cebú. Aunque Sañudo <sup>4</sup> menciona que la raza es un factor que

tiene gran influencia en las características de la grasa y las cruzas de raza europea como el Suizo Pardo presentan mejores valores de estas con respecto a la raza Cebú Brahman; en el presente estudio los resultados no fueron diferentes significativamente, quizá porque las dietas de engorda en el trópico aún en estabulación incluyen proporciones considerables de forraje seco o verde, el cual contiene pigmentos naturales que repercuten en el color de la grasa subcutánea de los animales.

### **Area del ojo de la costilla (*Longissimus dorsi*)**

El entendimiento de la funcionalidad y las características musculares son indispensables para obtener el mayor rendimiento de la canal. Es necesario conocer que los músculos de locomoción presentan abundante tejido conectivo, lo que provocará de estos músculos, carne con mayor dureza y mala calidad. Por otra parte, los músculos que están cerca de la espina dorsal poseen funciones de soporte y por tanto son más suaves. En esta región es donde existe mayor volumen muscular entre las capas de colágeno y por consiguiente el efecto de dicha proteína no es tan evidente en la carne. Los músculos más reconocidos por su suavidad son el *Psoas mayor* y el *Longissimus dorsi*, ambos presentan una función estructural. En el caso del último músculo mencionado, representa el segundo más alto porcentaje de la canal (1.92%), sólo atrás del *Biceps femoris* (2.04%) encontrándose el *Biceps* también como el que presenta la mayor dureza de toda la masa muscular. Esto se debe tomar en cuenta sobre las características del animal y por consiguiente la evaluación del *Longissimus* es de gran importancia para determinar la calidad de la canal <sup>34</sup>.

Como lo mencionan Hopkins y Roberts <sup>35</sup>, la cantidad de carne o cortes comerciales en una canal es proporcional al área del ojo del *Longissimus*. De tal manera, que resulta

una buena práctica la medición del área de dicho músculo para estimar directamente la calidad de la canal. En el presente estudio, se encontraron diferencias altamente significativas con respecto al sistema de alimentación, siendo el mayor diámetro para el sistema intensivo, seguido del semi-intensivo y finalmente el extensivo. Los datos de este estudio para cualquiera de los sistemas de alimentación resultaron por debajo de los rangos mencionados por Wulf *et al.* <sup>36</sup>, quienes mencionan rangos de área del ojo de la costilla de 68.4 a 98.7 cm<sup>2</sup> a nivel de la 12<sup>a</sup> costilla. Esto puede deberse a que las mediciones del presente trabajo fueron entre la 9<sup>a</sup> y 10<sup>a</sup> costilla. En otro trabajo realizado por Wulf *et al.* <sup>37</sup>, mencionan que de 317 animales a los que se les realizó la medición del área a nivel de la 12<sup>a</sup> costilla presentaron un promedio de 80.5 cm<sup>2</sup> y un mínimo y máximo de 49 y 109 cm<sup>2</sup> respectivamente.

Como se puede apreciar en el trabajo de Barker *et al.* <sup>21</sup> con animales encastados de razas británicas, el área del *Longissimus* disminuye conforme se mide a niveles más craneales, encontrando rangos de 41.24 a 43.57 cm<sup>2</sup> a la altura de la 6<sup>a</sup> costilla.

Los resultados del presente trabajo, aún sin ser iguales, coinciden en que la intensificación del sistema de alimentación mejora los valores del área del *Longissimus* debido a una mayor deposición de grasa y nitrógeno muscular por efecto de la dieta, coincidiendo con lo mencionado por Mandell *et al.* <sup>32</sup> donde los animales que fueron alimentados a base de forraje, forraje + grano y grano resultaron con una área del ojo de la costilla de 70.4, 81.4 cm<sup>2</sup> y 83.2 cm<sup>2</sup> a la altura de la 10<sup>a</sup> y 12<sup>a</sup> costilla.

De la misma manera Mc Caughey *et al.* <sup>8</sup> encontraron áreas de 76.4 y 91.4 cm<sup>2</sup> en alimentación únicamente con forraje y alimentación con grano 75 días antes del sacrificio respectivamente, con diferencia significativa (P<0.0001) a favor de la alimentación con granos. La duración de la alimentación a base de concentrados en la etapa anterior al sacrificio, influye de manera determinante en la composición del

Respecto al fenotipo, los resultados del color de la carne fueron más aceptables en la cruce de SxC en comparación con el Cebú, sin existir diferencias significativas. Sin embargo, se debe aclarar que las diferencias en el color del músculo atribuidas a la raza no son muy marcadas en los bovinos como en otras especies, pero, se encuentra establecido que las razas no especializadas en la producción de carne como la Holstein, presentan un color más oscuro que en las razas especializadas como la Hereford o la Angus; esto parece indicar que el efecto de la raza en el color de la carne es debido a las diferencias en el contenido de la grasa intramuscular, ya que a mayor contenido de esta, la carne se presenta más brillante y de color rojo más aceptable <sup>25</sup>.

Sería conveniente analizar un número mayor de observaciones para concluir con seguridad que los factores ante-mortem como el régimen alimenticio, raza, sexo y manejo no influyen en el color de músculo *Longissimus dorsi*; y que esta característica en la mayoría de los casos es afectada por el proceso post-mortem de la carne.

### **Textura del ojo de la costilla**

La textura de la carne es el resultado de características geométricas relacionadas con la cantidad de humedad, grasa de la carne, contenido de colágeno y miofibrillas, los cuales son responsables de la suavidad de la carne. La estimación de la textura del ojo de la costilla, sugiere por lo tanto, la suavidad que se puede esperar de la carne evaluada <sup>40</sup>.

En el presente estudio, los valores de la textura del ojo de la costilla fueron mejores (textura más fina) para el sistema intensivo, seguidos del semi-intensivo y por último el sistema extensivo, con diferencias significativas entre ellos. Estos valores no coinciden con los encontrados por McCaughey y Cliplef <sup>8</sup>, quienes mencionan que la textura del

ojo de la costilla llega a ser ligeramente tosca conforme aumenta el nivel de inclusión de granos en la dieta. Sin embargo, también mencionan que la edad puede ser un factor que influencia esta característica, lo que justifica la textura más tosca que resulta en los datos de los sistemas E y SI del presente estudio, resultado de edades mayores al sacrificio de los animales en los sistemas mencionados.

Con respecto al grupo racial en el presente estudio se encontró una ligera ventaja de 0.4 punto de calificación para el grupo SxC sobre el Cebú, resultando una diferencia significativa. Pudiendo deberse también al efecto de la edad, ya que se menciona que las razas Cebuínas se clasifican como "tardías o rústicas"<sup>4</sup>, debido a que su velocidad de crecimiento es más lento y necesitan más tiempo de vida para alcanzar el peso deseado al sacrificio. En el presente trabajo, se observó que el ganado Cebú resultó con valores menos deseables en su textura independiente del sistema de alimentación. Esto es un aspecto importante desde el punto de vista de la comercialización ya que actualmente los consumidores no demandan la carne de una textura tosca sino más bien que sea bien definida, y agradable a la vista<sup>40</sup>.

### **Marmoleo del ojo de la costilla**

Se conoce como marmoleo, a la presencia de grasa dentro intramuscular y dependiendo de la cantidad y distribución dentro de él mismo, se determina el grado de calidad de una canal. El marmoleo es el factor de calidad más importante, ya que de él dependerá el grado de sabor, jugosidad y suavidad en la carne<sup>42,43</sup>. Con respecto al sistema de alimentación, en el presente estudio el mejor valor fue para el sistema IN (4.62), seguido del SI (2.85) y por último el E (2.22). Estos datos coinciden con los encontrados por Wales *et al.*<sup>29</sup>, quienes obtuvieron con animales alimentados a base

de pasto, ensilado de maíz y heno de alfalfa, resultados de 1.7, mientras que en animales alimentados con semilla de algodón, ensilado de maíz y urea resultados de 2.3, en una escala de 1 - 12, donde el mayor número es un grado mayor de marmoleo. Dubesky *et al.*<sup>9</sup>, demostraron que en régimen alimenticio elevado que consiste en ofrecer al ganado *ad libitum* una dieta de 90% grano y 10% de ensilado, la cantidad de grasa intramuscular fue mayor que en un régimen alimenticio moderado, el cual consistió en ofrecer 10% de grano y 90% de silo hasta los 500 kg. de peso corporal y una dieta alta en energía hasta el sacrificio, obteniendo resultados de 93.0 y 78.5 cm<sup>2</sup> respectivamente y una diferencia altamente significativa (P=0.002).

Por otra parte, Barker *et al.*<sup>21</sup> demuestran que aquellos animales que fueron alimentados durante 16 meses continuos con dietas a base de grano presentaron mejores resultados (3.63) que aquellos alimentados con forraje durante 8 meses y dietas a base de grano durante los siguientes 8 meses (2.85) encontrándose diferencias significativas. Van Koevering *et al.*<sup>28</sup> también encontraron ventajas de la alimentación a base de granos durante periodos más prolongados (147 días) sobre la alimentación durante menos días (105 días) con valores de 446 y 377 respectivamente en escala de 100 - 999, donde 100 es desprovisto de grasa y 999 abundante grasa. Sin embargo, McCaughey y Cliplef<sup>8</sup>, presentan datos de calificación de marmoleo de 2.5 y 3.0 para animales en pastoreo y con avena rolada durante 75 días respectivamente, sin encontrar diferencias estadísticas.

Estos resultados sugieren que la calidad del alimento en términos de proteína y energía, así como la duración de la misma determina el grado de marmoleo en el ojo de la costilla, aún cuando pueden existir otros factores que influyen en él<sup>26</sup>.

En el presente estudio, el grupo racial no presentó diferencias significativas en los valores del marmoleo, sin embargo, la mayoría de los autores concuerdan que el

genotipo influye de manera determinante en los valores del marmoleo. Nardone *et al.*<sup>44</sup>, menciona que el grado de marmoleo es controlado genéticamente y además presenta una alta heredabilidad en los bovinos (0.593). Crouse *et al.*<sup>23</sup>, mencionan que el grado de marmoleo disminuye en la medida que la sangre de *Bos indicus* aumenta, obteniendo un valor de marmoleo para *Bos indicus* 100%, *Bos indicus* y *Bos taurus* 50% y *Bos taurus* de 350, 393 y 431 respectivamente, en una escala donde 300 a 399 es marmoleo ligero y 400 a 499 es moderado.

Los valores del marmoleo obtenidos en el presente trabajo, se consideran bajos independientemente del sistema de alimentación o grupo racial del que se refiera, comparados con los reportados por Martz *et al.*<sup>45</sup>, quienes mencionan valores de 3.7 y 5.2 para sistema extensivo y estabulación respectivamente, obteniéndose el mayor valor en el presente estudio de 4.64 para animales SxC en sistemas intensivos valor que sugiere un marmoleo de ligero a poco, además de tener sólo 2 observaciones de calificaciones de 7 o más en el transcurso del trabajo de campo, la cual refiere un marmoleo moderado<sup>32</sup>. Esto sugiere que en los sistemas de engorda del trópico, aún en los sistemas intensificados, no existe una adecuada integración de tecnología en todas las áreas de producción, lo que repercute en la calidad de la carne y consiguientemente en la preferencia de la comercialización.

### **Edad al sacrificio**

Las edades avanzadas en los animales se encuentran asociadas con un decremento en la suavidad, color y textura de su carne, así como textura y color de la grasa; de tal manera que aquellos animales que tardan más tiempo en llegar a un peso óptimo para el sacrificio en este caso los provenientes de sistemas extensivos, tendrán desventajas

en las características de calidad de su carne con respecto a aquellos que lleguen jóvenes al sacrificio como los de sistemas más intensificados<sup>9,45</sup>. Esta es una situación particular del ganado tipo "huasteco" engordado en condiciones de libre pastoreo donde son sacrificados entre 2-3 años de edad.

En el presente estudio los valores de la estimación de la edad fueron mejores para el sistema intensivo, seguido de el S1 y por último el E, concordando con lo mencionado anteriormente. Shackelford *et al.*<sup>39</sup> mencionan que las principales características influenciadas por la edad del animal son: madurez de la carne, peso de la canal y rendimientos; aumentando el valor de las dos primeras y disminuyendo los rendimientos a medida que la edad aumenta. Hilton *et al.*<sup>14</sup> reportan que el valor del color de la grasa aumenta conforme incrementa la edad, observándose la presencia de colores amarillentos, por otra parte, el área del *Longissimus* disminuye a medida que incrementa la madurez del animal. Asimismo, los anteriores autores determinaron que la madurez influye en el valor de fuerza de corte de la carne, suavidad del músculo, cantidad de tejido conectivo, jugosidad y sabor de la carne ( $P < 0.01$ ). Preston<sup>25</sup>, también menciona que el color de la carne se oscurece a medida que la edad aumenta, así como la suavidad, jugosidad y sabor disminuyen con el aumento de la edad.

El grupo racial no presentó influencia sobre la madurez de la canal en el presente estudio, por lo que se determina que el sistema de alimentación es el factor que puede retardar el peso al sacrificio en los animales.

## CONCLUSIONES

1. El factor que influyó de manera determinante en la calidad de la canal fue el sistema de alimentación considerándolo de forma integral
2. El sistema con mayores ventajas fue el intensivo, influyendo de manera positiva en los rendimientos de canal en frío y características de calidad
3. En cualesquiera de los sistemas evaluados incluyendo el intensivo se apreció una deficiencia en la productividad, presentando parámetros inferiores a lo mencionado en la literatura
4. El fenotipo es un factor que influencia la calidad de la canal en menor grado con respecto al sistema de alimentación, sin embargo, es importante considerarlo sobre todo para aquellas características en que resultaron interacciones con este
5. Aunque en las regiones tropicales de México no existe una clasificación de canales, es necesario que los ganaderos estén informados de los beneficios que puede obtener al establecer en su explotación programas estratégicos de alimentación suplementaria y así lograr un valor agregado en el producto final.
6. Es necesario que en México, se difunda la evaluación de canales y la importancia que tiene la calidad de la carne para el productor, comprador y consumidor, de lo contrario el mercado se marginará aún más.

## LITERATURA CITADA

1. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura en el Banco de México. Boletín informativo. Oportunidades para el desarrollo de la industria de la carne de bovino en México. México (Mich.): FIRA, 1999; 312 : 35 - 40.
2. Garcés YP. Clasificación de las canales de bovino producidas en el trópico. Memorias "Día del ganadero 1998". México: CIRGOC. INIFAP. SAGAR 1998; 1 - 13.
3. Homer DB, Cuthbertson A, Homer DL, McMenamin P. Eating quality of beef from different sire breeds. Anim Sci 1997; 64 : 403 – 408
4. Sañudo C. Calidad de la canal por tipos. En: Buxadé CC, editor. Vacuno de carne. Barcelona:Mundi Prensa, 1998 : 467-492.
5. Kropf HD. El color y su estabilidad: Los factores que afectan el color en la carne fresca. Carnetec 1995. (Marzo) : 20-24.
6. Lowman BG, Hunter EA, Hinks CE, Lewis M Effect of breed type, sex, and method of rearing on lifetime performance and carcass composition in a 20 month beef system: effect of winter feeding treatments. Anim Prod 1994; 58 347-355.
7. Añuez M, Delgado A, Llerandi R.Composición de la canal de toros mestizos de Holstein alimentados con concentrados y forraje. Rev Cub Cienc Agric 1998; 32 : 47 - 51
8. McCaughey WP, Cliplef RL. Carcass and organoleptic characteristics of meat from steers grazed on alfalfa / grass pastures and finished on grain. Can J Anim Sci 1996; 76 : 149 – 152.

9. Dubeski PL, Aalhus JL, Jones SDM, Robertson WM, Dyck RS. Meat quality of heifers fattened to heavy weights to enhance marbling. *Can J Anim Sci* 1997; 77 : 635-643.
10. Sherbeck JA, Tatum JD, Field TG, Morgan JB, Smith GC. Effect of phenotypic expression of brahman breeding on marbling and tenderness traits. *J Anim Sci* 1996; 74 : 304 – 309.
11. Livas CF Engorda de ganado bovino bajo pastoreo intensivo en praderas tropicales Memorias del curso Producción de bovinos de doble propósito en el trópico; septiembre 1996; Tlapacoyan (Veracruz) México. México (Veracruz) : CEIEGT-FMVZ-UNAM, 1996: 75 - 79
12. Gwartney BL, Calkins CR, Rasby RJ, Stock RA, Vieselmeyer BA, Gosey JA. Use of expected progeny differences for marbling in beef: II. Carcass and palatability traits. *J Anim Sci* 1996; 74 : 1014 - 1022.
13. Hunsley ER, Walcom BW. Livestock judging, selection and evaluation. 3rd. ed USA: THE INTERSTATE Printers and Publishers Inc, 1988.
14. Hilton GG, Tatum JD, Williams SE, Belk KE, Williams FL, Wise JW, *et.al.* An evaluation of current and alternative systems for quality grading carcasses of mature slaughter cows. *J Anim Sci* 1998; 76 : 2094 - 2103.
15. Mandell IB, Buchanan-Smith JG, Campbell CP. Effects of forage vs grain on carcass characteristics, fatty acid composition, and beef quality in Limousin - cross steers when time on feed is controlled. *J Anim Sci* 1998; 76 : 2619 - 2630.
16. Steel RGD, Torrie JH. Bioestadística: principios y procedimientos. 2a ed México: MacGraw Hill, 1988.
17. Hoel GP. Elementary statistics. 3a ed USA: John Wiley & Sons Inc, 1971.
18. Zar HJ. Biostatistical analysis. 3 a ed USA: PRENTICE HALL, 1996.

19. SAS. SAS system for linear models 3<sup>rd</sup> ed Cary (NC). Institute Inc., 1992.
20. Daniel WW. Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. 3a ed México: LIMUSA, 1999.
21. Barker BP, Mies WL, Turner JW, Lunt DK, Smith SB. Influence of Production System on carcass characteristics of F1 Wagyu x Angus steers and Heifers. Meat Sci 1995, 41 : 1-5
22. Andersen HR, Ingvarstsen KC, Klastrup. Influence of energy level, weight at slaughter and castration on carcass quality in cattle. Livest Prod Sci 1984, 11 : 571-586.
23. Crouse JD, Cundiff LV, Koch RM, Koohmaraie, Seideman SC. Comparisons of *Bos indicus* and *Bos taurus* for carcass beef characteristics and meat palatability. J Anim Sci 1989, 67 : 2661-2668.
24. Wythes JR, Shorthose WR, Dodt RM, Dickinson RF. Carcass and meat quality of *Bos indicus* x *Bos taurus* and *Bos taurus* cattle in northern Australia Aust J Exp Agric 1989, 29 : 757 - 763.
25. Preston TR, Willis MB. Producción intensiva de carne. 1<sup>a</sup> ed. México Editorial Diana, 1985.
26. Williams SE, Tatum JD, Stanton TL. The effects of muscle thickness and time on feed on hot fat trim yields, carcass characteristics and boneless subprimal yields. J Anim Sci 1989. 67 : 2669-2676.
27. Nümborg K, Wegner J, Ender K. Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. Liv Prod Sci 1998, 56 : 145-156.
28. Van Koeveering MT, Gill DR, Owens FN, Dolezal HG, Strasia CA. Effect of time on feed on performance of feedlot steers, carcass characteristics, and tenderness and composition of *Longissimus* muscles. J Anim Sci 1995, 73 : 21-28.

29. Wales WJ, Moran JB, Harris RW. A comparison of growth rates and carcass quality of steers receiving maize silage as a supplement to annual pasture or as a component of a feedlot ration. *Aust J Exp Agric* 1998, 38 : 1-6
30. Wheeler TL, Cundiff LV, Koch RM, Crouse JD. Characterization of biological types of cattle (Cycle IV): Carcass traits and *Longissimus* palatability. *J Anim Sci* 1996, 74 : 1023-1035.
31. Skelley GC, Edwards RL, Wardlaw FB, Torrence AK. Selected high forage rations and their relationship to beef quality, fatty acids and amino acids. *J Anim Sci* 1978, 47 : 1102-1108.
32. Mandell IB, Gullett EA, Buchanan-Smith JG, Campbell CP. Effects of diet and slaughter endpoint on carcass composition and beef quality in Charolais cross steers. *Can J Anim Sci* 1997, 77 : 403-414.
33. Bidner TD, Schupp AR, Mohamed AB, Rumore NC, Montgomery RE, Bagley CP, McMillin KW. Acceptability of beef from Angus-Hereford or Angus-Hereford-Brahman steers finished on all-forage or a high-energy diet. *J Anim Sci* 1986, 62: 381-387.
34. Velazco J. Los músculos: Características, funcionalidad y su relación con el rendimiento de corte. *Carnetec* 1999, (Noviembre-diciembre) : 40-44.
35. Hopkins DL, Roberts AHK. The value of carcass weight, fat depth measures and eye muscle area for predicting the percentage yield of saleable meat in Australian grass-fed beef carcasses for Japan. *Meat Sci* 1995, 41 : 137 - 145.
36. Wulf MD, Romans RJ, Costello JW. Composition of the Wholesale Rib. *J Anim Sci* 1994. 72 : 94-102.
37. Wulf MD, O'Connor FS, Tatum DJ, Smith CG. Using objective measures of muscle color to predict beef *Longissimus* Tenderness. *J Anim Sci* 1997. 75 : 684-692.

38. Foutz CP, Dolezal HG, Gardner TL Gill DR, Hensley JL, Morgan JB. Anabolic implants effects on steer performance, carcass traits, subprimal yields, and *Longissimus* muscle properties. *J Anim Sci* 1997. 75 : 1256-1265.
39. Shackelford SD, Koohmaraie M, Wheeler TL. Effects of slaughter age on meat tenderness and USDA carcass maturity scores of beef females. *J Anim Sci* 1995. 73 : 3304-3309.
40. Beriaín MJ, Lizaso G. Calidad de la carne de vacuno. En. Buxadé CC, editor. *Vacuno de carne*. Barcelona: Mundi Prensas, 1998 : 492-510.
41. Andrighetto I, Gottardo F, Andreoli D, Cozzi G. Effect of type of housing on veal calf growth performance, behavior and meat quality. *Meat Sci* 1999. 57 : 137-145.
42. Minish GL, Fox DG. *Beef production and management*. 2ª ed. USA: Prentice Hall Co, 1982.
43. Kempster AJ. Carcass characteristics and quality. In: Jarringe R, Beranger C, editors. *Beef cattle production* Amsterdam: Elsevier, 1992 : 169 – 187.
44. Nardone A, Valfrè F. Effects of changing production methods on quality of meat, milk and eggs. *Livestock Prod Sci* 1999. 59 : 165-182.
45. Martz F, Heymann H, Tate V, Clarke A, Gerrish J. Quality of beef from pasture finished cattle. *Proceedings of the forage and grassland conference; 1997 april 13-15, Georgetown (Texas) USA*. USA (Texas): American Forage and Grassland Council, 1997: 218 – 222.

**CUADRO 1**

**RENDIMIENTOS DE LA CANAL REFRIGERADA DE ANIMALES PROVENIENTES DE DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN Y FENOTIPO**

<b>Tratamientos</b>	<b>Rendimiento en frío (%)</b>
<b>Grupo 1</b>	<b>55.44 ± 1.64<sup>a</sup></b>
<b>Grupo 2</b>	<b>56.45 ± 0.99<sup>b</sup></b>
<b>Grupo 3</b>	<b>58.66 ± 1.34<sup>c</sup></b>
<b>Grupo 4</b>	<b>55.04 ± 1.43<sup>d</sup></b>
<b>Grupo 5</b>	<b>56.60 ± 0.88<sup>e</sup></b>
<b>Grupo 6</b>	<b>59.16 ± 1.36<sup>f</sup></b>

Distinta literal indica diferencia estadísticamente significativa entre líneas (P<0.05)

## CUADRO 2

CARACTERÍSTICAS ESTIMADAS EN GRASA DORSAL DE TORETES  
PROVENIENTES DE DISTINTOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN Y FENOTIPO

	Característica		
	Distribución <sup>a</sup>	Textura <sup>b</sup>	Color <sup>c</sup>
Grupo1	2.30	2.19	2.33
Grupo2	3.80	2.04	2.44
Grupo3	4.40	1.98	2.47
Grupo4	2.06	2.08	2.28
Grupo5	3.34	2.01	2.43
Grupo 6	4.03	1.97	2.22

<sup>a</sup> Calificación subjetiva para distribución utilizando escala de 10 puntos (1=0-9%; 10=90-99%)

<sup>b</sup> Calificación subjetiva para textura utilizando escala de 3 puntos (1= firme; 3= suave)

<sup>c</sup> Calificación subjetiva para color utilizando escala de 6 puntos (1= blanco aperlado, 6= amarillo anaranjado)

## CUADRO 3

TEXTURA <sup>1</sup> DE GRASA DORSAL EN CANALES DE TORETES PROVENIENTES DE DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN Y FENOTIPO

Sistema de alimentación		
EXT	SEMI	INT
2.13 <sup>a</sup>	2.03 <sup>b</sup>	1.98 <sup>b</sup>
Fenotipo		
Cebú	SxC	
2.07 <sup>a</sup>	2.02 <sup>a</sup>	

Distinta literal indica diferencia estadísticamente significativa entre columna (P&lt;0.05)

<sup>1</sup> Calificación subjetiva utilizando escala de 3 puntos (1= firme, 3= suave)

CUADRO 4

COLOR <sup>1</sup> EN GRASA DORSAL EN LA CANAL DE TORETES PROVENIENTES DE DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN Y FENOTIPO

Sistema de alimentación		
EXT	SEMI	INT
2.31 <sup>a</sup>	2.43 <sup>b</sup>	2.34 <sup>a,b</sup>
Fenotipo		
Cebú	SxC	
2.41 <sup>a</sup>	2.31 <sup>a</sup>	

Distinta literal indica diferencia estadísticamente significativa entre columnas (P<0.05)

<sup>1</sup> Calificación subjetiva para utilizando escala de 6 puntos (1= blanco aperlado, 6= amarillo anaranjado)

## CUADRO 5

CARACTERÍSTICAS DEL OJO DE LA COSTILLA ESTIMADAS EN CANALES DE TORETE PROVENIENTES DE DIFERENTE SISTEMA DE ALIMENTACIÓN Y FENOTIPO

CARACTERÍSTICA	GRUPOS					
	1	2	3	4	5	6
Área, cm <sup>2</sup>	60.0±6.8	73.2±10.3	85.6± 9.7	60.9±10.4	66.2±7.8	87.6±3.7
Color <sup>a</sup>	3.36	2.33	2.00	2.44	2.29	1.55
Textura <sup>b</sup>	3.91	2.92	2.70	3.44	2.76	2.18
Marmoleo <sup>c</sup>	2.00	2.75	4.60	2.44	2.94	4.64

<sup>a</sup> Calificación subjetiva para color utilizando escala de 6 puntos (1= rojo cereza brillante, 6= rojo muy oscuro)

<sup>b</sup> Calificación subjetiva para textura utilizando escala de 4 puntos (2= extremadamente fino, 5= muy tosco)

<sup>c</sup> Calificación subjetiva para marmoleo utilizando escala de 10 puntos (1= desprovisto, 10= marmoleo abundante)

CUADRO 6

ÁREA DEL OJO DE LA COSTILLA (cm<sup>2</sup>) VALORADA EN CANALES DE TORETES PROVENIENTES DE DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN Y FENOTIPO

Sistema de alimentación		
EXT	SEMI	INT
60.47 <sup>a</sup>	69.74 <sup>b</sup>	86.62 <sup>c</sup>
Fenotipo		
Cebú	SxC	
72.95 <sup>a</sup>	71.6 <sup>a</sup>	

Distinta literal indica diferencia estadísticamente significativa entre columnas (P<0.001)

**CUADRO 7**

**COLOR <sup>1</sup> EN EL OJO DE LA COSTILLA DE TORETES PROVENIENTES DE DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN Y FENOTIPO**

<b>Sistema de alimentación</b>		
<b>EXT</b>	<b>SEMI</b>	<b>INT</b>
<b>2.90<sup>a</sup></b>	<b>2.31<sup>a</sup></b>	<b>1.77<sup>a</sup></b>
<b>Fenotipo</b>		
<b>Cebú</b>		<b>SxC</b>
<b>2.57<sup>a</sup></b>		<b>2.09<sup>a</sup></b>

Distinta literal indica diferencia estadísticamente significativa entre columnas ( $P < 0.05$ )

<sup>1</sup> Calificación subjetiva utilizando escala de 6 puntos (1= rojo cereza brillante; 6= rojo muy oscuro)

## CUADRO 8

TEXTURA <sup>1</sup> EN EL OJO DE LA COSTILLA DE TORETES PROVENIENTES DE DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN Y FENOTIPO

Sistema de alimentación		
EXT	SEMI	INT
3.67 <sup>a</sup>	2.84 <sup>b</sup>	2.44 <sup>c</sup>
Fenotipo		
Cebú	SxC	
3.18 <sup>a</sup>	2.79 <sup>b</sup>	

Distinta literal indica diferencia estadísticamente significativa entre columnas (P&lt;0.05)

<sup>1</sup> Calificación subjetiva utilizando escala de 4 puntos (2= extremadamente fino, 5= muy tosco)

## CUADRO 9

MARMOLEO <sup>1</sup> DEL OJO DE LA COSTILLA EN CANALES DE TORETES  
PROVENIENTES DE DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN  
Y FENOTIPO

Sistema de alimentación		
EXT	SEMI	INT
2.22 <sup>a</sup>	2.85 <sup>b</sup>	4.62 <sup>c</sup>
Fenotipo		
Cebú	SxC	
3.12 <sup>a</sup>	3.34 <sup>a</sup>	

Distinta literal indica diferencia estadísticamente significativa entre columnas (P&lt;0.001)

<sup>1</sup> Calificación subjetiva utilizando escala de 10 puntos (1= desprovisto, 10= marmoleo abundante)

**CUADRO 10**

EDAD <sup>1</sup> AL SACRIFICIO ESTIMADA EN OSIFICACIÓN EN CANALES DE TORETES DE DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN Y FENOTIPO

<b>Sistema de alimentación</b>		
<b>EXT</b>	<b>SEMI</b>	<b>INT</b>
<b>2.16<sup>a</sup></b>	<b>1.98<sup>b</sup></b>	<b>1.82<sup>c</sup></b>
<b>Fenotipo</b>		
<b>Cebú</b>	<b>SxC</b>	
<b>2.02<sup>a</sup></b>	<b>1.96<sup>a</sup></b>	

Distinta literal indica diferencia estadísticamente significativa entre columnas ( $P < 0.05$ )

<sup>1</sup> Calificación subjetiva utilizando escala de 3 puntos (1= joven; 3= maduro)

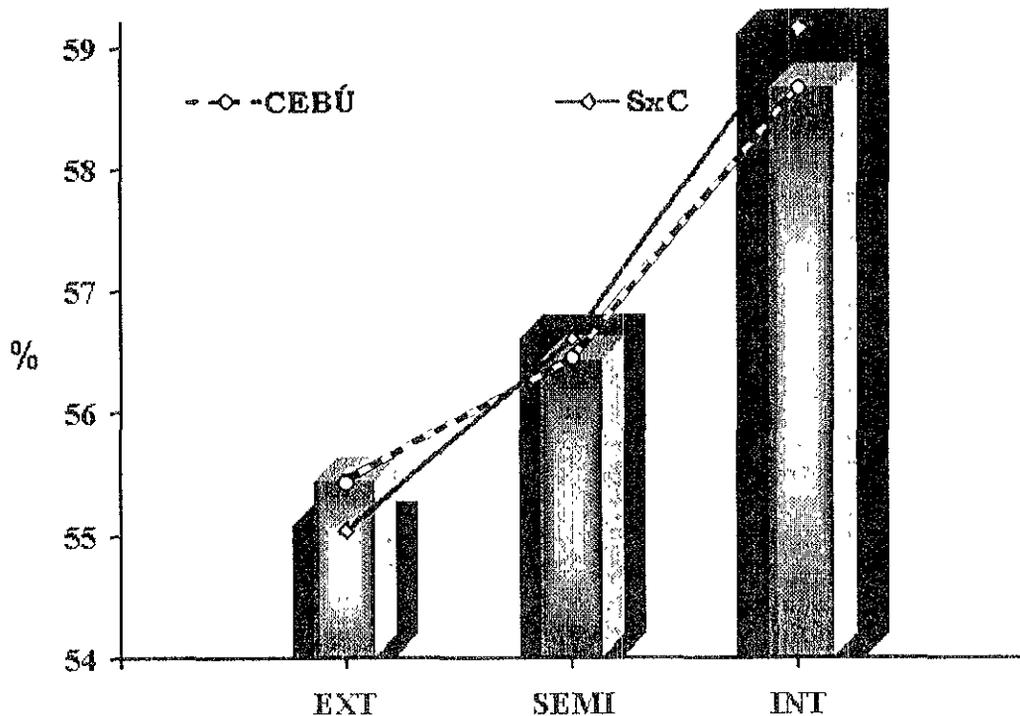


FIGURA 1. INTERACCIÓN EN EL RENDIMIENTO DE LA CANAL FRÍA EN CANALES DE TORETES PROVENIENTES DE DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN Y FENOTIPO

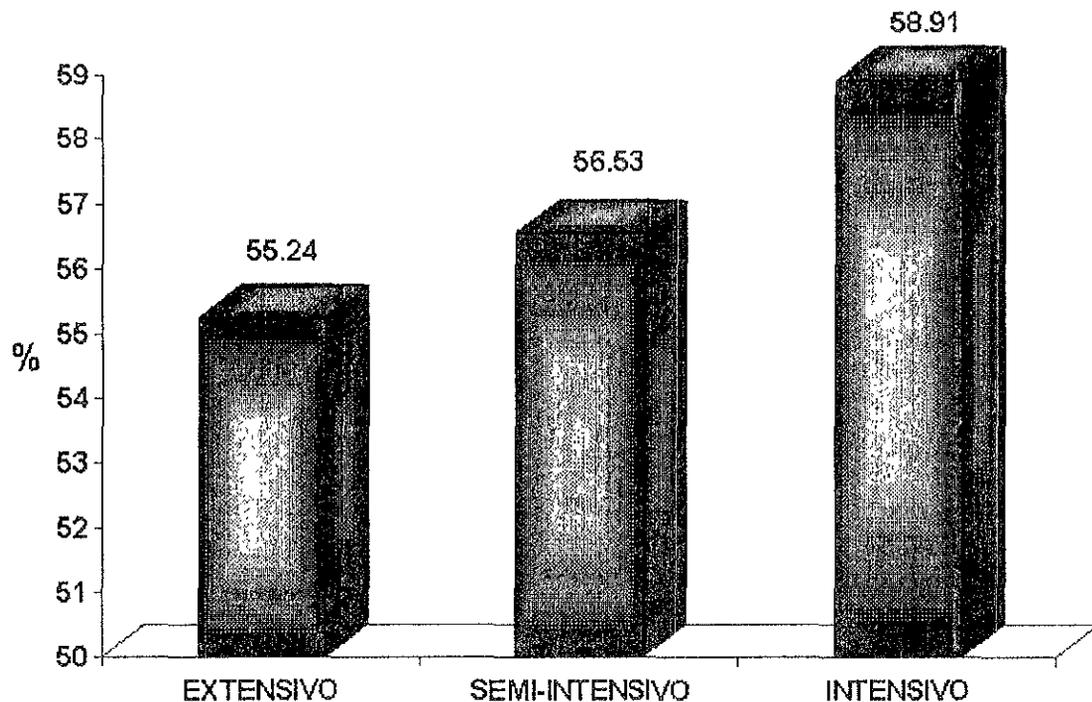


FIGURA 2. RENDIMIENTOS EN CANALES REFRIGERADAS DE TORETES PROVENIENTES DE DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN

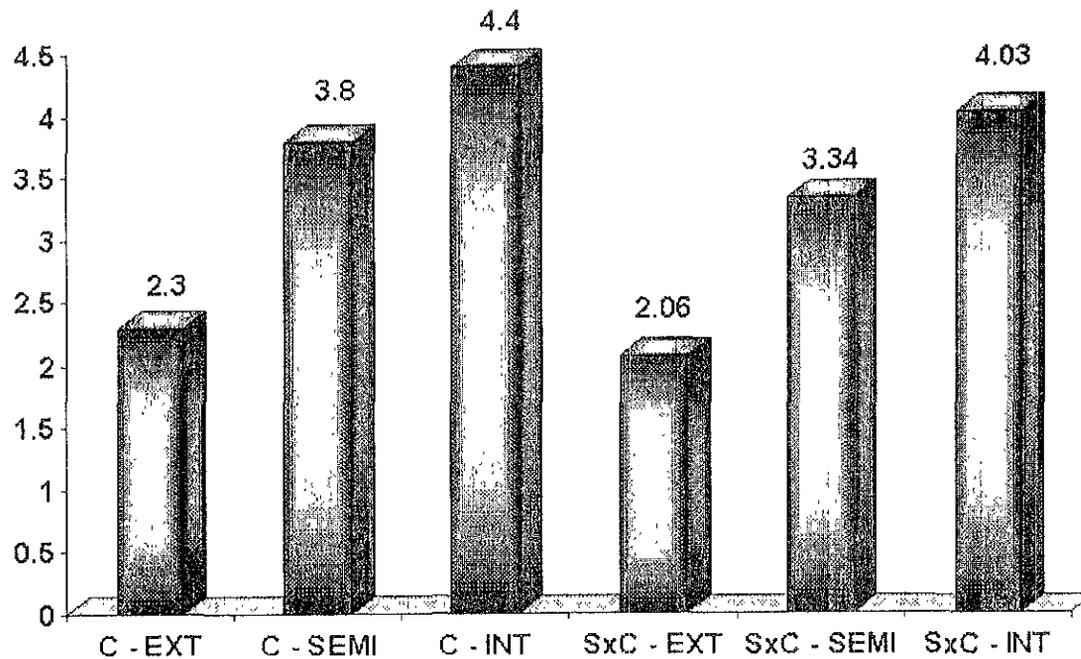


FIGURA 3. DISTRIBUCIÓN DE GRASA DORSAL (1= 0-9%; 10=90-99%) ESTIMADA EN CANALES DE TORETES PROVENIENTES DE DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN Y FENOTIPO

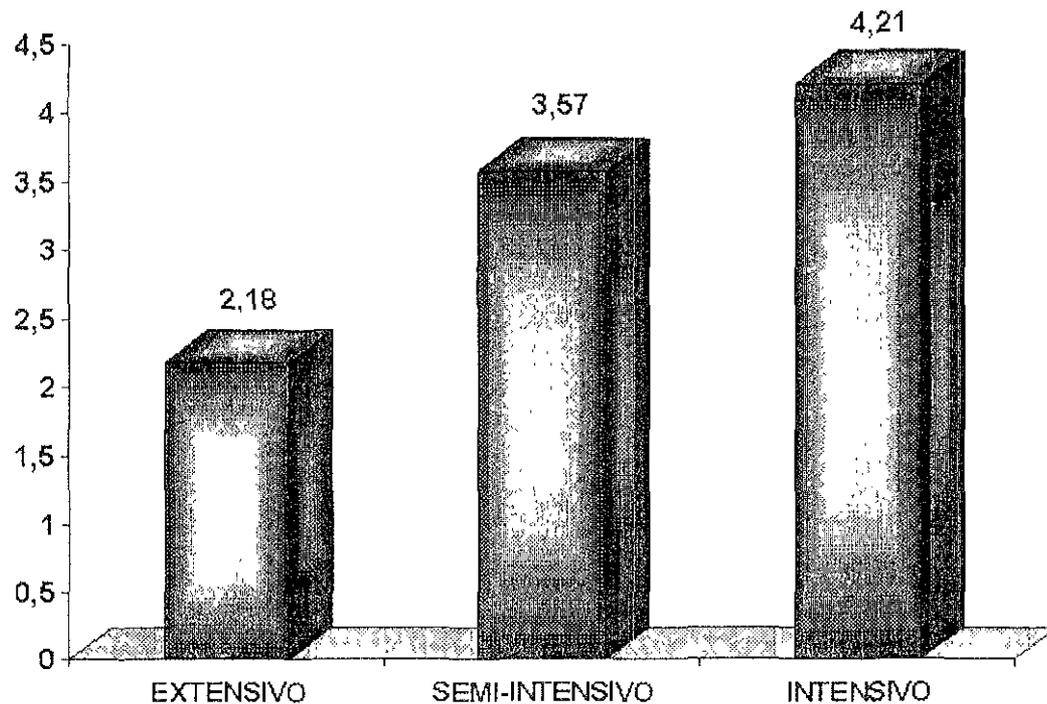


FIGURA 4. DISTRIBUCIÓN DE GRASA DORSAL (1= 0-9%; 10=90-99%) ESTIMADA EN CANALES DE TORETES PROVENIENTES DE DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN

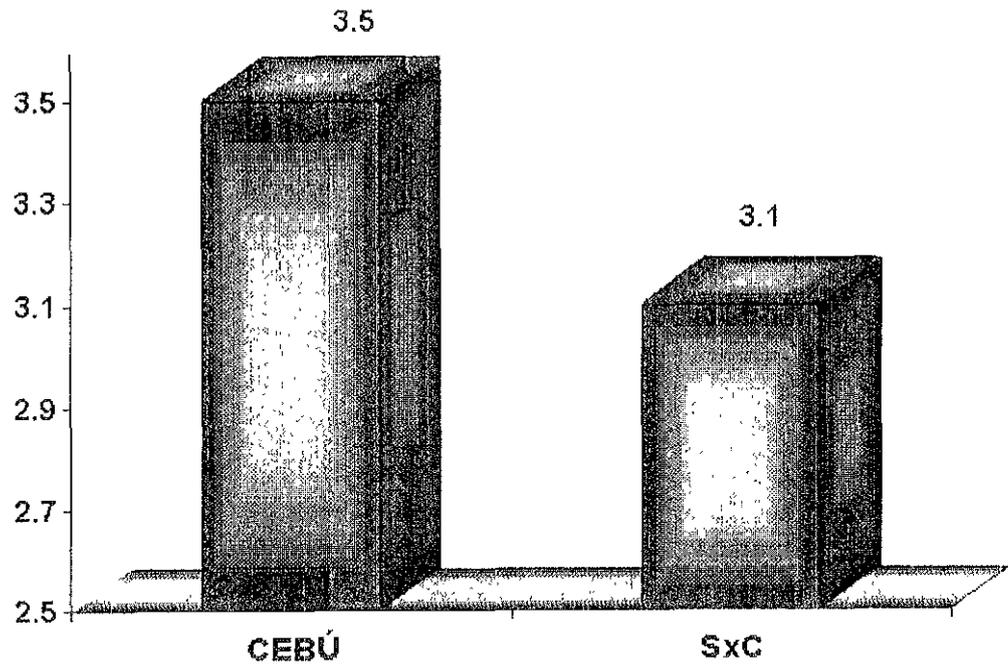


FIGURA 5. DISTRIBUCIÓN DE GRASA DORSAL (1= 0-9%; 10=90-99%) EN CANALES DE TORETES CON DISTINTO FENOTIPO

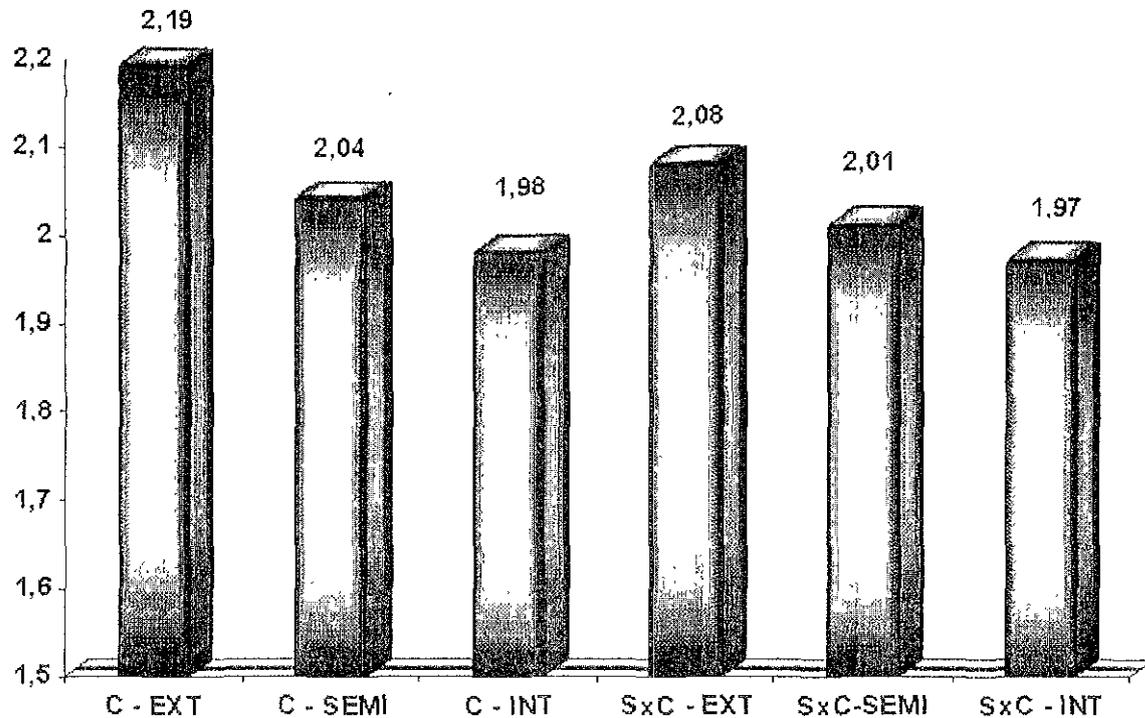


FIGURA 6. TEXTURA DE GRASA DORSAL (1= firme; 3=suave) EN TORETES PROVENIENTES DE DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN Y FENOTIPOS

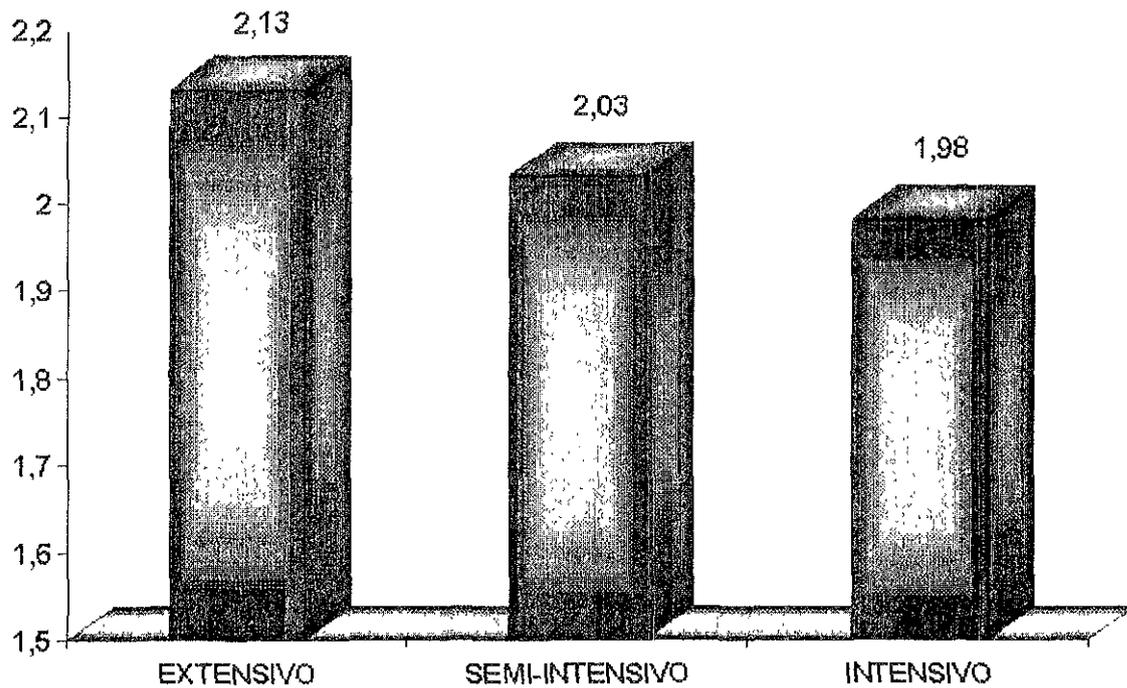


FIGURA 7. TEXTURA ESTIMADA DE GRASA DORSAL (1= firme; 3=suave) EN TORETES PROVENIENTES DE DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN

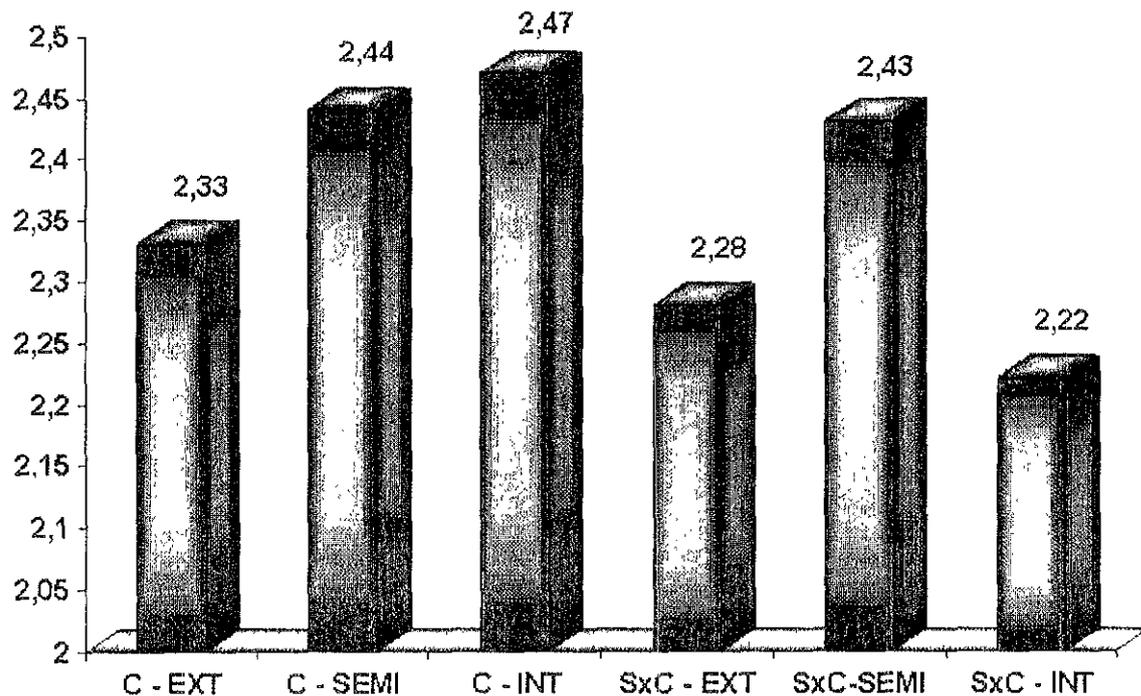


FIGURA 8. COLOR DE GRASA DORSAL (1= blanco aperlado; 6= amarillo anaranjado) EN CANALES DE TORETES PROVENIENTES DE DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN Y FENOTIPO

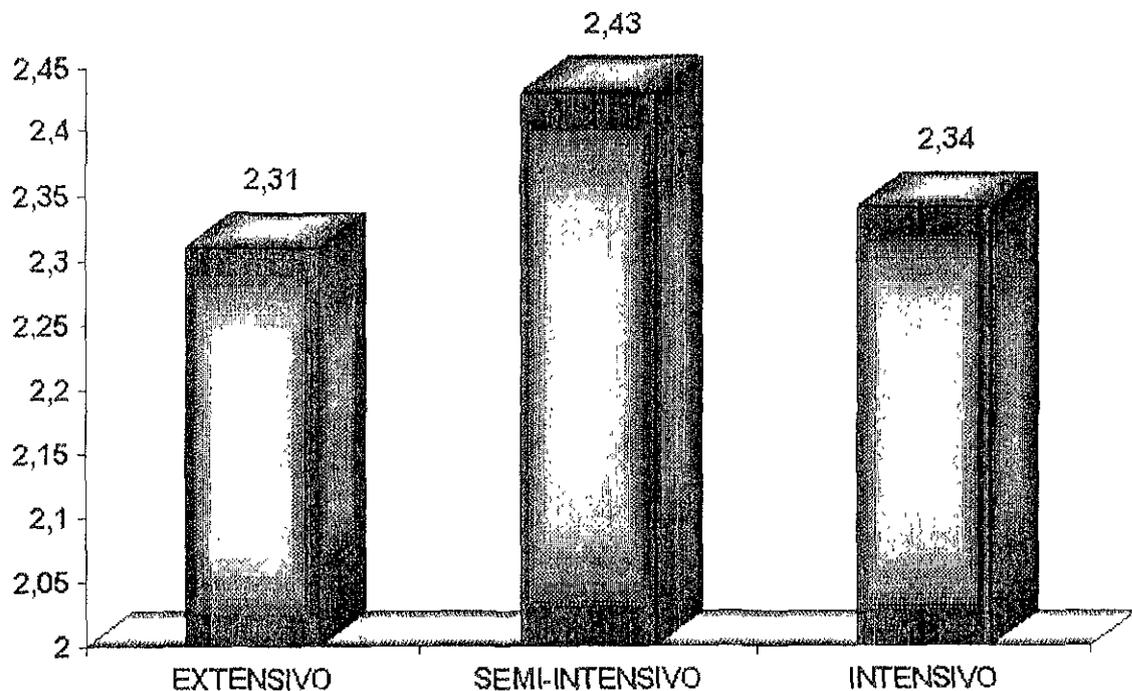


FIGURA 9. COLOR DE GRASA DORSAL (1= blanco aperlado; 6= amarillo anaranjado) EN CANALES DE TORETES PROVENIENTES DE DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN

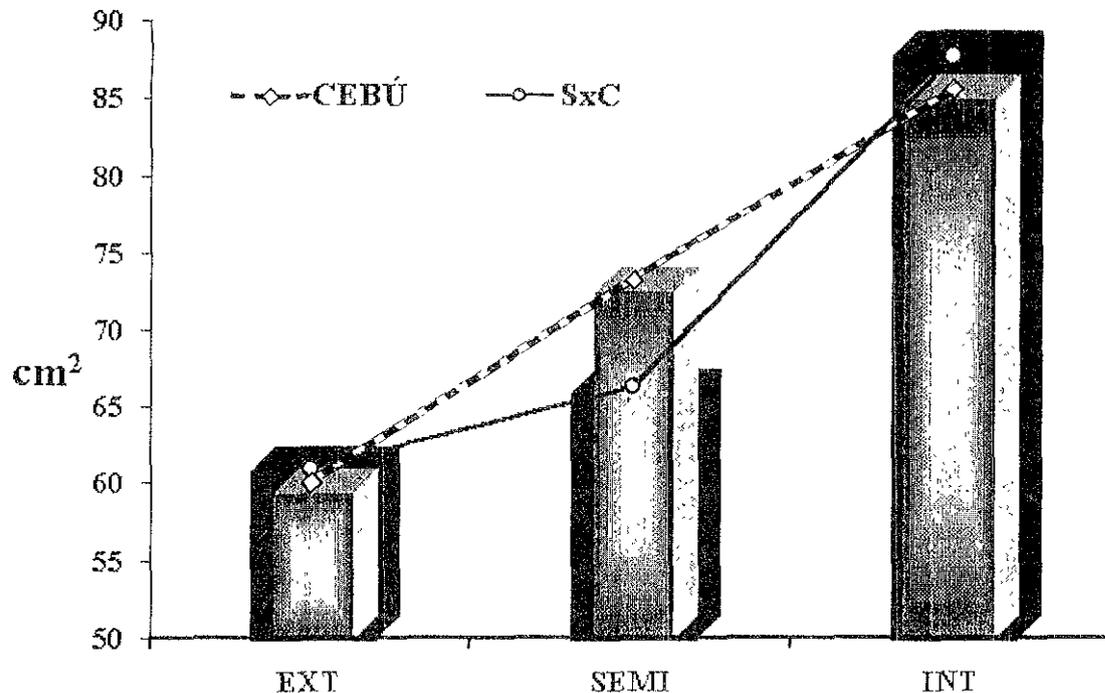


FIGURA 10. INTERACCIÓN EN EL ÁREA DEL OJO DE LA COSTILLA (cm<sup>2</sup>) EN CANALES DE TORETES PROVENIENTES DE DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN Y FENOTIPO

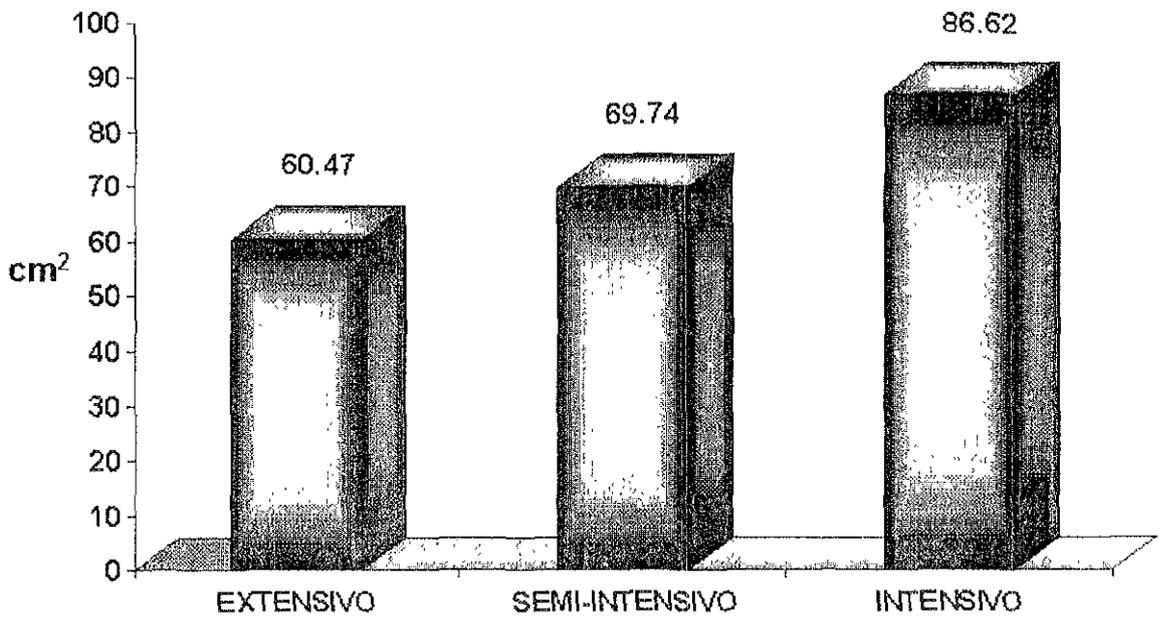


FIGURA 11. ÁREA DEL OJO DE LA COSTILLA (*Longissimus dorsi*) EN CANALES DE TORETES PROVENIENTES DE DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN

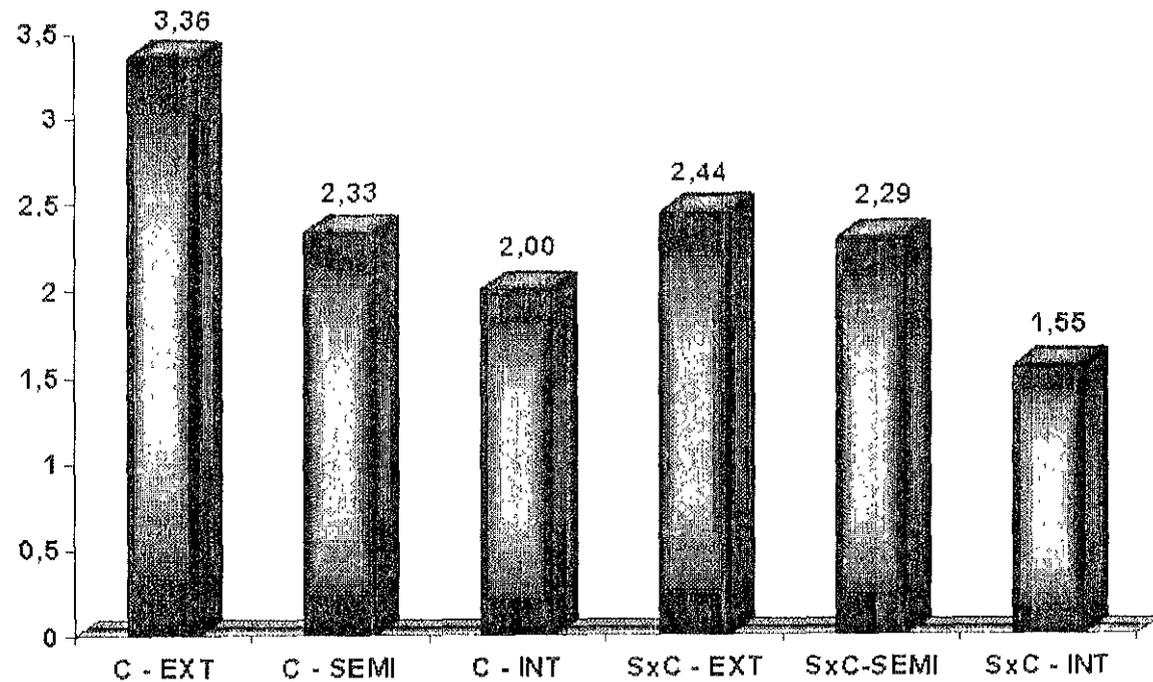


FIGURA 12. COLOR DEL OJO DE LA COSTILLA (1= rojo cereza brillante; 6=rojo muy oscuro) EN CANALES DE TORETES PROVENIENTES DE DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN Y FENOTIPO.

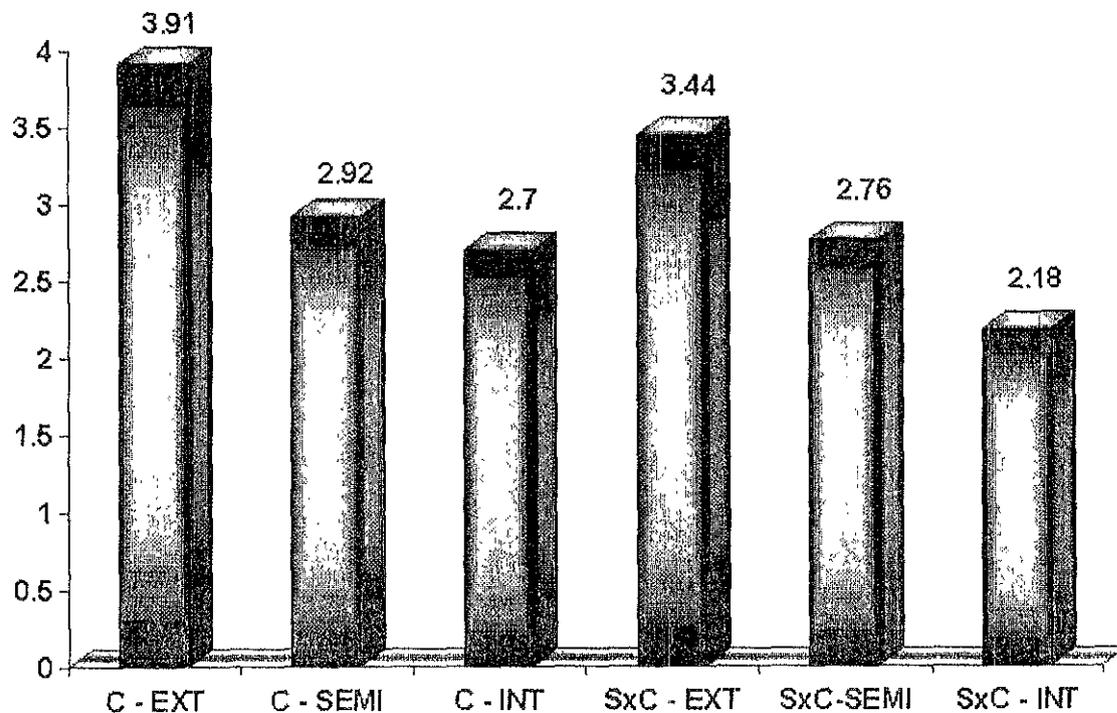


FIGURA 13. TEXTURA DEL OJO DE LA COSTILLA (2=extremadamente fino; 5= muy tosco) EN CANALES DE TORETES PROVENIENTES DE DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN Y FENOTIPO

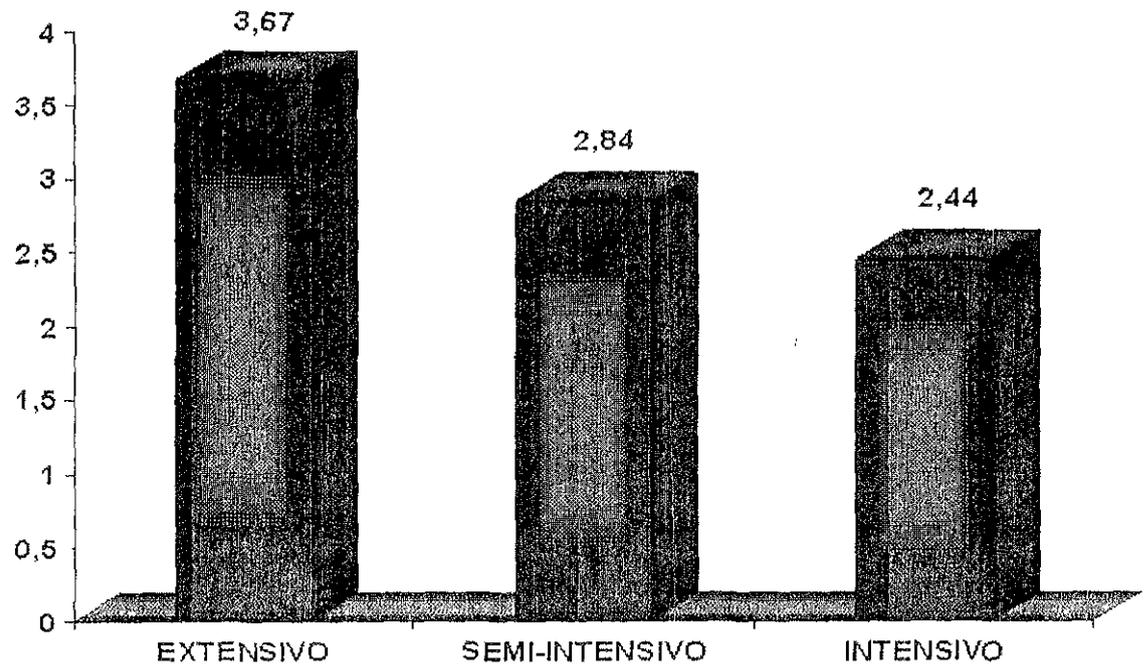


FIGURA 14. TEXTURA DEL OJO DE LA COSTILLA (2=extremadamente fino; 5= muy tosco) EN CANALES DE TORETES PROVENIENTES DE DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN

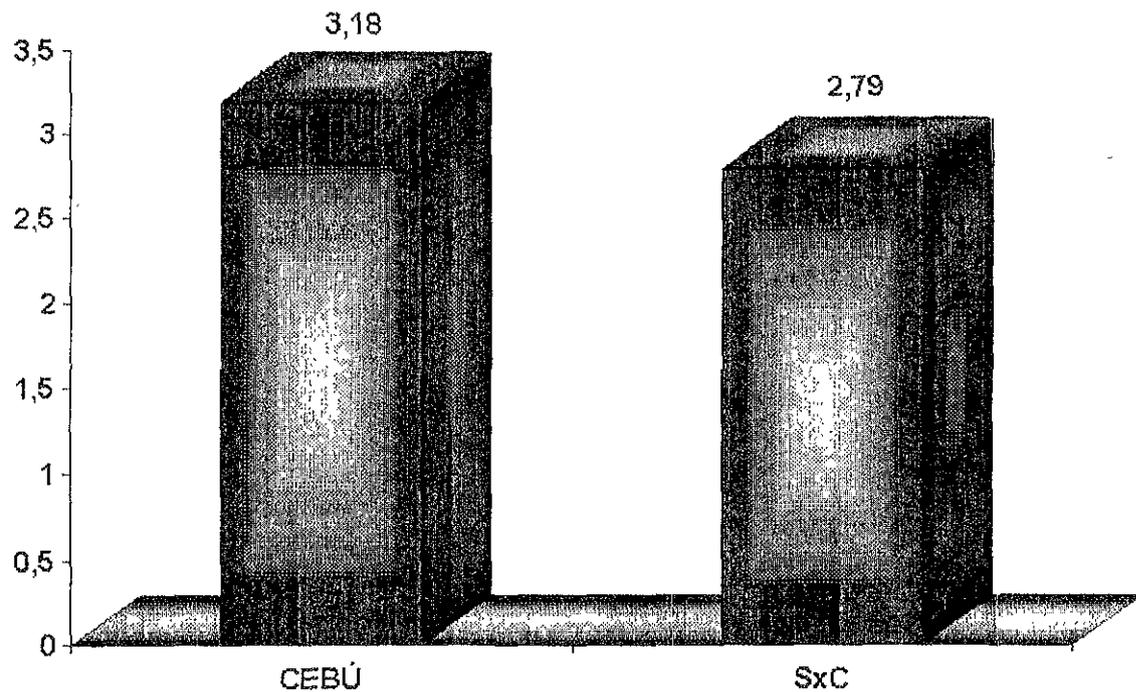


FIGURA 15. TEXTURA DEL OJO DE LA COSTILLA (2=extremadamente fino; 5= muy tosco) EN CANALES DE TORETES CON DIFERENTE FENOTIPO

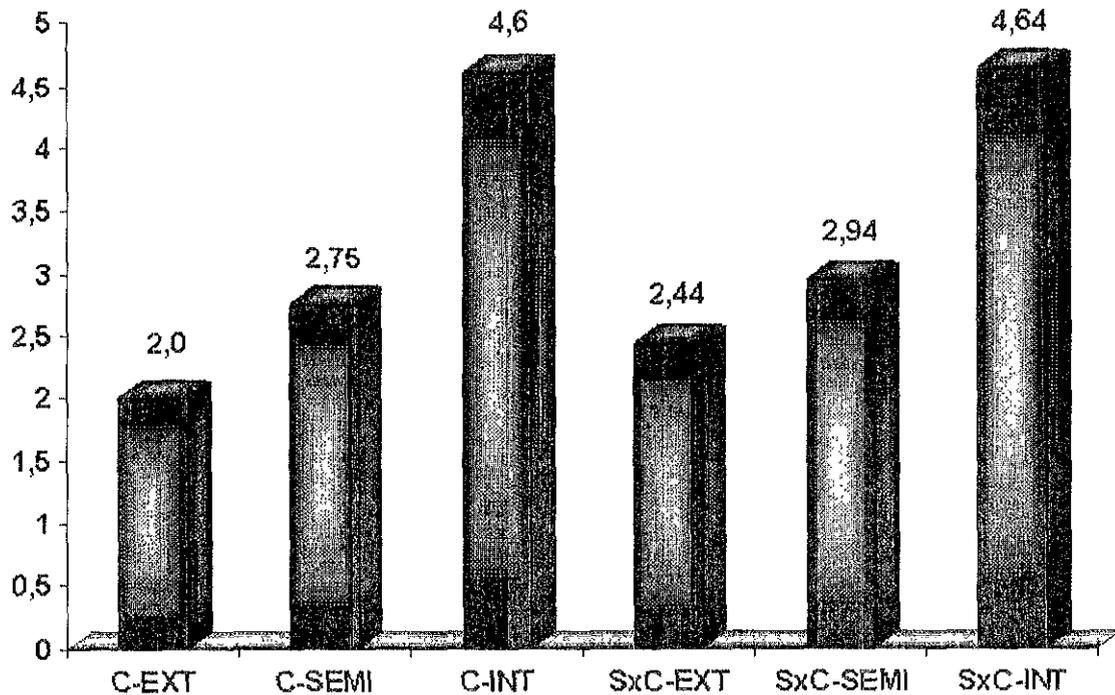


FIGURA 16. MARMOLEO DEL OJO DE LA COSTILLA (1= desprovisto; 10= marmoleo abundante) EN CANALES DE TORETES PROVENIENTES DE DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN Y FENOTIPO

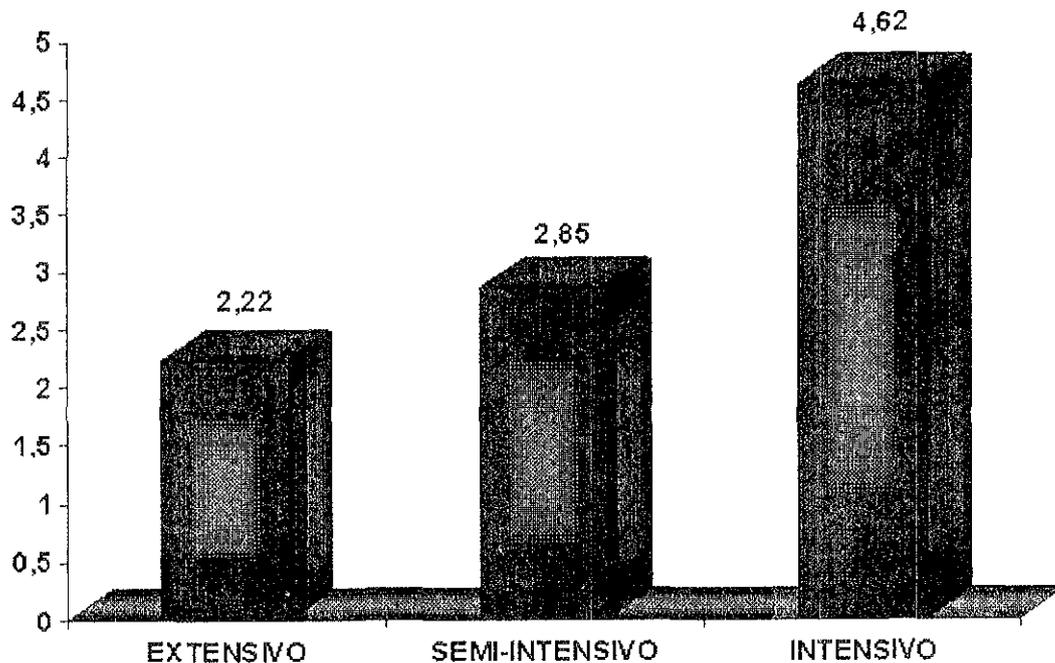


FIGURA 17. MARMOLEO DEL OJO DE LA COSTILLA (1= desprovisto; 10= marmoleo abundante) EN CANALES DE TORETES PROVENIENTES DE DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN

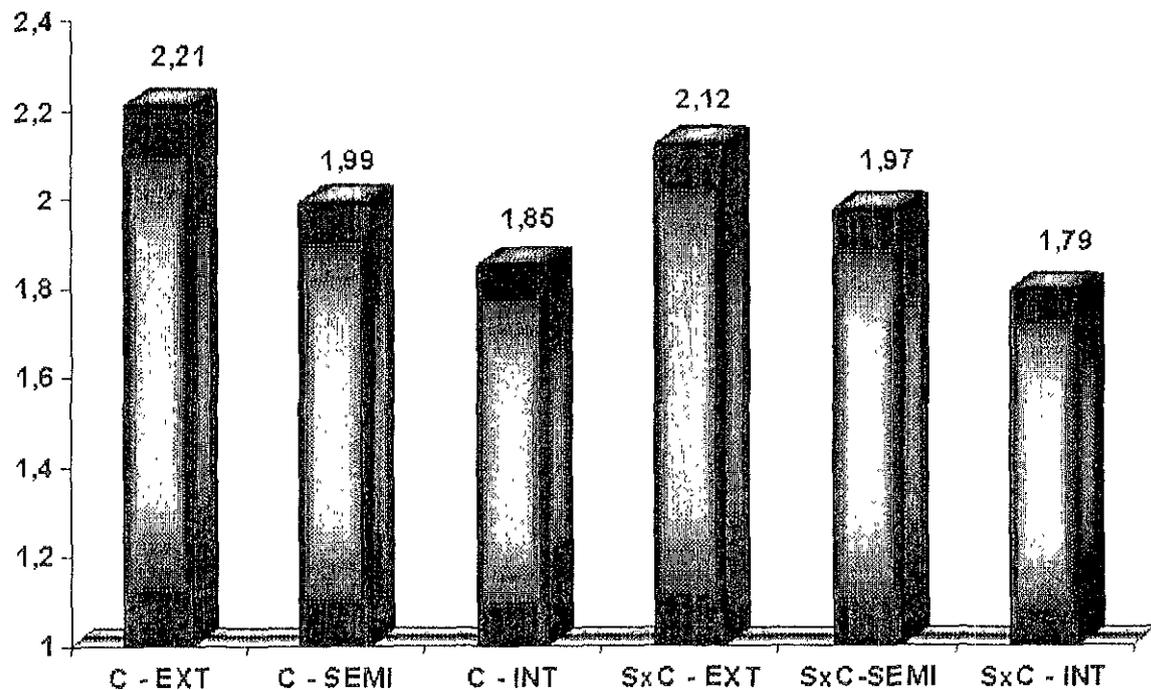


FIGURA 18. EDAD AL SACRIFICIO ESTIMADA (1= joven; 3= maduro) POR LA OSIFICACIÓN EN CANALES DE TORETES PROVENIENTES DE DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN Y FENOTIPO

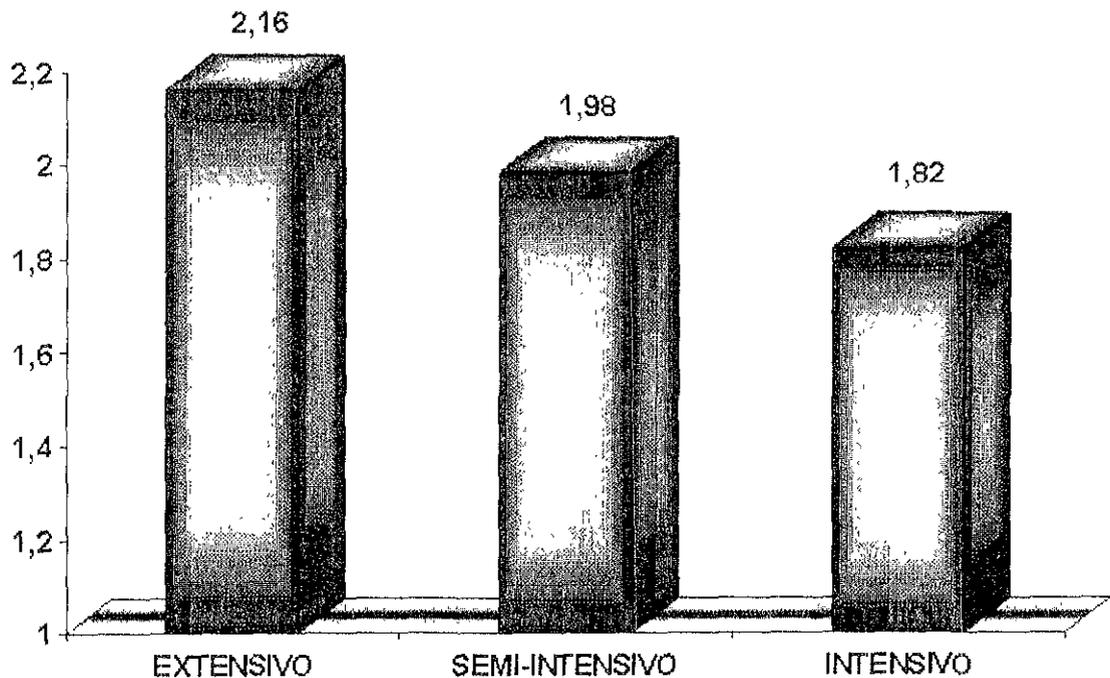


FIGURA 19. EDAD AL SACRIFICIO (1= joven; 3= maduro) EN CANALES DE TORETES PROVENIENTES DE DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA