



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

ESTUDIO DE LA RELACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y DE COLOR
EN CORTES DE BOVINO DE ALTO PRECIO Y ALTO CONSUMO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

QUÍMICA DE ALIMENTOS

PRESENTA:

REBECA ANA LUISA PADILLA GUERRERO



MÉXICO, D. F.

2010



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

MÉXICO, D. F. 2010

JURADO ASIGNADO

PRESIDENTE: IB. EDUARDO MENDOZA MARTÍNEZ
VOCAL: QFB. DULCE MARÍA GÓMEZ ANDRADE
SECRETARIO: DRA. PATRICIA SEVERIANO PÉREZ
1er. SUPLENTE: QA. DANIEL PEDRERO FUEHRER
2do. SUPLENTE: QA. GABRIELA ALATORRE GARCÍA

Sitio donde se desarrollo el tema:

Laboratorio 4C, 4º piso del Edificio A, Departamento de Alimentos y Biotecnología,
Facultad de Química

El presente proyecto recibió apoyo de PAIP con clave 5490 – 17 y del macroproyecto Productividad Sostenible de los Hatos de pastoreo; Área Alimentos: Calidad, inocuidad y desarrollo de productos cárnicos.

ASESORA:

Dra. Patricia Severiano Pérez

SUSTENTANTE:

Rebeca Ana Luisa Padilla Guerrero

Agradezco a mi asesora Paty Severiano; por brindarme la oportunidad, por su tiempo y su paciencia.

A los chicos del panel, este también es su trabajo.

A Rebeca Carrasco, sin ti hubiera dejado esto a los dos meses de haber iniciado.

A Dios, a mis Padres, a la UNAM, a Mi y a mis más mejores amigos "3B" (Tania, Fer, Abril, Lety, Omar).

*Somewhere over the rainbow blue birds fly
and the dreams that you dreamed of
dreams really do come true.*

*Someday I'll wish upon a star wake up,
where the clouds are far behind me,
where trouble melts like lemon drops.
High above the chimney tops,
that's where you'll find me.*

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	
2.1 Panorama mundial de la carne de bovino	2
2.1.1 Demanda mundial	3
2.2 Producción de carne en México	5
2.2.1 Valor de la producción	6
2.2.2 Estacionalidad y regionalización de la producción	7
2.2.3 Consumo de carne de bovino	8
2.3 Estudios fisicoquímicos e instrumentales llevados a cabo en carne de bovino	10
2.4 Conservación de la carne	11
2.4.1 Refrigeración	12
2.4.2 Congelación	13
2.5 Evaluación Sensorial	15
2.5.1 Prueba de Umbral	17
2.5.2 Pruebas Analíticas Discriminativas	17
2.5.3 Prueba Triangular	17
2.5.4 Análisis Descriptivo	18
2.5.4.1 Análisis Descriptivo Cuantitativo	19
2.5.4.2 Análisis de Perfil de Textura	20
2.6 Aplicaciones del Análisis Sensorial	21
2.7 Estudios Sensoriales llevados a cabo en carne de bovino	22
2.8 Color	
2.8.1 La importancia del color en la industria cárnica	23
2.8.2 Percepción del color	24
2.8.3 Evaluación de color en alimentos: métodos sensoriales e Instrumentales	25
2.8.4 El color en la carne	27
2.8.5 Métodos de determinación del color de la carne	29

3. OBJETIVOS	32
4. HIPÓTESIS	32
5. MATERIALES Y MÉTODOS	33
5.1 Desarrollo de la metodología	34
5.2 Evaluación Sensorial	34
5.3 Evaluación Instrumental de color	41
6. RESULTADOS Y ANÁLISIS	
6.1 Muestras de carne	44
6.2 Evaluación sensorial	
6.2.1 Selección del panel	44
6.2.2 Entrenamiento del panel	50
6.3 Cortes de alto precio	
6.3.1 Comparación de la evaluación sensorial entre cortes al tiempo cero	56
6.3.2 Comparación de la evaluación sensorial entre cortes después de 12 semanas de congelación	65
6.3.3 Estudio de las características sensoriales por corte durante 12 semanas	72
6.4 Evaluación Instrumental de color	
6.4.1 Comparación de la evaluación instrumental de color entre cortes al tiempo cero	109
6.4.2 Comparación de la evaluación instrumental de color entre cortes después de 12 semanas de congelación	112
6.4.3 Evaluación instrumental de color por corte durante 12 semanas	114
6.4.4 Evaluación instrumental de color. Discusión	128
6.5 Correlación de las evaluaciones para los cortes de alto precio	
6.5.1 Correlación de los atributos sensoriales	129
6.5.2 Correlación de la evaluación instrumental de color con la evaluación sensorial de color	135
6.6 Cortes de alto consumo	
6.6.1 Estudio de las características sensoriales	135
6.6.2 Evaluación instrumental de color	141

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	142
8. ANEXOS	145
9. BIBLIOGRAFÍA	151

ÍNDICE DE TABLAS

	Pp.
Tabla 2.1 Estadísticas de carne de bovino. Proyecciones hasta 2010	4
Tabla 2.2 Estadísticas de Producción y Valor de la misma, así como el precio por Kg.	9
Tabla 2.3 Tiempo recomendado de almacenamiento para conservar la calidad óptima de la carne fresca a diversas temperaturas	15
Tabla 2.4 Clasificación de los métodos de análisis descriptivo	18
Tabla 5.1 Concentraciones utilizadas para realizar las pruebas de umbral de los gustos Básicos	35
Tabla 5.2 Muestras que se utilizaron en las pruebas Triangulares	36
Tabla 5.3 Olores que se utilizaron en las pruebas de reconocimiento de olores y memoria olfativa	37
Tabla 5.4 Descriptores generados en las primeras sesiones grupales	39
Tabla 5.5 Condiciones de análisis en la evaluación instrumental de color	42
Tabla 6.1 Cortes Evaluados	44
Tabla 6.2 Posibles candidatos para participar en el panel	44
Tabla 6.3 Umbral del grupo para los diferentes gustos	45
Tabla 6.4 Aciertos y porcentajes obtenidos por los panelistas en la prueba triangular	48
Tabla 6.5 Total de aciertos y porcentajes obtenidos por cada panelista en la prueba de olores	49
Tabla 6.6 Descriptores sensoriales de la carne de bovino cruda	50
Tabla 6.7 Descriptores sensoriales de la carne de bovino cocida	51
Tabla 6.8 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cruda	57
Tabla 6.9 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura y olor en carne cruda	59
Tabla 6.10 Resultados de de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cocida	61
Tabla 6.11 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura, sabor y olor en carne cocida	63
Tabla 6.12 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cruda después de doce semanas de congelación	66
Tabla 6.13 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura y olor en carne cruda después de doce semanas de congelación	68

Tabla 6.14	Resultados de de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cocida después de doce semanas de congelación	69
Tabla 6.15	Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura, sabor y olor en carne cocida después de doce semanas de congelación	70
Tabla 6.16	Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cruda del corte de milanesa	72
Tabla 6.17	Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura y olor en carne cruda del corte de milanesa	74
Tabla 6.18	Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cocida del corte de milanesa	76
Tabla 6.19	Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura, sabor y olor en carne cocida del corte de milanesa	78
Tabla 6.20	Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cruda del corte de cuete	79
Tabla 6.21	Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura y olor en carne cruda del corte de cuete	81
Tabla 6.22	Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cocida del corte de cuete	83
Tabla 6.23	Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura, sabor y olor en carne cocida del corte de cuete	85
Tabla 6.24	Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cruda del corte de filete	87
Tabla 6.25	Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura y olor en carne cruda del corte de filete	89
Tabla 6.26	Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cocida del corte filete	91
Tabla 6.27	Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura, sabor y olor en carne cocida del corte de filete	93
Tabla 6.28	Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cruda del corte de sirloin	95
Tabla 6.29	Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura y olor en carne cruda del corte de sirloin	97
Tabla 6.30	Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cocida del corte de sirloin	99
Tabla 6.31	Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura, sabor y olor en carne cocida del corte de sirloin	101
Tabla 6.32	Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cruda del corte de chambarete	102

Tabla 6.33	Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura y olor en carne cruda del corte de chambarete	104
Tabla 6.34	Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cocida del corte de chambarete	106
Tabla 6.35	Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura, sabor y olor en carne cocida del corte de chambarete	108
Tabla 6.36	Resultados de la evaluación instrumental de color al tiempo cero	111
Tabla 6.37	Resultados de la evaluación instrumental de color al tiempo doce	113
Tabla 6.38	Resultados de la evaluación instrumental de color del corte milanesa	115
Tabla 6.39	Resultados de la evaluación instrumental de color del corte cuete	118
Tabla 6.40	Resultados de la evaluación instrumental de color del corte filete	121
Tabla 6.41	Resultados de la evaluación instrumental de color del corte sirloin	124
Tabla 6.42	Resultados de la evaluación instrumental de color del corte chambarete	127
Tabla 6.43	Matriz de correlación entre los atributos de Apariencia y Textura para carne cruda	131
Tabla 6.44	Matriz de correlación entre los atributos de Apariencia y Textura para carne cruda	134
Tabla 6.45	Matriz de correlación entre las evaluaciones instrumentales y sensoriales de color	135
Tabla 6.46	Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cruda para cortes de alto consumo	136
Tabla 6.47	Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura en carne cruda para cortes de alto consumo	137
Tabla 6.48	Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cocida para cortes de alto consumo	138
Tabla 6.49	Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura, sabor y olor en carne cocida para cortes de alto consumo	140
Tabla 6.50	Resultados de la evaluación instrumental de color en cortes de alto consumo	141

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pp.
Figura 2.1 Consumo Mundial de Carne de Bovino 2005	3
Figura 2.2 Producción de Carnes en México 1972 – 2006	5
Figura 2.3 Valor de la Producción de Carne en Canal	6
Figura 2.4 Valor de la Producción de Carnes en México 2005	6
Figura 2.5 Composición Regional de la Producción 2005	7
Figura 2.6 Principales Estados Productores de Carne de Bovino 2005	8
Figura 2.7 Evolución de la Disponibilidad per cápita de Carnes	9
Figura 2.8 Periodos de almacenamiento de diferentes tipos de tejidos animales refrigerados y congelados en función de la temperatura	13
Figura 2.9 Longitudes de onda de los principales colores a las cuales es sensible el ojo humano	25
Figura 2.10 Representación gráfica de las coordenadas L*a*b*	27
Figura 2.11 Estructura simplificada del grupo hemo de la mioglobina	28
Figura 2.12 Espectro de reflexión de los distintos estados de la mioglobina	31
Figura 5.1 Metodología de Evaluación de Carne de Bovino	33
Figura 5.2 Estándares utilizados para el entrenamiento del panel y anclaje de las escalas	40
Figura 5.3 Colorímetro Minolta CM – 3600d	41
Figura 5.4 Evaluación de color instrumental en carne de bovino	43
Figura 6.1 Umbral Salado	46
Figura 6.2 Umbral Ácido	46
Figura 6.3 Umbral Amargo	47
Figura 6.4 %CV de los primeros resultados de apariencia	53
Figura 6.5 %CV de los resultados finales de apariencia antes de iniciar el tiempo cero	54
Figura 6.6 %CV de los primeros resultados de textura	55
Figura 6.7 %CV de los resultados finales de textura antes de iniciar el tiempo cero	55
Figura 6.8 Ubicación de los diferentes cortes de bovino	56
Figura 6.9 Perfil sensorial de los atributos de apariencia de cortes de bovino en carne cruda	58
Figura 6.10 Perfil sensorial de los atributos de textura de cortes de bovino en carne cruda	60

Figura 6.11	Perfil sensorial de los atributos de apariencia de cortes de bovino en carne cruda	62
Figura 6.12	Perfil sensorial de los atributos de textura de cortes de bovino en carne cruda	64
Figura 6.13	Perfil sensorial de los atributos de apariencia de cortes de bovino en carne cruda después de doce semanas de congelación	67
Figura 6.14	Perfil sensorial de los atributos de textura de cortes de bovino en carne cruda después de doce semanas de congelación	68
Figura 6.15	Perfil sensorial de los atributos de apariencia de cortes de bovino en carne cocida después de doce semanas de congelación	70
Figura 6.16	Perfil sensorial de los atributos de textura de cortes de bovino en carne cocida después de doce semanas de congelación	71
Figura 6.17	Perfil sensorial de los atributos de apariencia cruda para el corte: milanesa	73
Figura 6.18	Perfil sensorial de los atributos de textura en carne cruda para el corte: milanesa	75
Figura 6.19	Perfil sensorial de los atributos de apariencia cocida para el corte: milanesa	77
Figura 6.20	Perfil sensorial de los atributos de textura cocida para el corte: milanesa	78
Figura 6.21	Perfil sensorial de los atributos de apariencia cruda para el corte: cuete	80
Figura 6.22	Perfil sensorial de los atributos de textura cruda para el corte: cuete	82
Figura 6.23	Perfil sensorial de los atributos de apariencia cocida para el corte: cuete	84
Figura 6.24	Perfil sensorial de los atributos de textura cocida para el corte: cuete	86
Figura 6.25	Perfil sensorial de los atributos de apariencia cruda para el corte: filete	88
Figura 6.26	Perfil sensorial de los atributos de textura cruda para el corte: filete	90
Figura 6.27	Perfil sensorial de los atributos de apariencia cocida para el corte: filete	92
Figura 6.28	Perfil sensorial de los atributos de textura cocida para el corte: filete	94
Figura 6.29	Perfil sensorial de los atributos de apariencia cruda para el corte: sirloin	96
Figura 6.30	Perfil sensorial de los atributos de textura cruda para el corte: sirloin	98
Figura 6.31	Perfil sensorial de los atributos de apariencia cocida para el corte: sirloin	100
Figura 6.32	Perfil sensorial de los atributos de textura cocida para el corte: sirloin	101
Figura 6.33	Perfil sensorial de los atributos de apariencia cruda para el corte: chambarete	103
Figura 6.34	Perfil sensorial de los atributos de textura cruda para el corte: chambarete	105
Figura 6.35	Perfil sensorial de los atributos de apariencia cocida para el corte: chambarete	107
Figura 6.36	Perfil sensorial de los atributos de textura cocida para el corte: chambarete	109
Figura 6.37	Ángulos representativos de los atributos de color	111
Figura 6.38	Atributos de color evaluados en las muestras al tiempo cero	112

Figura 6.39	Atributos de color evaluados en las muestras al tiempo doce	114
Figura 6.40	Atributos de color L*a*b* evaluados en carne de bovino, corte: milanesa	115
Figura 6.41	Atributos de color C*h° evaluados en carne de bovino, corte: milanesa	116
Figura 6.42	Atributos de color L*a*b* evaluados en carne de bovino, corte: cuete	119
Figura 6.43	Atributos de color C* h° evaluados en carne de bovino, corte: cuete	120
Figura 6.44	Atributos de color L*a*b* evaluados en carne de bovino, corte: filete	122
Figura 6.45	Atributos de color C* h° evaluados en carne de bovino, corte: filete	123
Figura 6.46	Atributos de color L*a*b* evaluados en carne de bovino, corte: sirloin	125
Figura 6.47	Atributos de color evaluados en carne de bovino, corte: sirloin	126
Figura 6.48	Atributos de color L*a*b* evaluados en carne de bovino, corte: chambarete	127
Figura 6.49	Atributos de color C*h° evaluados en carne de bovino, corte: chambarete	128
Figura 6.50	Perfil sensorial de los atributos de apariencia en carne cruda de cortes de alto Consumo	137
Figura 6.51	Perfil sensorial de los atributos de textura en carne cruda de cortes de alto Consumo	138
Figura 6.52	Perfil sensorial de los atributos de apariencia en carne cocida de cortes de alto Consumo	139
Figura 6.53	Perfil sensorial de los atributos de textura en carne cocida de cortes de alto Consumo	140
Figura 6.54	Valores numéricos de atributos de color en carne de res	141

1. INTRODUCCIÓN

Las actividades pecuarias mantienen una gran importancia en el contexto socioeconómico del país y, han servido como base del desarrollo de la industria nacional, ya que proporcionan alimentos y materias primas; divisas, empleo, distribuyen ingresos en el sector rural y utilizan recursos naturales que no tienen cualidades adecuadas (condiciones adversas de clima) para otra actividad productiva, como la agricultura.

La ganadería, y en específico la producción de carne, es la actividad productiva más diseminada en el medio rural, pues se realiza sin excepción en todas las regiones ecológicas (refiriéndonos a diferentes zonas climáticas y con características de suelo muy diversas) del país y aún en condiciones adversas de clima, que no permiten la práctica de otras actividades productivas (SAGARPA, 2006).

La producción de carne supera grandemente a la de lana y leche, y en muchas regiones tropicales de América, Asia y África, constituye el único objetivo de cría. La carne de pollo, res y cerdo, son las más consumidas en comparación de otras como la de oveja, pavo, etc., lo que las lleva a considerarse alimentos de alto consumo. Por otro lado, es importante mencionar que la carne bovina constituye una importante proporción de la dieta cárnica de diversas regiones del mundo. Este alimento antes de ser consumido es necesario que pase por diferentes etapas, desde la crianza, el sacrificio, la maduración, la venta y preparación. La inspección visual, es parte importante para su venta, por lo que es de suma importancia el hecho de que el productor o el comprador a mayoreo tenga una herramienta rápida de inspección o una forma de valorar la calidad de la carne junto con otros aspectos como el precio, la marca, etc. (Escamilla, 2006).

De tal manera que el objetivo de este proyecto es entrenar un panel de jueces para elaborar el perfil sensorial de cortes de bovino de alto precio, como son: milanesa, cuete, filete, sirloin y chambarete y alto consumo como falda y espaldilla. Se generará el perfil sensorial por medio de un análisis descriptivo y se evaluará el color que presentan, por medio de un colorímetro Minolta CM – 3600d.

2. ANTECEDENTES

Resulta relevante conocer los atributos sensoriales de cortes de carne de bovino de alto consumo porque estas características son decisivas en la aceptación o rechazo de un alimento por parte del consumidor (Escamilla, 2006). La primera impresión que el consumidor recibe de un alimento se establece mediante el sentido de la vista y entre las propiedades que observa destacan el color, la forma y las características de su superficie como: cantidad y distribución de grasa, textura y firmeza (Hui, *et. al.*, 2006).

En la actualidad, las pruebas sensoriales son las mejores técnicas de las que se dispone para valorar las características sensoriales de un alimento puesto que no existen instrumentos mecánicos o electrónicos que puedan sustituir el dictamen del hombre entrenado para tal fin (Ruiz-Pérez-Cacho, *et. al.*, 2005).

2.1 Panorama mundial de la carne de bovino

Durante el último decenio, la economía pecuaria mundial se ha caracterizado por el aumento más rápido del consumo y el comercio de todos los principales productos agrícolas, entre los que se encuentran la carne de res, cerdo y pollo.

El número cada vez mayor de consumidores urbanos conscientes de la calidad en los países en desarrollo ha estimulado la demanda mundial de carne y de productos lácteos, que ha pasado cada vez más del comercio de carne y productos lácteos en bruto a productos más específicos con valor añadido y, en el caso de la carne, a cortes especializados (FAO, 2006).

Para el año 2010 se prevé que la producción mundial de carne aumentará a 283 toneladas, con un incremento de 60 millones equivalentes a un 27 por ciento, sobre el período de referencia 1998-2000; casi tres cuartas partes de este aumento corresponderán a los países en desarrollo.

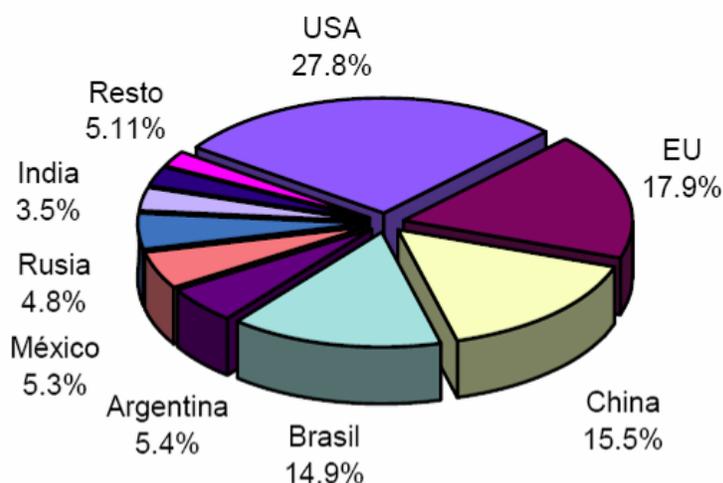
Mientras que en los países en desarrollo, se prevé que la producción de carne crecerá un 3 por ciento al año, en comparación con tan sólo el 1,2 por ciento en los países desarrollados. Estas tendencias mantienen el desplazamiento de producción animal mundial de los países desarrollados hacia los países en desarrollo que ha caracterizado la evolución de la ganadería en los 20 últimos años, como consecuencia de los cambios en la estructura de la demanda. Para el año 2010 casi el 80 por ciento de los rumiantes se criarán en los países en desarrollo.

Según las proyecciones, el crecimiento de la carne de bovino y ovino, limitado por las pequeñas dimensiones de las explotaciones y el lento avance de las innovaciones técnicas y la reestructuración, aumentará menos del 2 por ciento durante el próximo decenio, pero a un ritmo ligeramente más rápido.

Corresponderán a los países en desarrollo ocho millones de toneladas de los 10 millones de aumento previsto de la producción mundial de carne de bovino y la mayor proporción de los tres millones de toneladas de crecimiento de la producción mundial de carne de ovino (FAO, 2006). Por ende se espera un crecimiento económico anual del 2,2 por ciento en el consumo total de carne.

2.1.1 Demanda Mundial

En el periodo de 2001 al 2005, el consumo mundial de carne de bovino fue en promedio de 49.6 millones de toneladas. El consumidor más importante fue EUA, con una demanda en promedio en el último año de 12.7 millones de toneladas, la Unión Europea es el segundo consumidor, con un volumen de 8.1 millones de toneladas; otros países que destacan por su participación son China 7.0 millones de toneladas, Brasil 6.8, Argentina 2.5, México con 2.4, Rusia con 2.2, India con 1.6, Japón 1.2 y Canadá 1.0 millones de toneladas respectivamente.



Fuente: Coordinación General de Ganadería, SIAP/SAGARPA 2006

Figura 2.1 Consumo Mundial de Carne de Bovino 2005

Al igual que en la producción, el consumo se muestra altamente concentrado en pocas naciones, ya que estos países consumen casi el 90.6% de la oferta mundial de carne de bovino.

Los países con mayor consumo de carne de bovino por habitante son Argentina 63 kg, EUA 45 kg, Canadá 35 kg y Australia con 34 kg, respectivamente contrastando con México donde solamente se consumen en promedio 17 kg al año por habitante (FAO, 2006).

Gracias al aumento de ingresos disponibles per cápita y la influencia de los cambios en los hábitos alimenticios y de las modalidades de consumo de alimentos, se facilitará el crecimiento en los países en desarrollo; así pues el consumo de carne de bovino, con un crecimiento ligeramente más rápido que el demográfico, tiende a incrementarse sólo ligeramente, hasta 10 kg/per cápita para 2010.

En la Tabla 2.1 se muestran las estimaciones y pronósticos que realizó la FAO a nivel mundial hacia el año 2010.

Tabla 2.1 Estadísticas de carne de bovino. Proyecciones hasta 2010 (^{1/} Promedio 1998-2000)

	PRODUCCIÓN				CONSUMO TOTAL				POR PERSONA	
	Año de ref.	Proyectada	Tasa de crec.		Año de ref.	Proyectada	Tasa de crec.		Año de ref.	Proyectada
	Periodo ^{1/}	2010	92-99	99-2010	Periodo ^{1/}	2010	92-99	99-2010	Periodo ^{1/}	2010
	<i>(millones de toneladas)</i>		<i>(.% p.a...)</i>		<i>(millones de toneladas)</i>		<i>(.% p.a..)</i>		<i>(...kg/persona ...)</i>	
TOTAL MUNDIAL	58.9	67.7	1.2	1.3	59.0	67.7	1.3	1.3	9.8	9.9
Países en desarrollo	28.8	36.7	4.2	2.2	29.2	37.0	4.0	2.2	6.2	6.7
América latina y caribe	13.3	16.3	2.4	1.9	12.9	15.5	2.5	1.7	25.2	26.1
América central	1.7	1.8	1.4	0.7	2.0	2.4	2.8	2.0	14.7	15.4
México	1.4	1.5	1.8	0.4	1.7	2.1	2.9	2.0	17.4	18.7
América del sur	11.3	14.2	2.6	2.1	10.7	12.8	2.4	1.7	31.1	32.3
Países desarrollados	24.8	25.7	0.4	0.3	24.1	24.6	0.8	0.2	27.1	26.6
Canadá	1.2	1.3	4.8	0.9	1.0	1.1	-2.1	0.3	33.1	31.1
Estados Unidos	12.0	12.0	1.9	-0.0	12.3	12.0	1.7	-0.2	44.5	40.2
Europa	7.8	8.5	-2.1	0.8	7.7	8.1	-0.7	0.5	19.7	20.9

2.2 Producción de carne en México

La producción de carne de bovino se ha mantenido de forma estable desde la década de los noventas con crecimientos muy ligeros, no mayores al 3.0% anual, comparado con la producción de carne de ave, la cual ha mantenido un crecimiento constante en promedios anuales de 8.0% desde la década de los noventa (Figura 2.2 y 2.3).

Al transcurso de las décadas los patrones culturales de consumo de productos cárnicos han hecho que la carne de ganado bovino sea el eje ordenador de la demanda y de los precios del resto de las carnes; sin ser la de mayor consumo por volumen. Tradicionalmente el ama de casa mexicana ha elaborado la mayoría de sus alimentos con carne de bovino, siendo esta la de mayor consumo en el país.

La producción de carne de bovino sigue siendo una de las actividades fundamentales del sector pecuario nacional, debido a su alta contribución en el valor de la producción con el 38.3% de carne en canal dentro de la oferta de carnes en el país, así como su alta participación en la balanza comercial agropecuaria, con la exportación de becerros (SAGARPA, 2006).

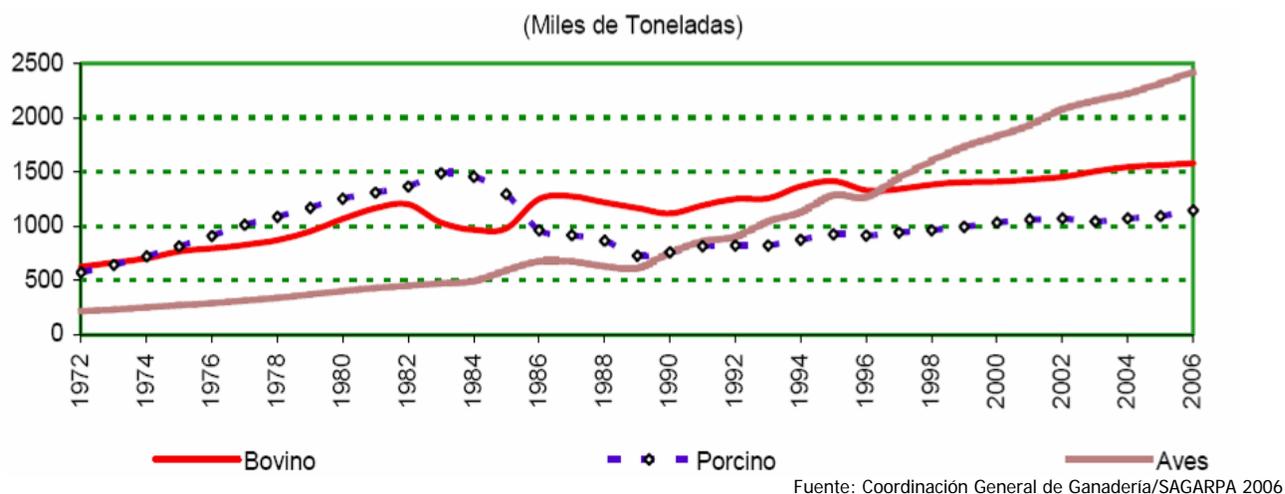
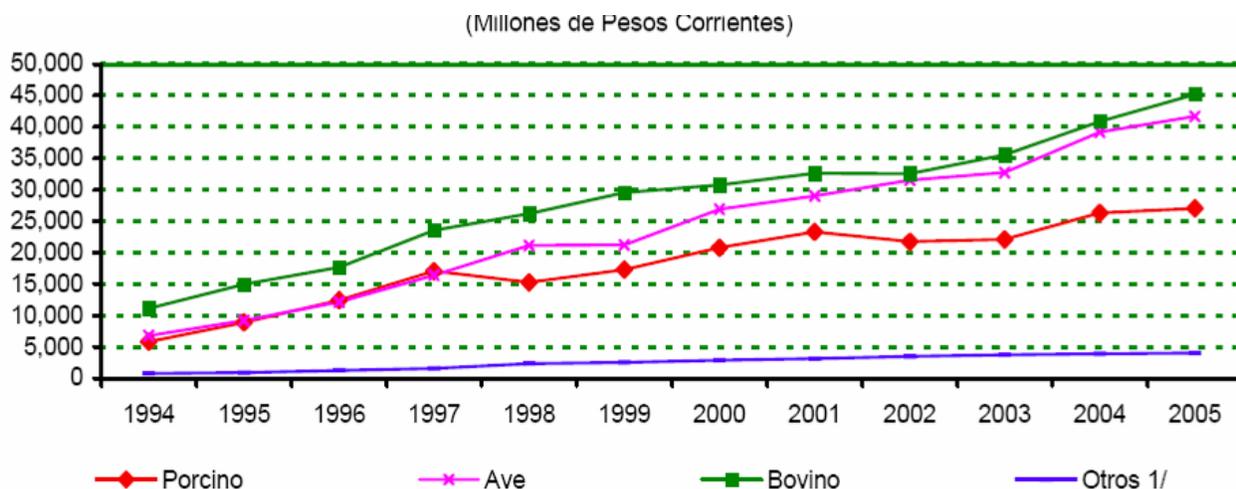


Figura 2.2. Producción de Carnes en México 1972 - 2006



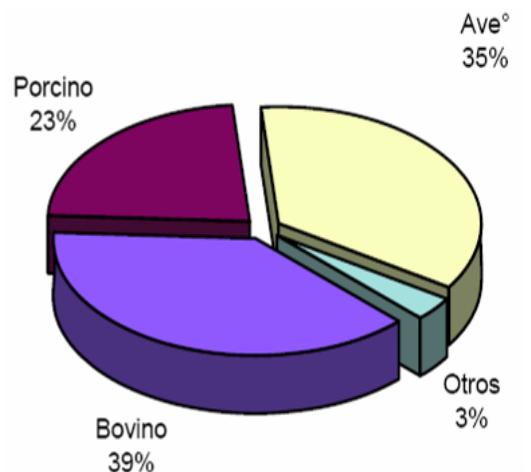
1/ Incluye: Guajolote, Caprino y Ovino. Nota: La información para 2005 es estimada.

Fuente: Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera, SAGARPA, con datos del SIACOM, 2006

Figura 2.3. Valor de la Producción de Carne en Canal

2.2.1 Valor de la producción

El valor de la producción de estas carnes está compuesta principalmente por las carnes de bovino y de ave que en conjunto aportaron cerca del 73.0% del total de las producción de carne en México (Figura 2.4). La producción de carne en canal de bovino aportó un 39.0% del total del valor de las carnes, seguido por la de ave con 35.0% y en tercer rubro la carne de porcino con 23.0%, quedando rezagado la producción de ovino, caprino y guajolote que en conjunto aportaron el 3.0% (SAGARPA, 2006).



Fuente: Coordinación General de Ganadería, SIAP/SAGARPA

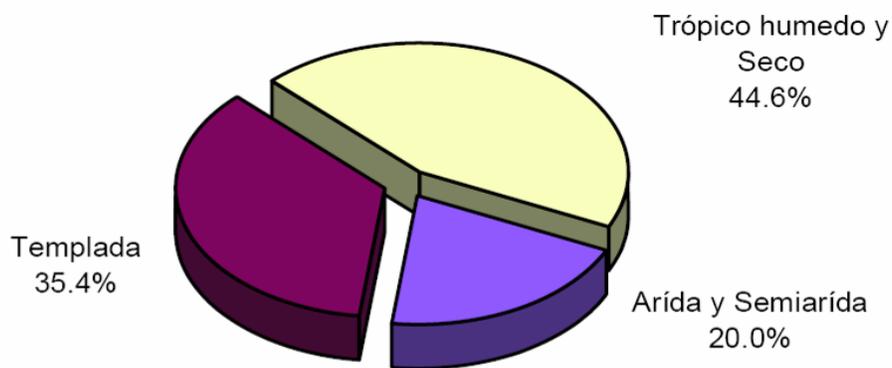
*Se refiere a pollo y gallina ligera o pesada

Figura 2.4 Valor de la Producción de Carnes en México (2005)

2.2.2 Estacionalidad y regionalización de la producción

En México la producción de carne de ganado bovino está influenciada principalmente por condiciones climáticas regionales, lo cual repercute en una estacionalidad muy marcada, obteniéndose los mayores volúmenes de producción en los meses de octubre a diciembre, teniendo su punto más alto en el mes de noviembre.

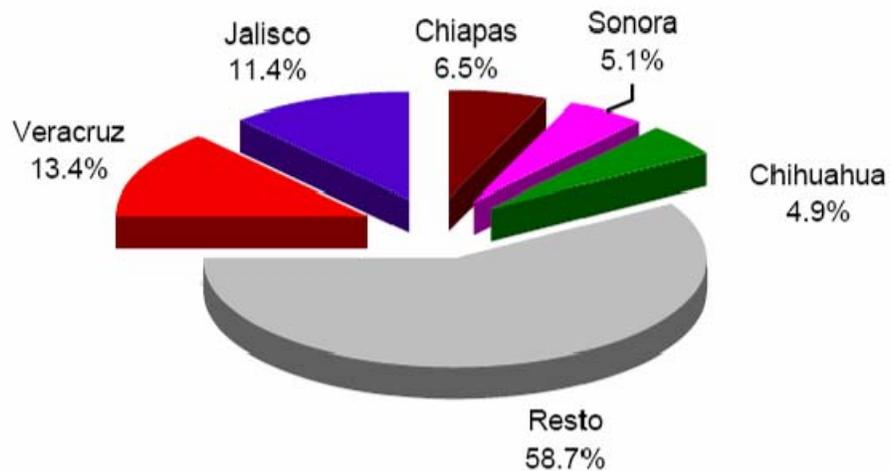
La producción de ganado bovino para carne se desarrolla bajo diferentes contextos agro-climáticos, tecnológicos, de sistemas de manejo y finalidad de explotación, comprendiendo (principalmente la producción de novillos para abasto, la cría de becerros para la exportación y la producción de pie de cría). La producción de carne bovina predomina en la región del trópico húmedo y trópico seco con un aporte del 36.9% de la producción nacional, representada principalmente por los estados de Veracruz, Chiapas, Sinaloa y Tabasco, la siguiente región de producción intermedia es la región árida y semiárida que aporta un 33.9% y la representan los estados de Sonora, Chihuahua y Baja California, y en tercer lugar esta la región templada con un aporte del 29.3%, representada principalmente por el estado de Jalisco (Figura 2.5) (SAGARPA, 2006).



Fuente: Coordinación General de Ganadería, SIAP/SAGARPA

Figura 2.5. Composición Regional de la Producción 2005

Durante el 2005 los principales estados productores de carne de bovino fueron Veracruz con un aporte del 13.4% de la producción nacional, seguido por Jalisco con un 11.4%, Chiapas con el 5.5%, Sonora con el 5.1% y Chihuahua con el 4.9%. Estos cinco estados representaron el 58.7% del total de la producción nacional (Figura 2.6).



Fuente: Coordinación General de Ganadería, SIAP/SAGARPA

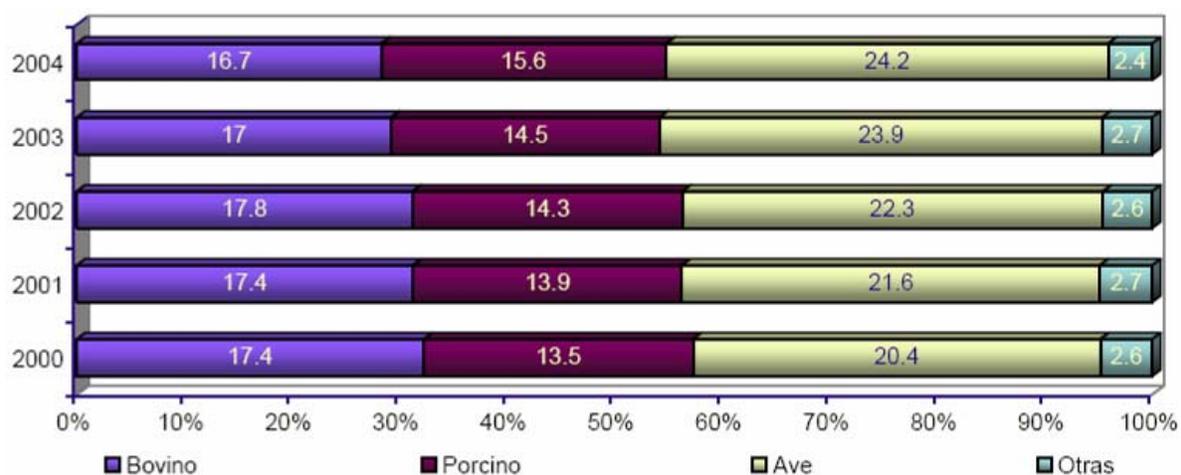
Figura 2.6. Principales Estados Productores de Carne de Bovino (2005)

2.2.3 Consumo de carne de bovino

Los cambios sociodemográficos de la sociedad mexicana, como la conformación de la estructura familiar, así como ingresos, y aportación de estos por diversos miembros de la familia han influenciado el comportamiento de compra y consumo de alimentos, sobre todo en las grandes ciudades de mayor concentración poblacional. La carne de bovino es sin duda la de mayor valor económico, sin embargo, no es la de mayor consumo en las dietas alimenticias (SAGARPA, 2006).

Se ha observado que la frecuencia de consumo de carne de res es del 46% (con respecto a otras carnes como pollo y cerdo), donde la población en estudio indicó consumirla "más de una vez por semana", preparándola en distintos guisados, asada, cocida, frita, etc., y consumiéndola principalmente en horario de comida. El lugar de compra preferido por 37% de la población fue en mercado de la colonia donde habitan, pero también el 33% de las personas la adquieren en el supermercado y el 24% lo hace en locales (Escamilla, 2006).

El consumo nacional de carnes esta compuesto en primer lugar por el consumo de carne de ave con un promedio de 41.0% del consumo total de carnes, seguido por el consumo de carne de bovino con un 28.0% y en tercer lugar el consumo de carne de cerdo con un 26.5% y finalmente el consumo de carne de ovino y caprino con un promedio de un 4.5% (Figura 2.7) (SAGARPA, 2006).



Fuente: Coordinación General de Ganadería, SIAP/SAGARPA

Figura 2.7. Evolución de la Disponibilidad per cápita de Carnes

Esta composición porcentual del consumo de las carnes esta regida principalmente por el precio y calidad, en la comercialización de productos frescos el precio pierde importancia y son, calidad y frescura los criterios principales de la selección de compra.

Tabla 2.2 Estadísticas de Producción y Valor de la misma, así como el precio por kg

PRODUCTO/ESPECIE	PRODUCCIÓN (toneladas)	PRECIO (pesos por kilogramo)	VALOR DE LA PRODUCCIÓN (miles de pesos)	ANIMALES SACRIFICADOS (cabezas)	PESO (kilogramos)
GANADO EN PIE					
BOVINO	3,025,034	16.72	50,585,492		385
PORCINO	1,423,816	15.45	21,992,831		100
OVINO	93,208	21.95	2,045,845		39
SUBTOTAL	4,624,353		76,226,333		
CARNE EN CANAL					
BOVINO	1,612,992	30.49	49,176,123	7,860,027	205
PORCINO	1,108,942	26.12	28,966,185	14,276,329	78
OVINO	47,834	42.17	2,017,347	2,389,771	20
SUBTOTAL	2,812,496		81,742,543		

FUENTE: ELABORADO POR EL SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA Y PESQUERA (S I A P), CON INFORMACIÓN DE LAS DELEGACIONES DE LA S A G A R P A 2006

Es importante mencionar que el comportamiento de la demanda de carne de bovino se ha visto afectada de manera negativa por crisis a nivel mundial como fue el caso de la aparición de la EEB (Encefalopatía Espongiforme Bovina) a finales del año 2000 y más recientemente los casos

de reporte de la enfermedad en Canadá y EUA a finales del 2003, pero esto no es la única causa por la cual el consumo no ha crecido, también existen otros factores importante que se tienen que empezar a tomar en cuenta, como es el caso de la preocupación de la sociedad por la salud y las dieta, puesto que hoy en día las personas tienen mayor acceso a información de salud (negativa o positivamente) y constantemente se ven bombardeados por publicidad, marketing y slogans donde una figura esbelta es importante; así como la comodidad y la conveniencia, sin olvidar la muy importante relación calidad – precio.

2.3 Estudios fisicoquímicos e instrumentales llevados a cabo en carne de bovino

Como ya se ha mencionado anteriormente, el color de la carne es el primer atributo que los consumidores observan y que afecta directamente su poder de compra. Los consumidores esperan una apariencia uniforme dentro de un grupo similar de productos cárnicos (por ejemplo porcentaje de grasa) y relacionan cualquier diferencia de color dentro de productos similares con deficiencias en la calidad del producto. De este modo, cualquier proceso que pueda afectar el color o la frescura de la carne puede provocar desagrado en el consumidor.

Así, cualquier diferencia en el almacenamiento o manipulación de la carne requiere una gran investigación previa para maximizar las aplicaciones comerciales y evitar cambios en los atributos sensoriales a los cuales el consumidor esta habituado.

Se han realizado múltiples estudios de diferentes tecnologías enfocadas a aumentar el tiempo de vida media de la carne de res, o también con el fin de preservar las características organolépticas preferidas por el consumidor; por ejemplo la irradiación o atmósferas modificadas, entre otros (Insausti, *et. al.*, 2001; Montgomery, *et. al.*, 2003; Zakrys, *et. al.*, 2007;).

Se ha encontrado que a bajas irradiaciones no se encuentran diferencias significativas en la intensidad de aroma, jugosidad, ternura o sabor de la carne, no así a irradiaciones mayores donde se produce una coloración oscura y el olor y sabor también se ven afectados de manera negativa (Montgomery, *et. al.*, 2003).

Son muchos los factores que se deben tomar en cuenta cuando se pretende utilizar una nueva tecnología. En el caso de las atmósferas modificadas (MAP), lo que se busca es promover una mayor estabilidad en el color de la carne; sin embargo al estar expuesta a oxígeno la calidad se ve afectada considerablemente debido al deterioro (específicamente oxidación) de lípidos y la disminución de la ternura (Zakrys, *et. al.*, 2007).

Existen muchos factores que influyen en la calidad de la carne antes y después de la matanza, las características de la carne se ven afectadas por factores como, por ejemplo, el animal (la forma de crianza, sexo, edad), medio ambiente (alimentación, transporte y condiciones de matanza), y la forma de procesamiento (almacenamiento condiciones de tiempo/temperatura) (Liu, *et. al.*, 2003). Después de la matanza algunos de los factores que determinan la calidad de la carne son la temperatura y el tiempo de almacenamiento; de hecho el almacenamiento es el último paso en el proceso de producción, es necesario estandarizarlo para obtener carne de alta calidad (Insausti, *et. al.*, 2001).

Por todo lo anteriormente descrito, en el presente trabajo se evaluará el impacto que tiene la refrigeración y la congelación sobre las características sensoriales de la carne, evaluando el efecto de la congelación a lo largo del tiempo.

2.4 Conservación de la carne

Los métodos de preservación de la carne fresca, por diferentes que sean, tienen en común la manipulación de las condiciones ambientales con el fin de reprimir el desarrollo microbiano, agrupándose en tres categorías basadas en el control de: temperatura, humedad y más directamente con la aplicación de agentes letales como bactericidas, bacteriostáticos, fungicidas, etc.; dentro de estas prácticas se busca adicionalmente evitar en lo posible pérdidas de peso y modificaciones en apariencia, sabor o textura (Díaz, 1999).

La aplicación de temperaturas que se encuentran por debajo o por encima del intervalo óptimo de desarrollo microbiano tienen un efecto preventivo; sin embargo si lo que redesea es preservar y conservar la calidad óptima de la carne fresca, es necesario someter las piezas a condiciones más extremas, donde sea posible inhibir la actividad microbiana. Los métodos de conservación que se encuentran dentro de esta categoría de control de temperatura, son la refrigeración y

congelación por el lado de bajas temperaturas (Lawrie, 1991). Las operaciones de tratamiento por frío, ya sea refrigeración o congelación y su posterior almacenamiento a bajas temperaturas, pueden destruir ciertos microorganismos presentes en el producto antes de aplicar los procesos, pero generalmente estos procedimientos poseen velocidad baja, cuya duración depende de la naturaleza del producto y del tipo de microorganismo contaminante y no se puede contar que con la congelación, y mucho menos con la refrigeración, pueda reducirse sustancialmente la contaminación microbiana (Hui, *et. al.*, 2006.); sin embargo estos métodos tienen el inconveniente de modificar las características fisicoquímicas y sensoriales de la carne dando origen a productos diversos.

2.4.1 Refrigeración

La refrigeración es el método de conservación más utilizado en la preservación de carne fresca así como de otros productos cárnicos debido a los beneficios ofrecidos, que además de flexibilidad y menor costo comparado con la congelación, provocan cambios mínimos en apariencia, textura y sabor de los productos (Díaz, 1999).

El descenso de la temperatura de almacenamiento de los productos cárnicos provoca que las reacciones de deterioro disminuyan su velocidad, con lo que los productos alargan su vida útil; las principales reacciones químicas poseen una velocidad de reacción lenta a bajas temperaturas, por esta razón la refrigeración se usa en la preservación de productos como la carne, debido a que aumentan la energía de activación necesaria para realizar las reacciones químicas y, con ello, controlar el crecimiento de microorganismos (Ciobanu y cols., 1976; Reid, 1998).

Sin embargo el almacenamiento en refrigeración se limita a períodos de tiempo cortos. Para efectos de la conservación de alimentos por refrigeración es deseable bajar la temperatura al máximo, siempre que sea justo por encima de su temperatura inicial de congelación, lo cual abarca aproximadamente una escala que va desde los 15.5°C hasta -2°C. Esto es debido a que, para la mayoría de los alimentos, el agua empieza a congelarse a -2°C o menos, a diferencia del agua pura que tiene su punto de congelación a 0°C. Durante el almacenamiento de la carne refrigerada el intervalo de conservación es de días (Figura 2.8) (Ciobanu y cols., 1976; Reid, 1998). De manera general, se recomienda usar una temperatura de 4°C y una humedad relativa

del 80 al 85%, para la refrigeración de trozos pequeños de carne roja por periodos cortos de almacenamiento (menos de una semana) (Collin, 1977).

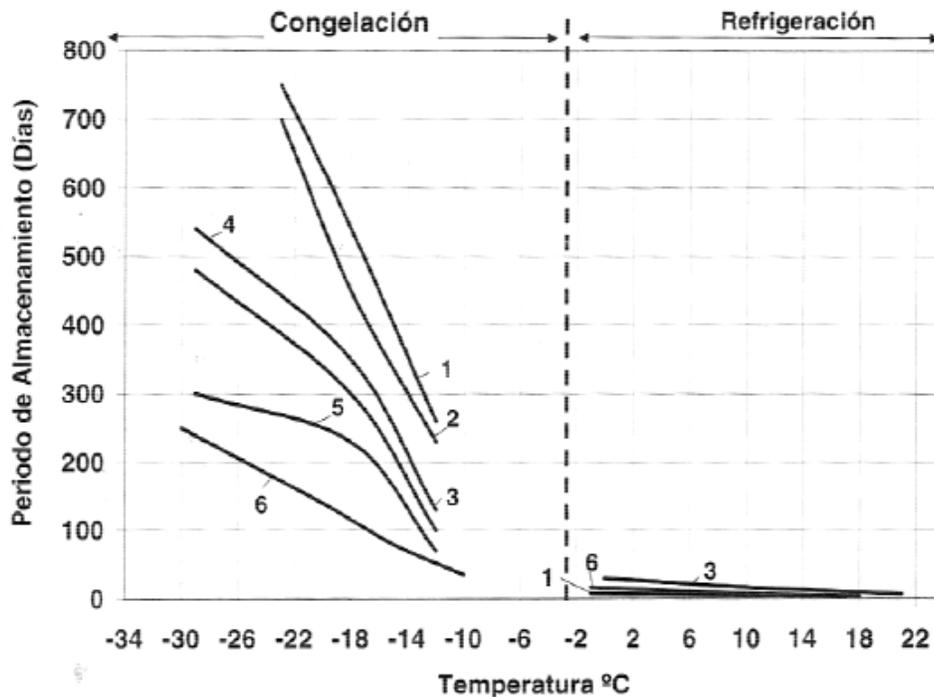


Figura 2.8 Periodos de almacenamiento de diferentes tipos de tejidos de animales refrigerados y congelados en función de la temperatura. 1) pollo; 2) pavo; 3) res; 4) ternera; 5) puerco; 6) filete de pescado. Adaptado de Ciobanu y cols., 1976; Reid, 1998

2.4.2 Congelación

La misión principal de la congelación en términos económicos estriba en conservar la calidad de las materias primas y productos alimenticios durante periodos prolongados de almacenamiento.

La congelación presenta el beneficio adicional de que los cambios perjudiciales sobre las propiedades cualitativas y organolépticas de la carne fresca son mínimos, sin embargo y dependiendo del manejo y las condiciones, puede promoverse la aparición de defectos, ya sea durante el congelado, almacenamiento, distribución o descongelado de las piezas, como:

- a) problemas en la apariencia, por modificación en el color (rojo oscuro o café, desigualdad o decoloración),
- b) quemaduras por frío, debidas a la sublimación de cristales de hielo hacia la atmósfera del contenedor, observándose como decoloraciones o manchas de color ámbar sobre la superficie de la carne, causadas por pequeñas bolsas de aire que disipan la luz incidente,

- c) deshidratación por el paso paulatino del agua de la superficie de la carne hacia la atmósfera del contenedor, y
- d) goteo, consecuencia de la pérdida de agua no reabsorbida por proteínas y que se pone de manifiesto durante el descongelado.

Defectos que parecen estar asociados a:

- 1) naturaleza y localización de los cristales de hielo que se forman en el interior del músculo,
- 2) daño mecánico de las estructuras celulares debido a los cambios de volumen, causados por fluctuaciones de temperatura por encima del punto de congelación, provocando que los cristales de hielo pequeños sublimen y recristalicen en otros de mayor tamaño,
- 3) incremento de la fuerza iónica debida a la concentración de solutos provocando la desnaturalización de las proteínas,
- 4) sublimación del agua, y
- 5) oxidación de lípidos y proteínas.

La gravedad atribuible a estos factores dependen de la velocidad de congelación, tiempo y condiciones de almacenamiento (temperatura y humedad), así como a la presencia o ausencia, y tipo de material de empaque (Díaz, 1999).

La temperatura de almacenamiento seleccionada tiene un marcado efecto en la estabilidad de los productos; en el caso de la carne roja el punto de congelación oscila entre -1.0 a -2.2°C (Ibarz y Barbosa, 1999).

El tiempo que la carne puede permanecer almacenada en congelación, manteniendo una calidad aceptable, depende en gran medida de la especie de la que provenga, sobre todo de la naturaleza y composición de su grasa; puesto que la grasa de aves y cerdo es más insaturada que la de bovinos y ovinos, el tiempo de almacenamiento recomendado para las primeras es menor, como se muestra en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3 Tiempo recomendado de almacenamiento para conservar la calidad óptima de la carne fresca a diversas temperaturas.

Producto	Meses			
	-12°C	-18°C	-24°C	-30°C
Vaca	4	6	12	12
Oveja	3	6	12	12
Ternera	3	4	8	10
Cerdo	2	4	6	8
Aves	2	4	8	10

(Forrest 1987)

2.5 Evaluación Sensorial

Aunque la seguridad química y microbiológica de los alimentos es de vital importancia, no lo son menos sus características sensoriales (apariencia, aroma, textura y sabor). Toda vez que la seguridad e higiene de un alimento está garantizada, lo satisfactorio de sus propiedades sensoriales pasa a ser el criterio más importante, el que determina la elección y, más aún, la fidelidad de un consumidor hacia un producto o marca (Cuatzo, 2004).

Para los países desarrollados, la Evaluación Sensorial está íntimamente relacionada con la calidad y el comercio de las mercancías ya que la utilizan en la determinación de los atributos y el nivel de calidad del producto para el consumidor.

Así, la evaluación sensorial se puede definir como la ciencia utilizada para provocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a determinadas características de los alimentos y materiales, tal y como son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído (Torre, 2000). Por lo tanto es una herramienta que permite obtener valiosa información que no es posible obtener mediante otros métodos.

Los alimentos tienen una complejidad que está determinada no solo por el tipo de sustancias que los forman sino por las interacciones de éstas entre sí. Por esto resulta prácticamente imposible caracterizar un alimento tomando en cuenta solamente un aspecto específico en cuanto a composición o a sus atributos sensoriales; dichos atributos son en general, todo lo que se percibe a través de los sentidos, los cuales se dividen de acuerdo a los sentidos por los que son percibidos en (Cuatzo, 2004):

- *Apariencia*: se detecta generalmente a través de la vista que comprende el color, el brillo, la forma y puede dar una idea de textura.

- *Gusto*: se detecta en la cavidad oral, específicamente en la lengua, donde se perciben los 4 gustos básicos.
- *Textura*: se detecta mediante el sentido del tacto, está localizado prácticamente en todo el cuerpo. Se pueden conocer las características mecánicas, geométricas y de composición de muchos materiales, incluidos los alimentos
- *Aroma*: se percibe por medio del olfato, que se encuentra en la cavidad nasal, donde existe una membrana provista de células nerviosas que detectan los aromas producidos por compuestos volátiles.

En la Evaluación Sensorial, cada sentido resulta ser el instrumento que proporciona información acerca de los alimentos. Sin embargo, a veces resulta difícil poder verbalizar y explicar la información que de éstas herramientas se obtiene, por lo que ha sido necesario, a través de diferentes técnicas de estudio, obtener información para clasificar éstos atributos de acuerdo con bases físicas y/o fisiológicas (Cuatzo, 2004), de tal forma que se obtengan medidas precisas de las respuestas humanas a los alimentos y se minimicen los potenciales efectos de desviación que la identidad de la marca y otra información puedan ejercer sobre el juicio del consumidor. Es una ciencia cuantitativa en la cual los datos numéricos son recogidos para establecer relaciones entre las características de los productos y la percepción humana (Torre, 2000). Para ello, se acude a la experiencia de catadores o panelistas entrenados, quienes trabajan como si se tratara de instrumentos, al ser capaces de establecer diferencias objetivamente.

El analista sensorial es el responsable de determinar cuáles son los objetivos de la prueba sensorial, conocer las muestras que se van a evaluar, diseñar y conducir las diferentes pruebas sensoriales de manera adecuada e interpretar y exponer los resultados con claridad y eficacia (Cuatzo, 2004).

En el momento de elegir un grupo de panelistas adecuados, se realiza una preselección considerando el interés, disponibilidad, salud, normalidad de percepción fisiológica y habilidad discriminatoria de cada una de las personas que quieran formar parte del panel de catadores. También se considera su capacidad para desarrollar e interpretar un vocabulario específico, la consistencia o reproducibilidad de su juicio, así como una cierta concordancia en la interpretación de los descriptores y en la evaluación de la magnitud de los atributos. El tipo de método de evaluación sensorial que se debe seguir dependerá, principalmente, del objetivo o

finalidad que se persiga. Las pruebas que se llevan a cabo en el análisis sensorial se dividen en las pruebas sensoriales de tipo analítico y las pruebas afectivas (Cuatzo, 2004).

2.5.1 Prueba de Umbral

La prueba de umbral cae dentro del grupo de pruebas de niveles de detección. El objetivo de estas pruebas es el de determinar la sensibilidad gustativa para cada uno de los gustos básicos. Este tipo de pruebas se aplica para medir las sensibilidades gustativas de las personas con vistas a su selección en un panel, y una vez incorporadas, para controlar periódicamente su sensibilidad gustativa (Sancho, *et. al.* 2002).

2.5.2 Pruebas Analíticas Discriminativas

Las pruebas analíticas discriminativas permiten describir, comparar y valorar las características de las muestras en función de unas categorías o tipos (patrones) definidos previamente (Sancho, *et. al.* 2002). Constituyen una de las metodologías más importantes del análisis sensorial.

Se llevan a cabo con la finalidad de establecer si existen diferencias entre productos. Las más comunes son las dúo – trío, triangular y de ordenación. En éstas no resulta necesario indicar las características diferenciadoras, mientras que si dicha diferencia se puede especificar se utiliza la prueba de comparación por pares direccionada en las cuales se consultan tablas estadísticas para hallar si estas diferencias son significativamente diferentes (Barrios, 2007).

2.5.3 Prueba Triangular

Forma parte de las pruebas discriminativas y consiste en presentar al juez tres muestras codificadas convenientemente, de las cuales dos son iguales y sólo la tercera es diferente. El juez debe indicar cual es la diferente. Resulta muy útil en el control de calidad para asegurar que los distintos lotes de un producto mantengan las características o para detectar si el cambio de un ingrediente provoca diferencias apreciables (Sancho, *et. al.* 2002). Sin embargo también son utilizadas para la selección de personas a participar en un panel, de manera que se mida la capacidad de discriminación.

2.5.4 Análisis Descriptivo

Como se mencionó anteriormente, el método recomendable de evaluación que permite determinar el perfil sensorial de un alimento es la evaluación descriptiva.

El análisis descriptivo es el proceso de describir las características sensoriales de un alimento, usualmente en orden de su ocurrencia. Es una descripción sensorial completa, tomando en cuenta todas las sensaciones que son percibidas – visuales, auditivas, cinestésicas, olfativas, etc. (Stone & Sidel, 1985).

La meta del análisis descriptivo es obtener una descripción completa de las propiedades sensoriales de un producto (O'Mahony, 2005). Así como, identificar las características sensoriales que son de importancia en la aceptación del mismo.

En forma resumida se puede decir que un panel de jueces entrenados identifica los atributos sensoriales, en una serie de muestras que son evaluadas para determinar la intensidad de estos atributos, resultando el perfil sensorial del producto. Los panelistas deben acordar el significado de estos términos e indicar como son percibidos (Utrera, 2007). Es importante destacar que se miden todos los atributos en una sola vez; para ello, se requiere que los panelistas verbalicen sus percepciones para desarrollar una serie de términos que forman las bases de la evaluación.

Existen varios métodos para desarrollar un análisis descriptivo. En la Tabla 2.4 se presenta la clasificación de los métodos de análisis descriptivo.

Tabla 2.4 Clasificación de los métodos de análisis descriptivo

Cualitativos	Cuantitativos
Perfil de sabor o flavor (FPM)	Análisis de Perfil de Textura (TPA)
Expertos (vinos, perfumería, etc)	Análisis Cuantitativo Descriptivo (QDA)
	Método del Espectro
	Perfil cuantitativo de sabor, etc.

Stone & Sidel, 1985

Para el desarrollo del perfil sensorial de los cortes de carne de bovino, se utilizará el Análisis Descriptivo Cuantitativo y el Análisis de Perfil de Textura, de forma combinada para poder evaluar todas las características sensoriales presentes en los cortes de bovino objeto de este estudio.

2.5.4.1 Análisis Descriptivo Cuantitativo

El Análisis descriptivo cuantitativo es un método que desarrolla un modelo multidimensional en una forma cuantitativa del perfil sensorial del producto, incluidas las características de textura, flavor, etc.

El esquema general del QDA (O'Mahony, 2005) consiste en:

1. Selección del panel
2. Desarrollo del lenguaje
3. Evaluación de las muestras y recolección de datos
4. Análisis

El panel empleado para el QDA está conformado por un conjunto de 10 – 12 consumidores frecuentes del producto, que son más sensitivos a diferencias del mismo y que reciben un entrenamiento para poder evaluar los productos en estudio. Los panelistas tienen un líder o coordinador que no es un miembro activo en el proceso, su trabajo es proporcionar orientación para evitar predisposición o favoritismo de los panelistas de acuerdo a la opinión del líder.

El lenguaje desarrollado por el panel no es técnico, es un lenguaje común para evitar modificar el comportamiento de los panelistas, los cuales desarrollan su propio lenguaje de acuerdo a sus percepciones y ellos mismos deciden como realizar la evaluación.

Para realizar la evaluación se usa una escala lineal estructurada, que consiste en una línea que tiene palabras en los extremos, siempre incrementando la intensidad de izquierda a derecha, donde el panelista marca de forma horizontal en el punto que mejor refleja la intensidad de la muestra.

El análisis de los datos se realiza por medio de un Análisis de Varianza (ANOVA) que permite monitorear el desempeño de los miembros del panel, así como, identificar si existe diferencia significativa entre las muestras analizadas. Con los resultados obtenidos se pueden realizar "Spider-Webs" (Stone, *et. Al.*, 1974) los cuales son diagramas que representan el valor de la intensidad relativa para cada atributo sensorial, en una serie de líneas que radian de un centro y cada una representa un atributo.

La desventaja del QDA es la dificultad de comparar resultados entre paneles Sin embargo, todas las propiedades sensoriales de un producto o alimento pueden ser identificadas y cuantificadas, en orden de ocurrencia, con el *Análisis descriptivo cuantitativo* (Stone, *et. al.*, 1974).

2.5.4.2 Análisis de Perfil de Textura

Scott-Blair en 1958 clasificó las técnicas instrumentales utilizadas para medir la textura de los alimentos en tres grupos:

1. Ensayos empíricos: miden alguna propiedad física bajo condiciones bien definidas.
2. Ensayos imitativos: intentan simular las condiciones a las que el material está sometidos en la boca.
3. Ensayos fundamentales: miden propiedades físicas bien definidas tales como la viscosidad o el módulo elástico.

Uno de los ensayos imitativos instrumentales más comunes es el Análisis de Perfil de Textura (TPA) creado por el General Foods en la década de 1960.

En el Análisis de Perfil de Textura existen dos modalidades: la sensorial y la instrumental. El TPA sensorial se lleva acabo con jueces entrenados. La formación de los grupos de jueces tiene 4 etapas: preselección, selección, entrenamiento y comprobación. Cada uno de los atributos de textura es evaluado usando una escala de intervalos con nueve puntos equidistantes usando un estándar de referencia. La evaluación de las muestras se lleva a cabo en términos de intensidad, empleando descriptores de textura generados por el panel durante la etapa de entrenamiento. Los productos usados como estándares (del mismo tipo genérico que el producto a evaluar) exhiben uno o más descriptores que pueden ser empleados para definir las características de textura del producto (Utrera, 2007).

El intervalo de escala estándar original fue desarrollado por Szczesniak (1963) para cubrir la diversidad de las sensaciones encontradas en los alimentos, empleando productos alimenticios específicos para representar cada punto en la escala.

Sin embargo, una desventaja de este método es que es difícil establecer y mantener un panel entrenado para la evaluación de la textura, y además es costoso.

2.6 Aplicaciones del Análisis Sensorial

El análisis descriptivo se puede utilizar para obtener un perfil sensorial completo de productos así como para hacer vigilancia de la competencia. También se puede utilizar en pruebas de caducidad y almacenamiento, desarrollo de nuevos productos, control de calidad, relaciones entre datos sensoriales y fisicoquímicos (Barrios, 2007).

El análisis sensorial es una herramienta más del Control de Calidad Total (CCT) de una empresa, y por consiguiente irá en el mismo sentido en que éste se desarrolle. Así, se puede considerar que se dirigirá a la Evaluación, Análisis y Control tanto del proceso de fabricación, como del producto o del mercado en el que se incide. Si el programa de Control de Calidad pretende prevenir los defectos que pueden surgir en el producto acabado, ésta claro que el Análisis Sensorial debe incidir, en primer lugar, sobre las materias primas que entrarán en el proceso de fabricación, ya que en la Industria Alimentaria, el olor, color y sabor y, en general, los caracteres sensoriales, son criterios de aceptación o rechazo tan importantes como los instrumentales (Sancho, *et. al.* 2002).

Pero el Análisis Sensorial no actúa sólo en la selección de las materias primas dónde interviene, sino que también es de gran utilidad en el Control de Proceso, tanto como adaptación del producto a su perfil final, como para la realización de modificaciones o correcciones en el transcurso de su elaboración (Sancho, *et. al.* 2002). El análisis de datos obtenidos por un panel entrenado (prueba descriptiva) y procedentes de un grupo de consumidores (pruebas afectivas) aportan una valiosa información ya que el análisis de los resultados muestran cuál es el grado de aceptación que el consumidor tiene por el producto en estudio y cuáles son las características sensoriales (aroma, sabor, gusto..., etc.) responsables de que el producto sea aceptado en mayor o en menor grado por el consumidor (Barrios, 2007). De ahí que una tercera función del Análisis Sensorial, es aplicable al Control del Mercado. Las investigaciones sobre la opinión del consumidor, en base al grado de aceptación del producto, las diferencias entre los productos propios y los de la competencia, la evolución del gusto en los grupos sociales, etc., sólo pueden llevarse a cabo sensorialmente (Sancho, *et. al.* 2002).

2.7 Estudios sensoriales llevados a cabo en carne de bovino

Se han llevado a cabo diferentes y muy variados estudios sensoriales en carne de bovino, que abarcan muchas formas en que la carne es tratada y finalmente consumida por el consumidor.

Hay muchos estudios que demuestran que la raza, sexo, la edad y el régimen de alimentación animal, así como el tipo de almacenamiento (refrigeración o congelación) influyen en la tasa de crecimiento, rendimiento de carne y composición. Estos factores, junto con la matanza y la etapa post – mortem influyen de manera importante en los atributos de ternura y sabor de la carne (Boles & Swan, 2002). Estos cambios son debidos principalmente a cambios fisiológicos en el animal a lo largo de su vida, en el proceso de matanza y post – mortem (cambios en la cantidad de colágeno, proteínas y la actividad de estas). La congelación de la carne también puede afectar la ternura de la carne, se ha observado que cortes sometidos a congelación presentaban una menor fuerza de cizalla y una disminución en la actividad de proteínas (Crouse & Koomhmarai, 1990). Los resultados antes mencionados se obtuvieron de un estudio donde se realizó la evaluación sensorial con un panel entrenado que utilizó escalas estructuradas para evaluar características sensoriales como jugosidad, sequedad, ternura, dureza, intensidad de sabor, además se llevaron a cabo pruebas de aceptación. Las diferencias observadas por los panelistas no fueron lo suficientemente grandes para alterar el patrón de compra del consumidor.

También se han reportado pruebas de tiempo – intensidad complementadas con estudios instrumentales de análisis de textura, en donde lo que se buscaba era encontrar las relaciones existentes entre estos tipos de evaluaciones sensoriales e instrumentales: encontrándose una alta correlación entre la masticación y la ternura de la carne en diferentes grupos de raza de bovinos, con diferencias en tamaño, edad y dieta (Duizer, *et. al.*, 1996).

Así mismo se ha estudiado la percepción del “flavor” en la carne y la relación con la oxidación de los lípidos presentes (Campo, *et. al.*, 2006). La oxidación de los lípidos es un factor importante de calidad en la carne. Con el fin de relacionar la percepción humana de la oxidación lipídica se entrenó un panel y se estudió la carne de diferentes razas de bovinos sometidos a tres diferentes dietas ricas en diferentes lípidos y vitamina E. Los análisis sensoriales, así como los de identificación de la oxidación de lípidos se realizaron en muestras de filetes de 0, 4 y 9 días bajo condiciones simuladas de venta, expuestos a la luz y envasados en atmósfera modificadas

(CO₂:O₂; 25:75). Los atributos sensoriales fueron influenciados por el tiempo de pantalla; atributos positivos como la apariencia general y el sabor disminuyeron a lo largo de la visualización, mientras que los atributos negativos, como sabores rancios y olores anormales aumentaron; demostrando que las relaciones entre los atributos sensoriales y analíticos (oxidación lipídica) eran altas. La relación de rancidez – sabor no está del todo claro; ya que al desarrollarse sabores rancios hay una pérdida de sabor y notas deseables en la carne. Sin embargo, la mayoría de los estudios de rancidez se basan en productos de degradación, debido principalmente a que pruebas objetivas económicamente más accesibles en comparación con la evaluación sensorial (Campo, *et. al*, 2006).

2.8 Color

2.8.1 La importancia de color en la industria cárnica

El color ocupa un lugar preferente entre los factores que definen la calidad de un alimento. Éste puede ser rechazado por su color sin valorarse otras propiedades, como su aroma, textura o sabor. De aquí que sea de gran importancia para la industria cárnica que la apariencia (propiedades ópticas, forma física y modo de presentación) que la carne ofrece al consumidor a nivel de punto de venta, consiga un alto grado de aceptabilidad (Lanari, *et. al*, 2002)

La relación entre el color y la calidad de la carne se ha investigado desde la década de 1950; Urbain (1952) describió que los consumidores han aprendido a través de la experiencia que el color de la carne fresca es de un rojo brillante y cualquier desviación de este color (colores poco uniformes, coloraciones anómalas) es inaceptable.

El técnico de la industria de alimentos en general, y en particular el de la industria cárnica, tiene un especial interés en el color del alimento por diversas razones: la primera es la necesidad de mantener la uniformidad del color en su producto durante todas las producciones. La segunda es evitar que cualquier agente externo o interno de la carne actúe sobre el producto durante su elaboración, conservación o venta del mismo. La tercera es la de mejorar y optimizar el color y la apariencia del producto en relación siempre con las preferencias del consumidor. Y, por último, la cuarta es la de actualizar y mejorar el color de acuerdo con las expectativas y experiencia del consumidor (Hui, *et. al*, 2006).

2.8.2 Percepción del color

El color es el resultado de la percepción de la luz después de haber interactuado con un objeto, es una cualidad sugestiva que depende de la intensidad de la luz, del objeto sobre el que incide y del buen funcionamiento del órgano de la vista, complementa la información del objeto junto con su forma y su textura (Lawless, 1998).

La definición de color engloba tres conceptos:

- La luz: se percibe el color gracias a la existencia de las radiaciones luminosas; sin la luz no percibimos el color. De aquí el concepto de color – luz, que es la descomposición cromática de la luz blanca.
- El objeto: el color existe gracias a la aglomeración de diversos pigmentos.
- La vista: receptor del color

La medida del color implica la asignación de números que representan atributos del fenómeno psicológico de lo que se llama color, por lo que generalmente, la medida del color no intenta describir directamente percepciones de color, en vez de ello, la medida de color es el proceso para encontrar la relación del fenómeno psicológico (color) con el fenómeno físico (flujo luminoso, longitud de onda, etc.) que provoca la estimulación. Esta asociación entre lo percibido personalmente y lo que se puede determinar de forma instrumental es la relación que se busca para evaluar el atributo de color, que es de suma importancia al juzgar un alimento antes de ser consumido (Escamilla, 2006).

La percepción del color es un fenómeno físico y fisiológico, ya que se hace uso del sistema visual, respondiendo a estímulos de luz que se registran por la retina, transmitidos por señales eléctricas al cerebro donde son interpretadas. El ojo humano percibe longitudes de onda de 400 a 500 nm para el color azul, de 500 a 600 nm para el color verde y amarillo, y de 600 a 800 nm para el color rojo (Fig. 2.9).

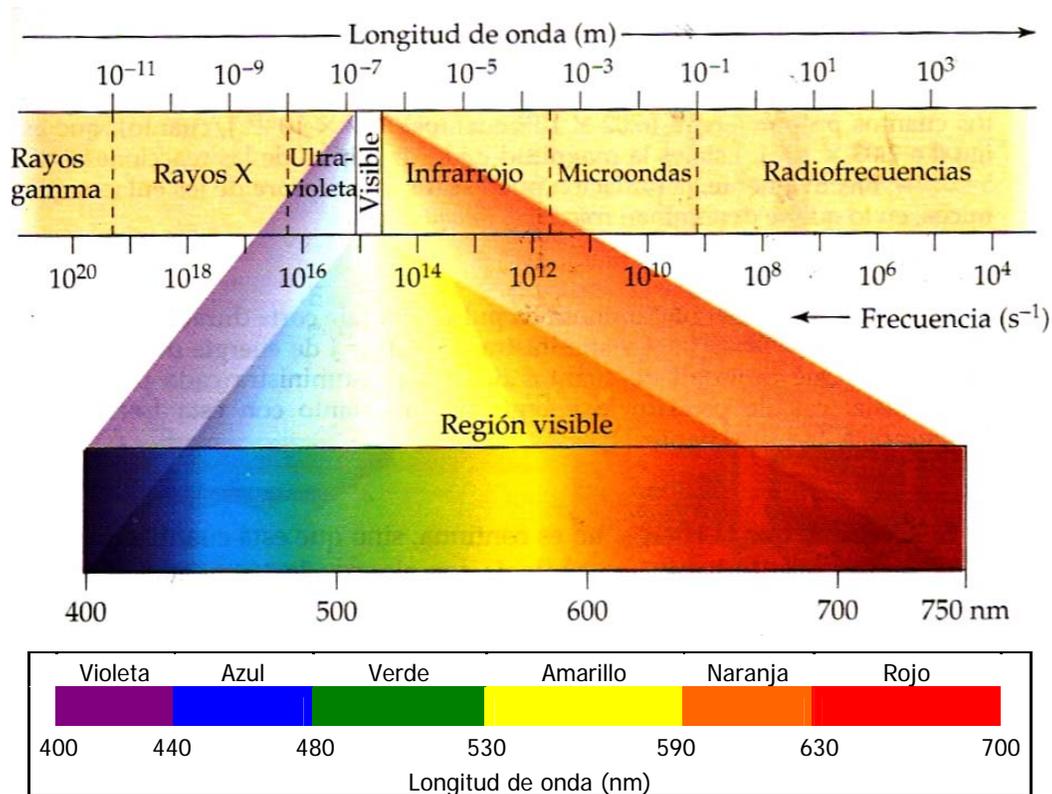


Figura 2.9 Longitudes de onda de los principales colores a las cuales es sensible el ojo humano

Al conjunto de estas longitudes de onda se le llama espectro visible, el cual comprende longitudes de onda que van de los 4×10^{-6} mm a los 7×10^{-6} mm. La percepción del color es afectada por tres entidades (Lawless, 1998):

- La composición física y química del objeto
- La composición espectral de la luz
- La sensibilidad de los observadores

La luz puede ser refractada, reflejada, transmitida o absorbida por un objeto, lo cual lleva a la variación de su color, que a su vez puede variar en tres dimensiones: tono (hue, h°), lo que el consumidor llama "color", luminosidad (relación entre la luz absorbida y reflejada) también llamado brillo de un objeto y la saturación refiriéndose a la pureza del color (Lawless, 1998).

2.8.3 Evaluación de color en alimentos: métodos sensoriales e instrumentales

La medición del color es el proceso para encontrar la relación del fenómeno psicológico (color) con el fenómeno físico (flujo luminoso, longitud de onda, etc.) que provoca la percepción. El análisis cualitativo involucra la inspección visual del color y la comparación con muestras estándares. Como la percepción del color difiere de persona a persona y depende de la iluminación y otros

factores, muchas industrias correlacionan la medida visual del color con la medida instrumental del mismo (Escamilla, 2006).

Los instrumentos de medición del color buscan simular la manera en el cual los ojos humanos ven el color de un objeto, bajo determinadas condiciones de iluminación y proporcionar una medida cuantitativa.

El colorímetro es un instrumento analítico basado en la espectrofotometría que permite la cuantificación de diferencias en coloración no perceptibles por el ojo humano, lo cual tiene una amplia aplicación en la cuantificación de variaciones de color en alimentos (O'Sullivan, *et. al.*, 2003). En la industria alimenticia el más popular método de medición de color es el L^*a^*b o también conocido como el sistema CIELAB.

La CIE [por sus siglas en francés, Commission Internationale de l'Eclairage, (Comité Internacional de la Iluminación)] desarrolló los sistemas más utilizados para la determinación del color, los cuales se basan en el uso de fuentes de iluminación estándar y un observador estándar (por ejemplo, iluminación D_{65} y observador 10°).

El espacio físico de colores, definido en 1931 por la CIE, se basa en la teoría de la percepción tricromática. Se sabe que para el ojo es posible reconstruir todos los estímulos coloreados mezclando cantidades apropiadas de los tres estímulos fundamentales: rojo, verde y azul.

Dentro de la multitud de espacios definidos actualmente, la CIE recomendó en 1976 el espacio de color CIELAB adoptado también como norma (UNE, 1984). El espacio de color CIELAB es un sistema tridimensional esférico definido por tres coordenadas colorimétricas, L^* , a^* y b^* , las cuales son magnitudes adimensionales y se calculan a partir de fórmulas matemáticas.

La coordenada L^* recibe el nombre de claridad o luminosidad, y puede tomar valores entre 0 y 100. Las coordenadas colorimétricas a^* y b^* , forman un plano perpendicular a la luminosidad. La coordenada a^* define la desviación del punto acromático correspondiente a la luminosidad, hacia el rojo si a^* es positiva y hacia el verde si es negativa. Análogamente, la coordenada b^* define la desviación hacia el amarillo si b^* es positiva y hacia el azul si es negativa (Hui, *et. al.*, 2006).

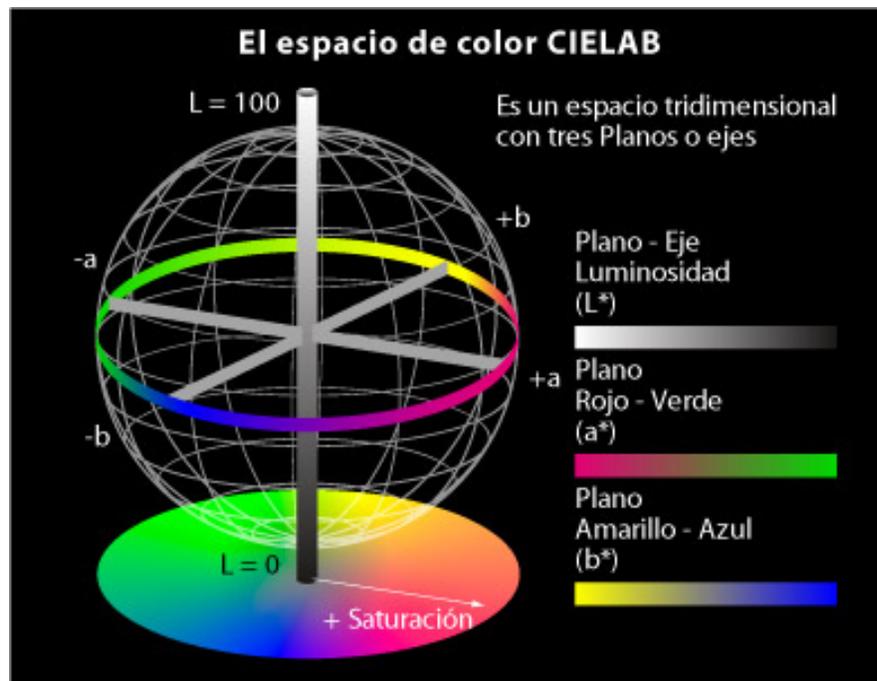


Figura 2.10 Representación gráfica de las coordenadas $L^*a^*b^*$

2.8.4 El color en la carne

Existen distintos estudios referidos a la evaluación de color en alimentos, haciendo uso de métodos sensoriales e instrumentales, donde se comparan y correlacionan los datos obtenidos por los jueces, consumidores y el instrumento de medición que es el colorímetro, obteniéndose información complementaria con ambos métodos (Devatkal, *et. al.*, 2004; Kim y Lee, 2002; Raes, *et. al.*, 2003; Tan, 2004).

El color de la carne se puede determinar por medio de los pigmentos presentes en la misma, los cuales, para fines prácticos clasificaremos en cuatro tipos: el primer lugar tenemos a los pigmentos biológicos (carotenos y hemopigmentos), que son acumulados o sintetizados en el organismo *antemortem*; el segundo corresponde a los pigmentos producidos por daños durante su manejo o por unas condiciones de proceso inadecuadas; el tercero correspondería a la formación de pigmentos *postmortem* (por reacciones enzimáticas o no), y el cuarto al uso de colorantes naturales o artificiales que se pueden añadir al producto cárnico (Hui, *et. al.*, 2006).

Aspectos químicos y bioquímicos del color de la carne

El color rojo de la carne se debe principalmente a los hemopigmentos: la hemoglobina y la mioglobina. Sin embargo también existen, aunque en pequeñas concentraciones, diferentes

sistemas enzimáticos cuyas coenzimas o grupos prostéticos tienen propiedades cromóforas; entre éstos se cuentan las peroxidasas y las enzimas responsables del mecanismo del transporte de electrones, como los citocromos y las flavinas, que contiene riboflavina de color amarillo (Badui, 2006).

Desde el punto de vista de procesamiento de carnes, el pigmento más importante es la mioglobina, dado que la hemoglobina se elimina durante el desangrado de los animales en el proceso de matanza. En un músculo promedio de bovino, el 10% del hierro está en forma de mioglobina, mientras que después del sacrificio del animal, es decir, una vez que ha sido desangrado y por lo tanto eliminado la mayor parte del hierro en la hemoglobina, el 95% del hierro está presente como mioglobina (Badui, 2006).

El grupo hemo presente en la mioglobina, al igual que en la hemoglobina y en otras proteínas es, una metaloporfirina. Estas moléculas se caracterizan por ser muy coloreadas, resultado de su estructura tetrapirrólica cíclica conjugada. El grupo hemo está constituido por una estructura anular orgánica compleja, la protoporfirina, a la que se encuentra unido un átomo de hierro en estado ferroso (Hui, *et. al.*, 2006). El hierro, al ser un metal de transición, está coordinado con cuatro nitrógenos del anillo de porfirina y a un residuo de histidina de la globina, queda una sexta posición disponible para unirse con otro ligando de acuerdo con el grado de oxidación del hierro y, por tanto, de esto dependen el color que se produce (Badui, 2006).

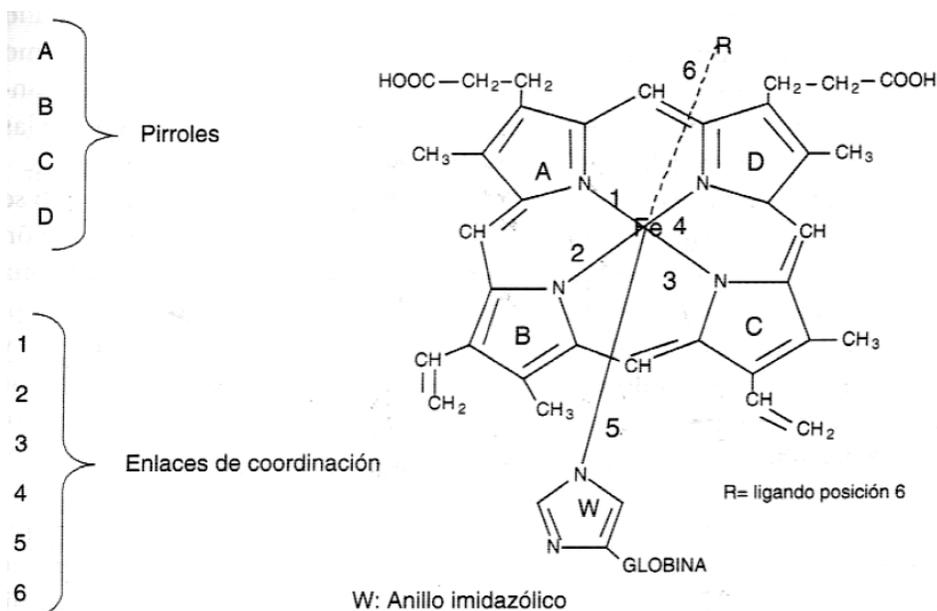


Figura 2.11 Estructura simplificada del grupo hemo de la mioglobina

La pigmentación del músculo estriado varía en intensidad, de acuerdo con la cantidad del pigmento y de tonalidad, según el grado de oxidación del grupo hemo dado por el ambiente gaseoso. La cantidad de mioglobina en el músculo depende del tipo de metabolismo que se lleva a cabo en un músculo en particular: glucolítico (movimientos lentos) en el cual son más abundantes las fibras blancas con poca mioglobina, u oxidativo (movimientos rápidos) con mayor abundancia de fibras rojas con más cantidad de mioglobina (Badui, 2006)

La mioglobina es una molécula altamente reactiva, con capacidad de producir compuestos iónicos y covalentes con otras moléculas; los de interés para el tecnólogo de alimentos son los segundos, ya que en esta categoría están los responsables de los colores típicos de la carne y sus derivados. El estado de oxidación de la mioglobina varía con las condiciones de almacenamiento, y presenta tres pigmentos diferentes derivados del grado de oxidación (Badui, 2006).

Cuando el sexto enlace de coordinación se encuentra libre, a la mioglobina se le denomina como **desoximioglobina** que presenta una coloración púrpura, cuando ese enlace se encuentra ocupado por el oxígeno se forma un complejo no covalente entre este gas y la mioglobina y se le denomina **oximioglobina**, siendo su coloración rojo cereza o rojo brillante. Cuando el estado de oxidación del átomo de hierro se modifica al estado férrico, el sexto enlace de coordinación es ocupado por una molécula de agua, denominándose entonces **metamioglobina** y presenta una coloración marrón (Hui, *et. al.*, 2006).

2.8.5 Métodos de determinación del color de la carne

El color de la carne y productos cárnicos desde un punto de vista físico está determinado por la forma por la cual éstos interactúan con la luz (absorción, transmisión, reflexión o dispersión). El color de la carne, desde el punto de vista físico, evoluciona desde el mismo momento del sacrificio. Después de que el animal es sacrificado, la luz incidente es capaz de penetrar en la carne a una profundidad considerable.

Las mediciones de color de la carne y productos cárnicos involucran dos métodos básicos: la apreciación visual humana (método subjetivo) y el análisis instrumental (método objetivo). Según Strange *et. al.* (1974) el método preferido para medir la aceptación por parte del

consumidor es la evaluación del color por un panel de jueces entrenados; sin embargo, existen varios inconvenientes tanto con respecto a los jueces como a las muestras. Entre estos inconvenientes se pueden destacar, desde el punto de la materia prima, la gran variabilidad en la concentración de hemopigmentos, las características de corte en la superficie donde se van a efectuar las determinaciones, el grado de desecación de la pieza, el estado químico de la mioglobina y las propiedades de dispersión y reflexión de los pigmentos musculares. Desde el punto de vista de los jueces, hay que tener en cuenta que estas mediciones consumen tiempo y, por tanto, los jueces son propensos a cometer errores subjetivos; por ello se debe limitar el número de muestras a evaluar en una sesión dada.

En la actualidad el método o técnica de más uso es el desarrollado por Swatland (1994), ya que no es destructivo y permite el estudio de la muestra a lo largo del tiempo; es el que se basa en la reflexión de la luz por parte del grupo hemo en sus diferentes estados, a partir del modelo matemático que establece la relación entre los coeficientes de dispersión y absorción de la luz con reflexión.

Los espectros de reflexión de los distintos estados de la mioglobina coinciden en determinadas longitudes de onda. A partir de éstos se puede calcular la relación de cada uno de los estados de la mioglobina en la muestra. En la Figura 2.12 se pueden apreciar los puntos isobélicos en carne fresca. A 525 nanómetros se encuentra el punto isobélico para los tres estados de la mioglobina, mientras que a 474 nanómetros coinciden la metamioglobina y la oximioglobina. La desoximioglobina y la oximioglobina presentan a 572 nanómetros el punto isobélico y por último, la desoximioglobina y la metamioglobina lo forman a 610 nanómetros (Hui, *et. al.*, 2006).

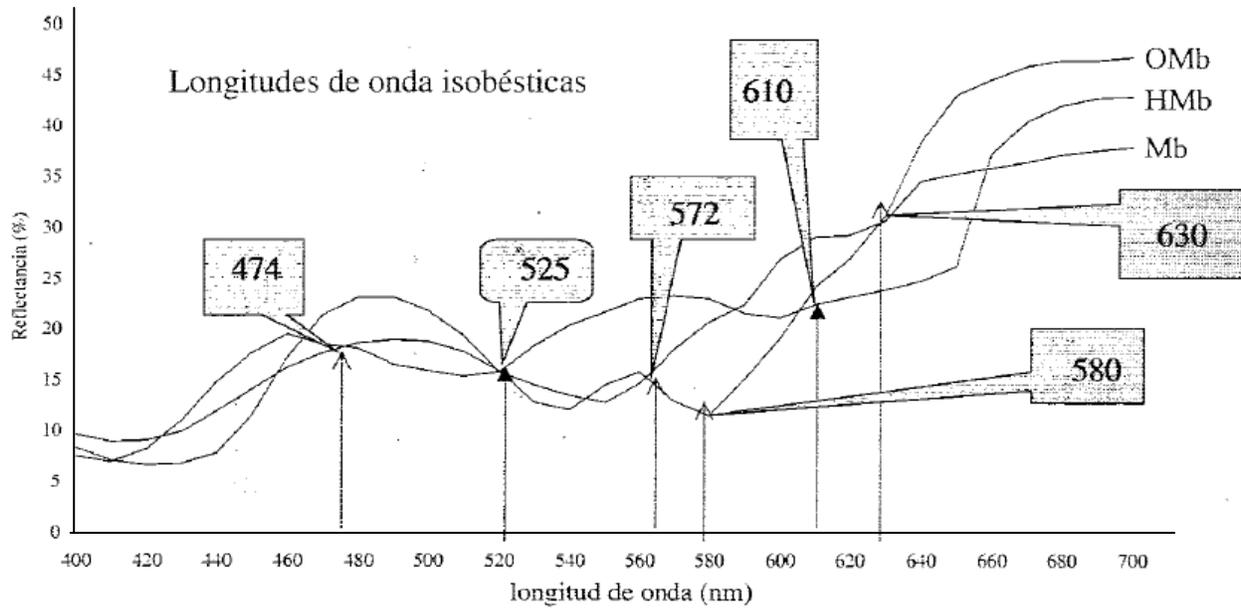


Figura 2.12 Espectro de reflexión de los distintos estados de la mioglobina (Mb: desoximioglobina; HMb: metamioglobina; OMb: oximioglobina) y longitudes de onda.

3. OBJETIVOS

Este proyecto forma parte del macroproyecto multidisciplinario titulado "Productividad sostenible de los hatos de cría de pastoreo. Área alimentos: calidad inocuidad y desarrollo de productos cárnicos". En el cual se evaluará la aplicación de tecnologías de procesado mínimo y evaluación de la calidad integral. El proyecto en su conjunto tiene como objetivo específico conocer por medio de técnicas de análisis físicos (mecánicos y térmicos), químicos, microbiológicos y sensoriales, el efecto de tratamientos de alta presión y vacío sobre las características y propiedades de la carne fresca y productos cárnicos, para establecer las condiciones de procesamiento y conservación que permitan obtener productos estables, seguros y de calidad.

General:

Realizar la evaluación a lo largo del tiempo del perfil sensorial de carne de bovino almacenada en congelación y la evaluación del color mediante métodos instrumentales

Específicos:

- ❖ Selección y entrenamiento de un panel de jueces que evalúen los atributos sensoriales de cortes de carne bovina de alto precio (milanesa, cuete, filete sirloin y chambarete) y alto consumo (falda y espaldilla).
- ❖ Generación del perfil sensorial de las muestras en estudio.
- ❖ Determinar las condiciones óptimas de la evaluación instrumental de color.
- ❖ Evaluación del color en los cortes de bovino y estudio de los cambios a lo largo del tiempo.

4. HIPÓTESIS

- ❖ Si se aplica una metodología descriptiva de evaluación sensorial basada en los métodos de QDA y TPA, entonces los panelistas serán capaces de discriminar pequeñas diferencias en los atributos sensoriales de la carne entre los distintos cortes de carne de bovino evaluados.
- ❖ Si se evalúa de manera espectrofotométrica el color de los cortes estudiados, entonces se podrán cuantificar modificaciones en el color de la carne debidas al procesamiento (refrigeración, congelación) al que son sometidas.
- ❖ Si se desarrolla una metodología de evaluación sensorial descriptiva, entonces se encontrará una buena correlación entre estos resultados y los obtenidos por métodos instrumentales.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

El método escogido para la Evaluación Sensorial de los cortes tanto de alto precio como de alto consumo fue el Análisis Descriptivo tanto Cuantitativo como de Perfil de Textura. Se evaluó la Apariencia de carne cruda y cocida. El diagrama de trabajo se presenta en la Figura 5.1.

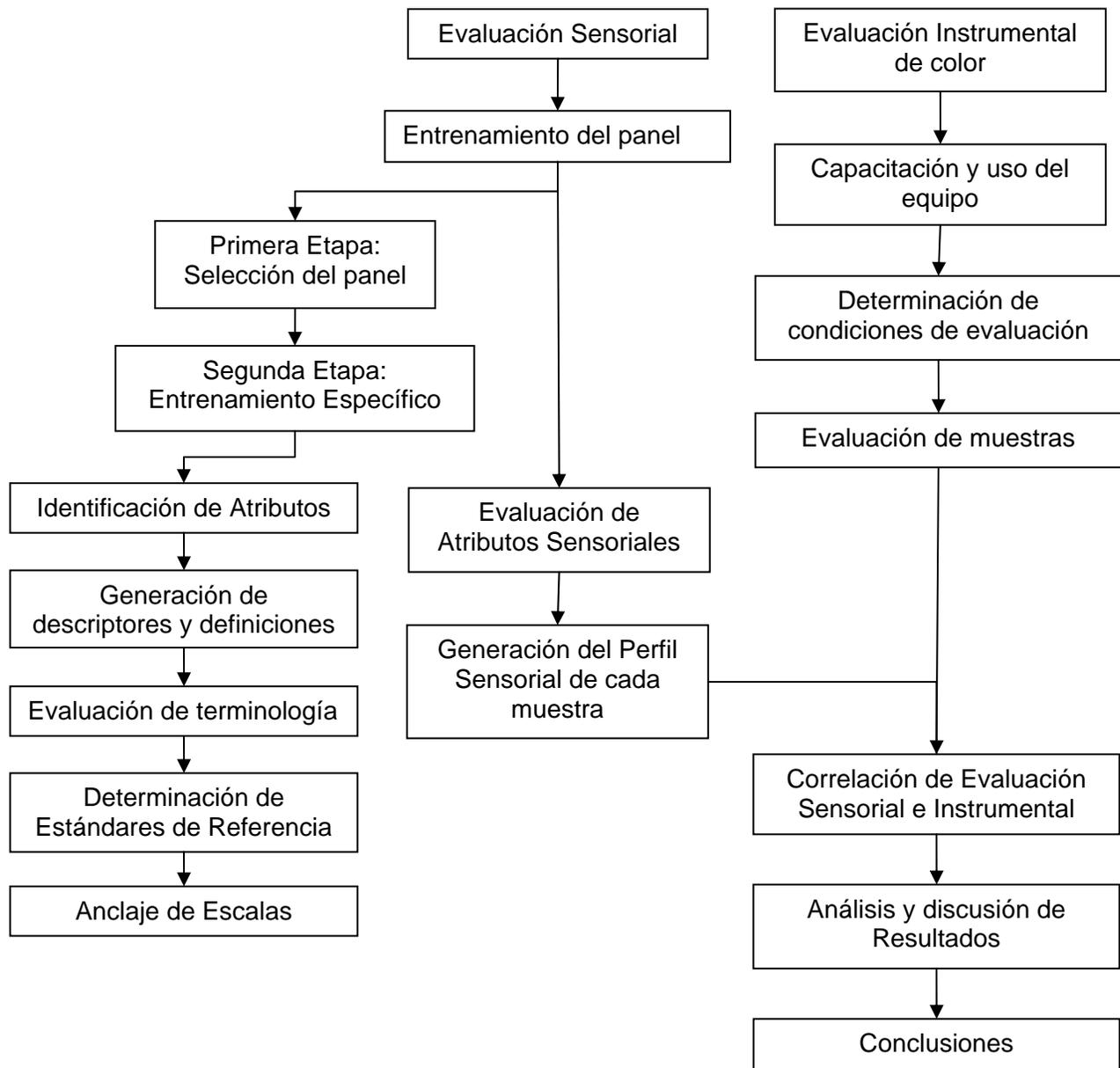


Figura 5.1 Metodología de Evaluación de Carne de Bovino

5.1 Desarrollo de la metodología

En el presente proyecto se estudiaron cinco cortes de alto precio: milanesa, cuete, filete, sirloin y chambarete, y dos cortes de alto consumo (Escamilla, 2006) de carne bovina: falda y espaldilla. La razón por la cual se estudiaron los cortes de alto precio fue porque al ser tanto de alto consumo como de alto precio es importante encontrar y estudiar diferentes metodologías de conservación con el fin de prolongar su tiempo de vida sin que se vean afectadas sus características fisicoquímicas y sensoriales; por otro lado los de alto consumo son productos altamente demandados por la población lo que hace que sus volúmenes de venta sean altos, siendo por tanto, económicamente importantes.

A estas muestras se les determinó el perfil sensorial. Las muestras se evaluaron el mismo día que fueron compradas, para generar el perfil sensorial al tiempo cero y las muestras de alto precio se almacenaron en congelación a -20 ± 2 °C evaluándose una muestra de cada corte durante ocho semanas. Las muestras de alto consumo presentaron una rotación en el mercado de semanas no siendo necesaria su conservación en congelación.

5.2 Evaluación Sensorial

La evaluación sensorial de las muestras se llevó a cabo mediante un panel de jueces entrenado en la metodología del Análisis Descriptivo basado en QDA y TPA; dicho entrenamiento se llevó a cabo por fases que se explicarán a continuación.

- 1ª Fase: Selección de jueces

Se extendió la invitación a participar en el proyecto a toda la comunidad estudiantil de la Facultad de Química; a las personas interesadas se les aplicó un cuestionario para conocer su estado de salud y sus hábitos alimenticios, así como la disposición de tiempo e interés en el proyecto una vez explicado el mismo. A cada uno de los participantes se le explicó el objetivo del proyecto y de la importancia de su participación, para someterse así a la etapa de selección de jueces.

Las pruebas realizadas para conocer las características y habilidades de los candidatos fueron:

- Encuesta de Salud y Hábitos alimenticios: La cual permitió conocer el estado en general de salud del individuo y descartar enfermedades que pudieran alterar los sentidos, lo cual

impediría a la persona participar en el entrenamiento. Así como determinar que los hábitos del individuo no limitaran su capacidad discriminante.

- Pruebas Sensoriales: Se incluyeron en esta categoría pruebas de umbral para los gustos ácido, amargo y salado, pruebas triangulares con distintos productos, pruebas de reconocimiento de olores para notas comunes y cárnicas, así como pruebas de memoria olfativa.

La finalidad de este tipo de pruebas es determinar la capacidad discriminante de los participantes, evaluar la manera en que usan los sentidos como herramientas para reconocer un estímulo y su habilidad para expresar sus percepciones.

Pruebas de Umbral

Para las pruebas de umbral de los gustos ácido, amargo y salado se les dio a los panelistas soluciones de diferentes concentraciones de ácido cítrico, cafeína y cloruro de sodio respectivamente, que provocan los gustos de interés (Tabla 5.1). Una vez que se generaron los datos se realizó una regresión lineal de la gráfica de percepción contra las concentraciones del estímulo con el fin de calcular el umbral absoluto que es la concentración a la cual el 50% de los jueces reconoce el gusto básico del que se trata.

Tabla 5.1 Concentraciones utilizadas para realizar las pruebas de umbral de los gustos básicos

Gusto Básico	Compuesto empleado	*Rango de concentraciones
Ácido	Ácido cítrico (Takasago, mayo 2000. CAS 5949-29-1. PM210.14)	0 - 1 %
Amargo	Cafeína (Alyt. Reactivo analítico C2500. CAS 58-08-2. Lote 971003-AI. PM 194.19)	0 - 0.2 %
Salado	Cloruro de sodio (Sal refinada LA FINA, Sales del Istmo, S. A. de C. V.)	0 - 0.035 %

*Concentraciones evaluadas por grupos similares (Martínez, 2006; Jardón, 2006 y Aldape, 2006)

Pruebas Triangulares

Para determinar la capacidad discriminante de los panelistas trabajó con una serie de 8 pruebas triangulares con 3 réplicas cada una. En cada caso, se pidió a los jueces encontrar la muestra diferente de una triada. Para esto se utilizaron diferentes tipos de productos comerciales que se muestran en la Tabla 5.2, de tal manera que cada juez evaluó la diferencia entre los pares de muestras A-B, B-C y A-C. Cada muestra se presentó con un código de 3 dígitos, el orden de

presentación de las muestras y de las triadas se hizo de manera aleatoria. Al igual que, se alternó la muestra diferente en cada triada; todo lo anterior para evitar errores de predisposición entre los jueces.

Tabla 5.2 Muestras que se utilizaron en las pruebas Triangulares

Producto	Marca
Chicharrón de cerdo	Ovar B ®
	Barcel ®
	Sabritas
Refresco de cola	Coca – cola ®
	Great Value ®
	Big Cola ®
Jamón	Fud®
	Peñaranda®
	San Rafael ®
Papas fritas	Sabritas ®
	OK! ®
	Barcel ®
Chorizo de pamlona	Peñaranda ®
	Del fuerte ®
	Hérdez ®
Jugo de tomate	Sonrisa ®
	Jumex ®
	Great Value ®
Chícharos	Great Value ®
	La Costeña ®
	Hérdez®
Champiñones	Monteblanco ®
	Del fuerte ®
	Hérdez ®

Este tipo de pruebas permitió observar la familiaridad que tienen los jueces con productos cárnicos, así como determinar la capacidad de los mismos para distinguir la diferencia entre dos muestras muy similares entre sí.

Reconocimiento de olores y memoria olfativa

Se realizaron dos pruebas generales de olores y dos de memoria olfativa, presentando a los jueces una serie de muestras de diferentes estándares de olores, siendo estos de dos tipos principalmente: las notas básicas (especias, notas verdes, menta, etc.) y se incluyeron algunas notas cárnicas; los olores se presentan en la Tabla 5.3.

Tabla 5.3 Olores que se utilizaron en las pruebas de reconocimiento de olores y memoria olfativa

Notas comunes	Casa	Notas cárnicas	Casa
Café	Quets	Humo	Sodexim
Canela	Quets	Pollo	Sodexim
Cebolla	Quets	Res	Sodexim
Clavo	Quets		
Limón	Sodexim		
Menta	Quets		
Notas Verdes	Quets		
Orégano	Lucta		
Pimienta	Lucta		
Hierbabuena	Sodexim		

Las notas básicas o familiares y la prueba de reconocimiento de olores en general, permitieron monitorear la capacidad de los jueces para relacionar un estímulo olfativo con eventos previos, mientras que la prueba de memoria olfativa es una herramienta para revelar la capacidad de los jueces de memorizar un estímulo. Las notas cárnicas, además, permitieron familiarizar a los jueces con las mismas. Para la prueba de identificación se evaluó la capacidad de los participantes para reconocer y nombrar diferentes olores.

Para la prueba de memoria olfativa se evaluaron olores no familiares; como primer paso se pidió a los jueces decir qué olor es el que se les presenta y a qué alimento les recuerda. Al final de la prueba se les indicó cual era el olor evaluado. Transcurridas dos semanas se volvieron a evaluar los mismos olores y se les pidió decir que olor era cada uno; determinando la capacidad de los jueces para recordar y nombrar los olores previamente aprendidos.

Una vez terminada esa fase, la selección de los jueces se realizó con base a los siguientes criterios:

- Uso adecuado de los sentidos
- Buena memoria olfativa y gustativa que se evaluó con el porcentaje de reconocimiento (porcentaje de aciertos igual o mayor a 75%) y umbrales generales o iguales al grupal, (0.083% para salado, 0.023% para ácido y 0.029% para amargo)
- Buena capacidad discriminante (porcentaje de aciertos en pruebas triangulares)
- Capacidad para expresar los estímulos percibidos
- Disponibilidad para asistir a todas las sesiones de entrenamiento (evaluado con la asistencia, 95% de asistencia)

- Poseer un buen estado de salud
- Gusto por las muestras a evaluar

▪ 2ª Fase: Sesiones de entrenamiento

Esta segunda fase, se llevó a cabo con base en el QDA y TPA (explicados anteriormente), en donde se generaron los descriptores, se estandarizaron y fijaron escalas de tal manera que se evaluaron dichos descriptores en las muestras de interés.

Las sesiones de entrenamiento tuvieron como objetivos:

- Familiarizar a los panelistas con la metodología del análisis descriptivo
- Mejorar las habilidades discriminantes de los panelistas
- Generar la terminología, así como, enseñar el uso correcto de las escalas y unificar criterios de evaluación.
- Enseñar el uso correcto de las escalas y unificar criterios de evaluación

Para alcanzar estos objetivos fue necesario dividir el período de entrenamiento en dos etapas.

Primera etapa del entrenamiento

En esta etapa se generaron descriptores para carne de porcino y bovino, con características claramente diferentes, con el fin de que conocieran la gama de atributos en los diferentes tipos de productos dentro de la industria cárnica.

Mediante sesiones grupales, se refinó el lenguaje generado por los panelistas. Es decir, se eliminaron sinónimos, antónimos, terminología ambigua y terminología que no aplicaba a la muestra evaluada. Por ejemplo:

- Sinónimos: es el caso de homogéneo – heterogéneo.
- Antónimos que evaluaban la misma característica como opaco – no brillante.
- Terminología que no aplicaba para la muestra como elástico

Para los atributos de textura se utilizó la descripción dada por el TPA, también se discutieron los términos y de manera grupal se seleccionaron los que mejor describían los atributos de la carne

Tabla 5.4 Descriptores generados en las primeras sesiones grupales

Descriptores generados en carne cruda		
Olor	Apariencia	Textura mecánica
carne cruda	Brillosa	suave
fresco	rosa pálido	blando
sangre	grasosa	pegajoso
grasa	estriada	húmedo
pasada	opaca	liso
penetrante	seca	fibroso
humedad	húmeda	extensible
	fibrosa	maleable
	suave	duro
	roja	flexible
	café	elástico
	laminada	firme
	seca	grasoso
	jugosa	rugoso
		porosa
		seca

Descriptores generados en carne cocida				
Olor	Apariencia	Textura mecánica	Textura en boca	Sabor
carne	café	dura	dura	carne
grasa	brillosa	húmeda	masticable	salado
cerdo	húmeda	rugosa	grasosa	insípido
carne cocida	pálida	firme	rugosa	ácido
dulce	beige	suave	jugosa	metálico
	rugosa	compacta	fibrosa	oxidada
	suave	jugosa	fracturable	grasa
	jugosa	seca	laminada	hígado
	fibrosa	blanda	elástica	
	marmoleada	fracturable	con nervios	
	rugosa	áspera		
	opaca	cueruda		
	estriada	elástica		
	seca	lisa		
	firme	elástica		
	compacta	con nervios		

Durante estas sesiones se discutió y determinó, con el apoyo de referencias los siguientes puntos:

- Descriptores de mayor importancia en la carne bovina
- Definiciones y procedimiento óptimo de evaluación para cada descriptor
- Anclaje de escalas para cada descriptor

La lista definitiva de descriptores se conformó por 26 atributos agrupados de la siguiente manera:

- Apariencia cruda y cocida: Color, fibrosidad, brillo, grasa superficial, grasa intramuscular, contenido de nervio, jugosidad y homogeneidad.
- Olor: intensidad.
- Textura en boca: dureza, masticabilidad, fibrosidad, jugosidad.

Segunda etapa del entrenamiento

En la segunda etapa, se monitoreó a cada panelista para evaluar su desempeño mediante evaluaciones de intensidad de cada descriptor generado para cada atributo de apariencia, textura, olor y sabor en diferentes productos cárnicos, utilizando estándares de referencia. La intensidad de cada descriptor fue evaluado empleando una escala numérica de 9 puntos anclada según el descriptor que se tratara. Cabe mencionar que todas las escalas se emplearon de manera ascendente, es decir, 1 para percepción muy ligera del atributo y 9 para el caso de máxima percepción del atributo. Todas las escalas tenían una longitud de 9 cm. Se presentaron estándares físicos para los extremos de cada escala durante el período de entrenamiento, un ejemplo se muestra en la Figura 5.2)

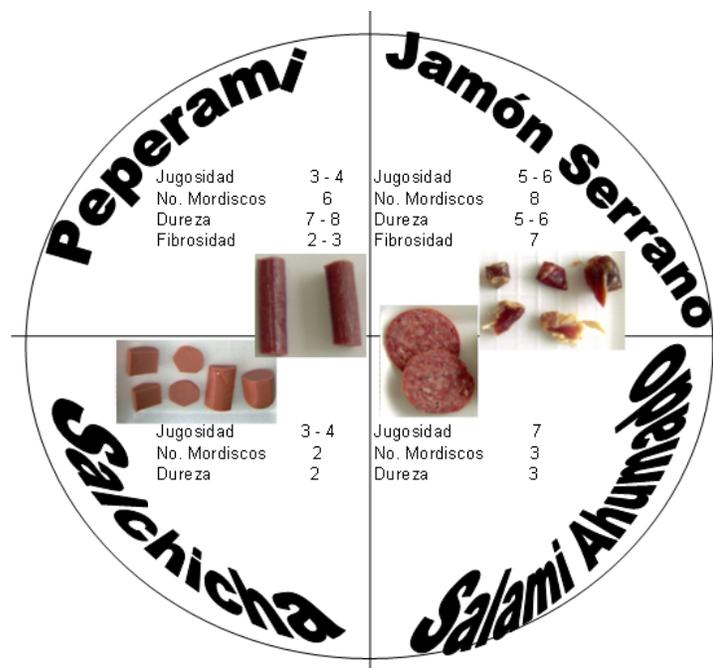


Figura 5.2 Estándares utilizados para el entrenamiento del panel y anclaje de escalas

Este período continuó hasta que los panelistas se familiarizaron con las muestras de carne a evaluar y la metodología empleada. Cuando los resultados de algún panelista se desviaban del

grupo recibía retroalimentación personal en el atributo específico y se le proporcionaba entrenamiento adicional y estándares de referencia en la intensidad donde mostrara dificultad para evaluar.

Una de las razones por las cuales se llevo a cabo el entrenamiento en dos etapas fue para que los jueces logran evaluar con un CV del 35% o menos

5.3 Evaluación Instrumental de color

Para llevar a cabo la evaluación de color de manera instrumental en las muestras de estudio se utilizó el espectrofotómetro Minolta CM – 3600d. Este instrumento permite la evaluación de color en dos modalidades como son el % de Reflectancia y % de Transmitancia, eligiéndose cualquiera de ellos de acuerdo al tipo de muestra a analizar. También es capaz de indicar los valores numéricos de los atributos del color en distintos sistemas como lo son el CIE L*a*b* y Hunter Lab.



Figura 5.3 Colorímetro Minolta CM – 3600d

Tipo de análisis

Debido a que las muestras a analizar fueron clasificadas como cuerpos opacos, ya que no permiten el paso de la luz incidente sobre ellas, la evaluación de color se llevo a cabo en % de Reflectancia y con incidencia de luz solar o luz de día (D65) sobre la muestra. El reporte de los atributos de color se obtuvo en el sistema CIE L*a*b*.

Condiciones de análisis

Antes de llevar a cabo cualquier evaluación, el instrumento es calibrado con un negro y un blanco (suministrados por el proveedor); como parte de la calibración se indica al equipo cuales son las condiciones de trabajo, las cuales se muestran en la Tabla 5.5

Tabla 5.5 Condiciones de análisis en la evaluación instrumental de color

Característica	Condición
No. de disparos o flashes	1
Estándar	Nulo
Energía UV	Incluida
Componente especular	Excluido
Área de visión	Pequeña
Iluminante	D65 (Luz de día, natural 6504 K)
Detector	10°
Sistema de reporte de color	CIE L*a*b*
Número de mediciones por muestra	12

El número de disparos fue sugerencia del proveedor debido al tipo de muestras en estudio y también porque el equipo sufre menos desgaste con el paso del tiempo, la energía UV es incluida en la determinación ya que se requiere que la evaluación de los productos se realice con luz de día; el componente especular excluido (SCE), se seleccionó porque permite correlacionar la medida hecha por el ojo humano y el instrumento, por lo que este, al evaluar el color toma en cuenta el brillo y la textura (apariencia) de la muestra, lo que permite mayor discriminación por parte del equipo. El detector que funge como observador, esta situado en todos los análisis en 10°, ya que el equipo así lo tiene ajustado.

Para llevar a cabo la evaluación de color en la carne, se tomaron pequeños cortes de la muestra evaluada por el panel y se cubrieron con una película plástica, evitando las burbujas de aire, tal como se muestra en la Figura 5.4



Figura 5.4 Evaluación de color instrumental en carne de bovino.
a) Preparación de muestras, b) Forma de colocación en el equipo

Al igual que los resultados de la evaluación sensorial, los resultados de la evaluación instrumental fueron analizados estadísticamente con las pruebas de ANOVA.

- 3ª Fase: Análisis estadístico

Una vez generados los resultados se realizó un análisis de varianza (ANOVA), para que de esta forma se determinaran diferencias significativas con un 95% de significancia. Todo esto se llevó a cabo empleando el software Stat Graphics for Windows 5.1, Profesional Edition.

6. RESULTADOS Y ANÁLISIS

6.1 Muestras de Carne

Los cortes de carne evaluados en este trabajo se adquirieron en una renombrada cadena de mercado. Para las muestras de alto consumo, se compraron y se evaluaron en fresco, únicamente sometidas a refrigeración. En cuanto a los cortes de alto precio, se adquirió un lote de 4Kg, por corte, divididos en paquetes de 500 g, para evaluar en el transcurso de 12 semanas.

Tabla 6.1 Cortes Evaluados

Cortes de Alto Precio	Cortes de Alto Consumo
Milanesa	Espaldilla
Cuete	Falda
Filete	
Sirloin	
Chambarete	

Los cortes de alto consumo se evaluaron el mismo día de la compra. Los cortes de alto precio se almacenaron en congelación, retirando únicamente un paquete de cada corte, descongelándose lentamente (refrigeración) 48 horas antes de la evaluación.

6.2 Evaluación Sensorial

6.2.1 Selección del panel

Como se había mencionado anteriormente, la selección de los jueces se basó en los datos obtenidos de las pruebas de "Encuesta de salud y hábitos alimenticios" y "Pruebas Sensoriales". El trabajo de selección del panel se comenzó con 24 personas, cuyos nombres aparecen en la Tabla 6.2.

Tabla 6.2. Posibles candidatos para participar en el panel

No. Juez	Nombre
1	Agustín Reyo Herrera
2	Belén Ramírez Gómez
3	Benjamín Romero Soto
4	Claudia Franco Rangel
5	Diana Betsabé González
6	Gabriela Gachuz López
7	Jessica M. Robert Rivera

8	Jorge Velazquez Reyes
9	Ma. De Lourdes Osnaya S.
10	Luisa María Acuña Muñoz
11	Magally Vargas Miranda
12	Mauricio Franco Castillo
13	Mireya Rubio Ayala
14	Montserrat Frías Hermosillo
15	Noé Rodríguez Cruz
16	Oscar Arias Torres
17	Osvaldo García García
18	Pamela E. Sánchez Díez
19	Samantha Castillo Hernández
20	Susana Zaragoza López
21	Verónica Camarillo Vega
22	Eduardo Martínez López
23	Aria Berenice García García
24	Adrián Martínez Escobar

A todos los candidatos se les aplicaron las siguientes pruebas sensoriales, con el fin de seleccionar a los participantes definitivos

Pruebas de Umbral

Para el caso de las pruebas de umbral se encontró que los umbrales de percepción del grupo (Tabla 6.3) fueron 0.083 g/ml de cloruro de sodio para el gusto salado, 0.023 g/ml de ácido cítrico para el gusto ácido y finalmente, 0.030 g/ml de cafeína para el gusto amargo.

Tabla 6.3 Umbral del grupo para los diferentes gustos

Gusto	umbral g /ml
Salado	0.083
Ácido	0.023
Amargo	0.03

Con base en estos resultados se evaluó a las personas que presentaron umbrales cercanos al del grupo y que no tenían problemas para identificar los gustos básicos. En las gráficas de umbral para los gustos básicos evaluados (Figuras 6.1, 6.2, 6.3) se puede apreciar que para el cálculo del umbral grupal se interpola al porcentaje (%) de reconocimiento para conocer la concentración a la cual el 50% de los participantes reconoce el gusto básico.

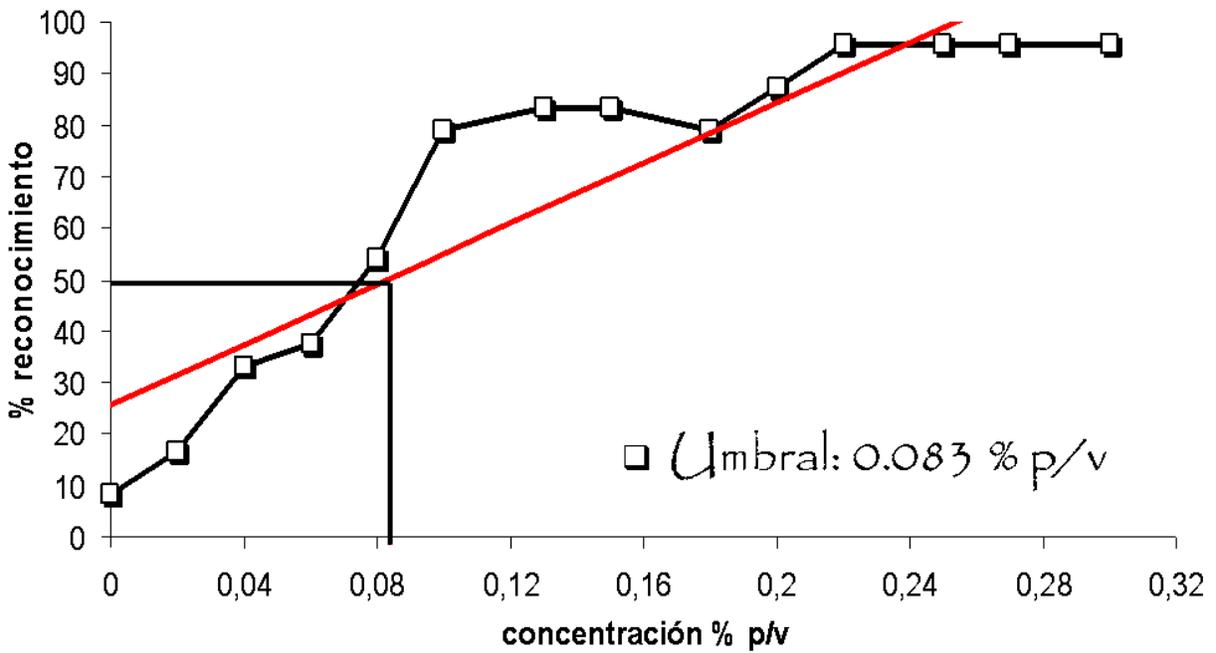


Figura 6.1 Umbral Salado

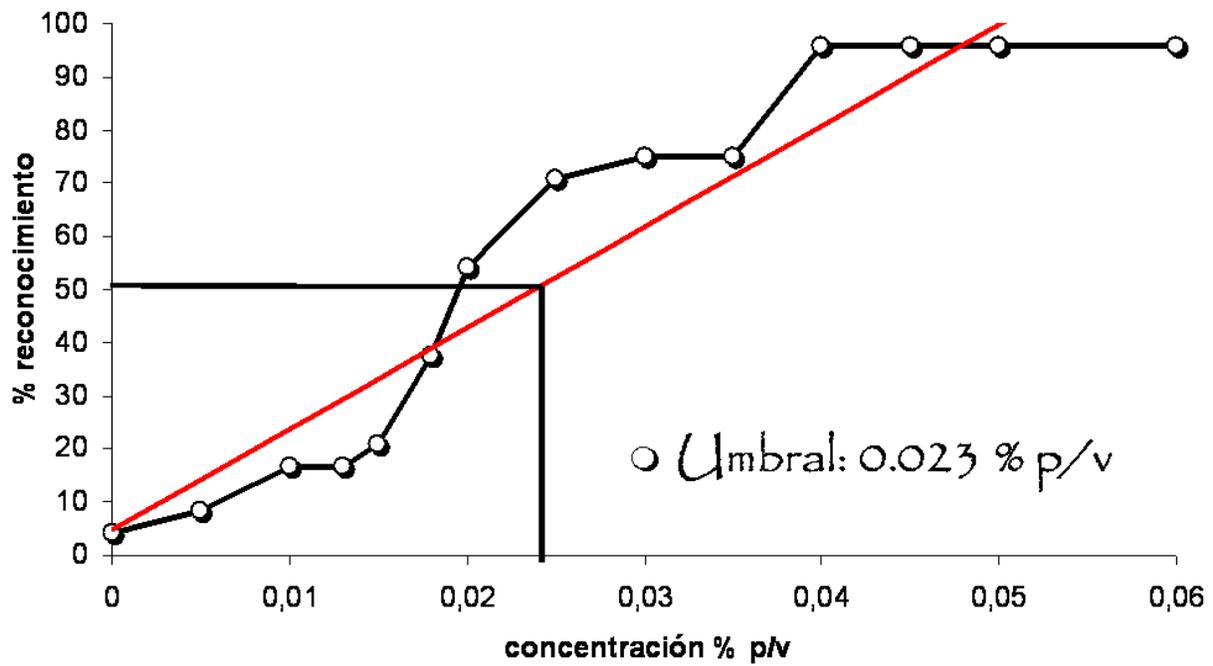


Figura 6.2 Umbral Ácido

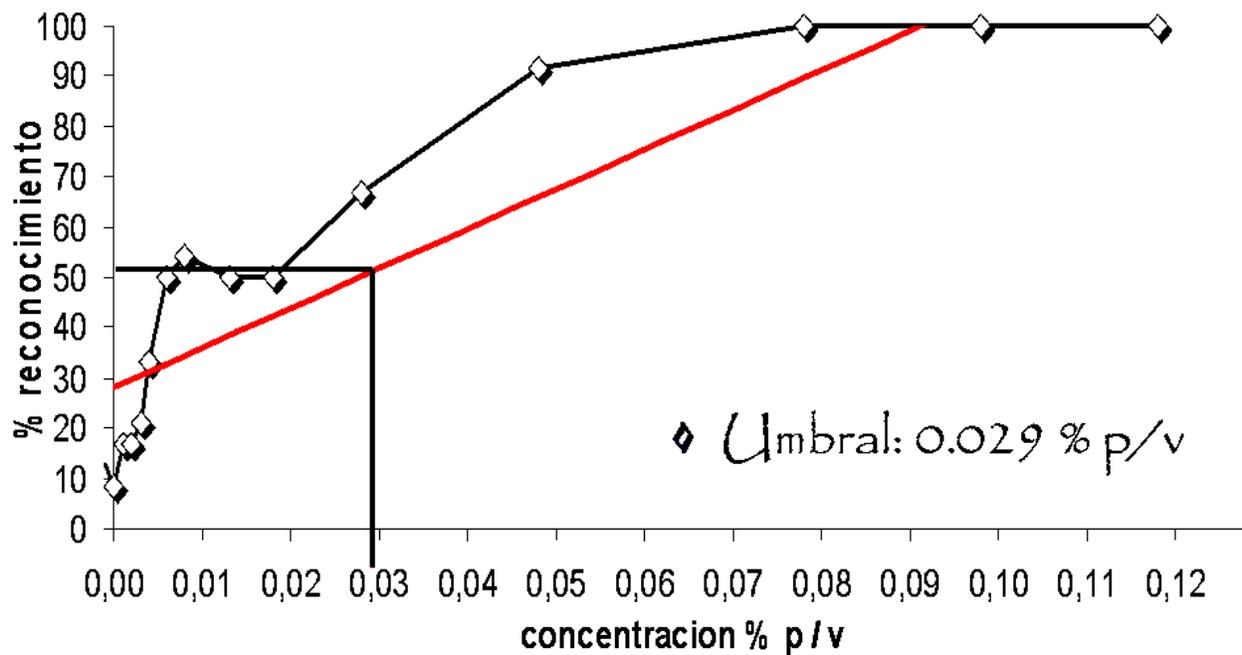


Figura 6.3 Umbral Amargo

Todos los panelistas presentaron umbrales iguales o menores al grupal (ver Anexo, Tabla 1A) y no presentaron problemas con la identificación de los gustos básicos por lo que continuaron con el entrenamiento (N = 24).

Pruebas Triangulares

Para evaluar la capacidad discriminante se realizaron pruebas triangulares. Las muestras utilizadas fueron: refresco de cola, papas fritas, chorizo de Pamplona, jamón de pierna, chicharrones y jugo de tomate; evaluándose tres marcas diferentes de cada alimento. Los resultados de las pruebas triangulares se muestran en la Tabla 6.4. De esta etapa se seleccionaron únicamente los panelistas con un porcentaje de aciertos en el total de las pruebas ≥ 55 %, siendo seleccionados el 76% de participantes (N = 19).

Tabla 6.4 Aciertos y porcentajes obtenidos por los panelistas en la prueba triangular

No. Juez	Aciertos	Porcentaje (%)
1	4	16.7
2	14	58.3
3	20	83.3
4	21	87.5
5	12	50.0
6	19	79.2
7	22	91.7
8	20	83.3
9	18	75.0
10	10	41.7
11	17	70.8
12	16	66.7
13	15	62.5
14	16	66.7
15	18	75.0
16	16	66.7
17	16	66.7
18	13	54.2
19	15	62.5
20	14	58.3
21	18	75.0
22	16	66.7
23	11	45.8
24	14	58.3

NOTA: Las filas sombreadas corresponden a los participantes que tuvieron menos del 55% de aciertos

Memoria Olfativa

En esta prueba participaron las personas que en las pruebas triangulares presentaron $\geq 55\%$ de aciertos.

En la prueba de reconocimiento de olores y de memoria olfativa se evaluaron olores comunes como: café, cebolla, canela, clavo, limón, menta, notas verdes, orégano, pimienta; y las notas cárnicas: humo, pollo y res. En esta prueba se seleccionaron los panelistas con un porcentaje de aciertos $\geq 75\%$.

Los resultados se muestran en la Tabla 6.5, en ella se puede observar que el 100% de los participantes pudieron identificar los olores y notas arriba mencionadas.

Sin embargo, hubo panelistas que no pudieron continuar con la siguiente etapa, por causas ajenas al proyecto.

Tabla 6.5 Total de aciertos y porcentajes obtenidos por cada panelista en la prueba de olores

Juez	Aciertos	Porcentaje
3	12	92.3
4	13	100.0
5	12	92.3
7	13	100.0
8	12	92.3
9	12	92.3
10	12	92.3
12	10	76.9
13	11	84.6
14	12	92.3
15	12	92.3
16	11	84.6
17	11	84.6
18	11	84.6
20	13	100.0
21	12	92.3
22	10	76.9
23	11	84.6
25	11	84.6

NOTA: Las filas sombreadas corresponden a los participantes que no continuaron con el entrenamiento

Con base en los resultados de las pruebas de umbral, pruebas triangulares y de memoria olfativa se seleccionaron 14 panelistas, que presentaron:

- ✓ Un buen estado de salud
- ✓ Disponibilidad de horario
- ✓ Un umbral igual o menor al del grupo
- ✓ Un porcentaje de aciertos en las pruebas triangulares $\geq 55\%$ y en la identificación de olores $\geq 75\%$

Estos panelistas continuaron con la etapa de entrenamiento.

6.2.2 Entrenamiento del panel

La primera etapa del entrenamiento fue la generación de descriptores para la evaluación de las muestras en estudio, en ésta participaron los jueces seleccionados previamente (N = 14).

La generación de descriptores se llevó a cabo en dos sesiones grupales, posteriormente en dos sesiones más, se revisaron y seleccionaron los descriptores así como sus definiciones y la forma de evaluación.

En carne cruda se evaluaron los atributos de apariencia como color (rosado - rojo ladrillo), fibrosidad, brillo, grasa superficial, grasa intramuscular, contenido de nervio (estriado), jugosidad y homogeneidad, mientras que en textura se evaluó la dureza, cohesividad, fibrosidad y jugosidad, así como la intensidad de olor (Tabla 6.6)

Por otro lado, en carne cocida se evaluaron en apariencia la homogeneidad, color, grasa superficial, grasa intramuscular, jugosidad, brillo, contenido de nervio y fibrosidad; en textura dureza, masticabilidad, cohesividad, fibrosidad, jugosidad, así como la intensidad de olor y sabor (Tabla 6.7).

Tabla 6.6 Descriptores sensoriales de la carne de bovino cruda

APARIENCIA	ESCALA	DEFINICIÓN
Color rosado - rojo ladrillo	Claro - oscuro	Color rosado-rojo ladrillo típico en la carne cruda de bovino
Fibrosidad	Poca - mucha	Número de fibras en la carne
Brillo	Opaco - brillante	Se evalúa la luminosidad (cantidad de luz reflejada por la muestra)
Grasa superficial	Poca - mucha	Se refiere a aquella grasa que se puede separar fácilmente de la superficie de la carne
Grasa intramuscular	Poca - mucha	Presencia de grasa dentro de las fibras de carne
Con nervio (estriado)	Poco - mucho	Presencia de tejido conectivo (zonas blancas entre las fibras de la carne)
Jugosidad	Seco - jugoso	Seco se refiere a una carne que no presenta humedad superficial y jugoso se refiere a una carne con apariencia húmeda

Homogeneidad	Heterogéneo - homogéneo	Homogéneo se refiere a un trozo de carne magra y heterogénea a la presencia de grasa y tejido conectivo.
OLOR		
Intensidad	Poco - mucho	Se refiere a lo intenso del olor de la muestra, independientemente de que el mismo sea esperado o anómalo.

Tabla 6.7 Descriptores sensoriales de la carne de bovino cocida

APARIENCIA	ESCALA	DEFINICIÓN
Homogeneidad	Heterogéneo - homogéneo	Homogéneo se refiere a un trozo de carne magra y heterogénea a la presencia de grasa y tejido conectivo.
Color marrón	Claro - oscuro	Color marrón -rosado típico en la carne de bovino.
Grasa superficial	Poca - mucha	Se refiere a aquella grasa que se puede separar fácilmente de la superficie de la carne
Grasa intramuscular	Poca - mucha	Presencia de grasa dentro de las fibras de carne
Con nervio (estriado)	Poco - mucho	Presencia de tejido conectivo (zonas blancas entre las fibras de la carne)
Fibrosidad	Poca - mucha	Número de fibras en la carne
Jugosidad	Seco - jugoso	Seco se refiere a una carne que no presenta humedad superficial y jugoso se refiere a una carne con apariencia húmeda
Brillosidad	Opaco - brillante	Se evalúa la luminosidad (cantidad de luz reflejada por la muestra)
TEXTURA EN BOCA		
Dureza	Tierna - Dura	Fuerza necesaria para penetrar la carne con los dientes incisivos
Masticabilidad	Poco-mucho	Número de mordiscos necesarios para preparar la carne antes de poder deglutirla
Fibrosidad	Poco - mucho	Sensación de hebras en la boca al masticar la carne
Jugosidad	Jugoso-seco	Cantidad de jugo que desprende la carne al ser masticada
SABOR		
Intensidad	Poco - mucho	Se refiere a lo intenso del sabor de la muestra, independientemente de que el mismo sea esperado o anómalo.
OLOR		
Intensidad	Poco - mucho	Se refiere a lo intenso del olor de la muestra, independientemente de que el mismo sea esperado o anómalo.

Para la cuantificación de los atributos se utilizó una escala estructurada con estándares de 9 puntos, siendo 1 la percepción más baja, 5 la intermedia y 9 la más alta.

En las sesiones grupales se acordó la metodología de evaluación de los cortes:

- En apariencia se utilizó de un trozo de carne de tamaño regular (10*15 cm) el color y el olor, además se presentaron muestras como imágenes para cada atributo.
- Para evaluar textura cruda se utilizó un trozo de tamaño regular (10*15cm) presionarán la muestra sobre el plato sin ejercer mucha fuerza para no deformar la muestra. Fibrosidad y cohesividad evaluarán pasando el dedo índice de lado a lado del corte. En el caso de humedad colocaran el trozo sobre una servilleta para observar que tanto moja sin presionar la muestra sobre el papel. La intensidad de la jugosidad se evaluaba considerando el % de del área de la muestra que mojaba el papel, así por ejemplo si la muestra mojaba el 50% de la superficie del papel el valor de jugosidad correspondía a 4.5.
- Para la evaluación de textura en boca, a cada juez se dio un trozo de aproximadamente 3 cm de largo por 2 de ancho y 0.5 de alto; de tal manera que se llevaron cada trozo a la boca y mordieron primero con los incisivos para determinar dureza y después masticando la muestra evaluaron el resto de los atributos, tal como se describe en la Tabla 6.7
- Para el sabor se probaran los trozos, masticándolos para percibir estos atributos.

Los coeficientes de variación de los resultados de las primeras evaluaciones para los atributos de apariencia cruda y apariencia cocida se muestran en las Figuras 6.4 y 6.5 (Ver Tablas 13 y 14 del anexo). Todas las evaluaciones se realizaron con cortes frescos, es decir, sin refrigerar.

Los resultados de apariencia que presentaron mayor dificultad en su evaluación fueron grasa superficial e intramuscular y contenido de nervio, con CV mayores a 40%. El resto de los atributos (homogeneidad, jugosidad, color, brillo y fibrosidad) presentó un coeficiente de variación menor o igual al 30%.

Con estos resultados se puede observar que los atributos en los cuales se requerirán estándares a lo largo de toda la escala para anclar las distintas intensidades fueron grasa superficial e

intramuscular y contenido de nervio, para estos atributos no solo se les presentaron las muestras estándares, sino que a lo largo de todas las evaluaciones se les presentaron imágenes que ejemplificaran diferentes intensidades.

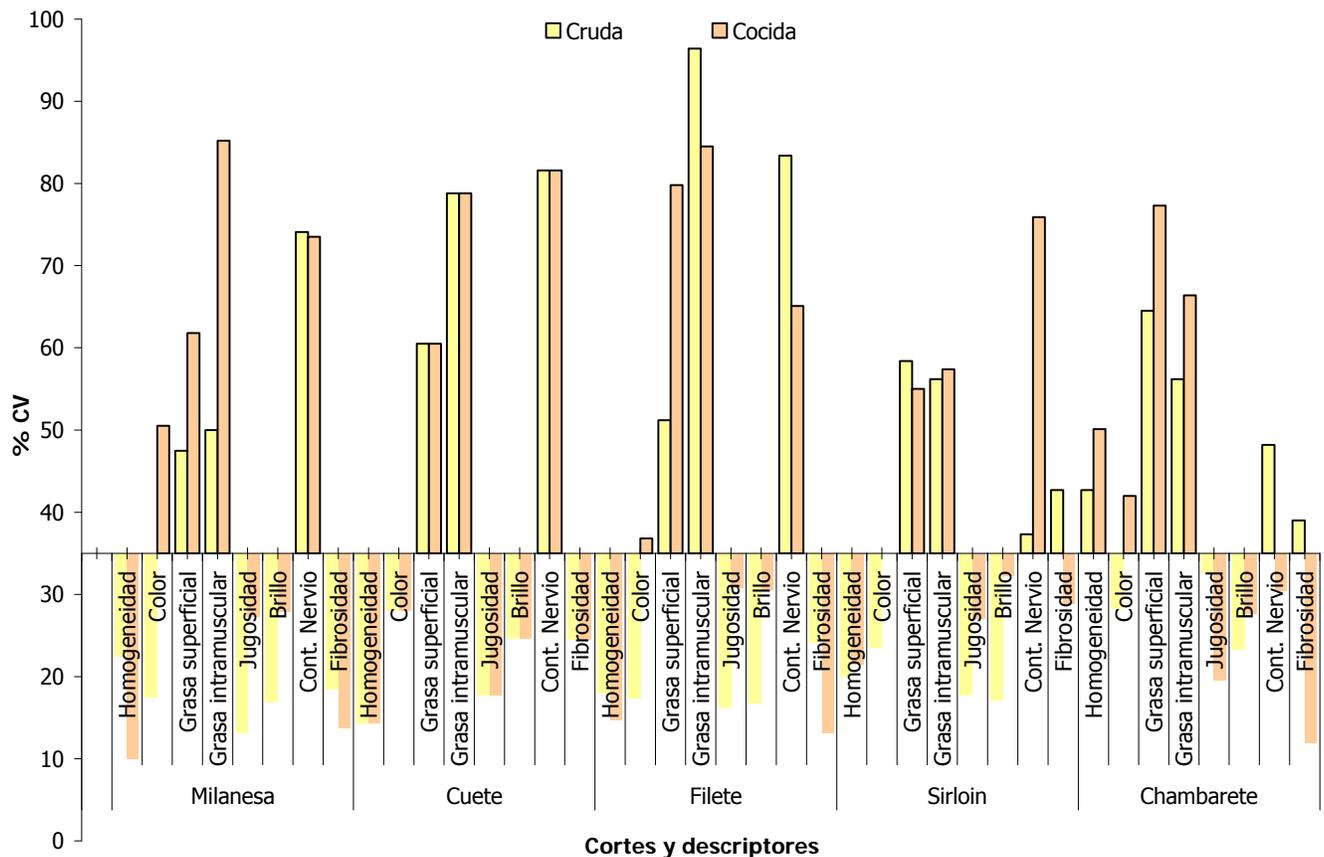


Figura 6.4. %CV de los primeros resultados de apariencia en cortes de bovino

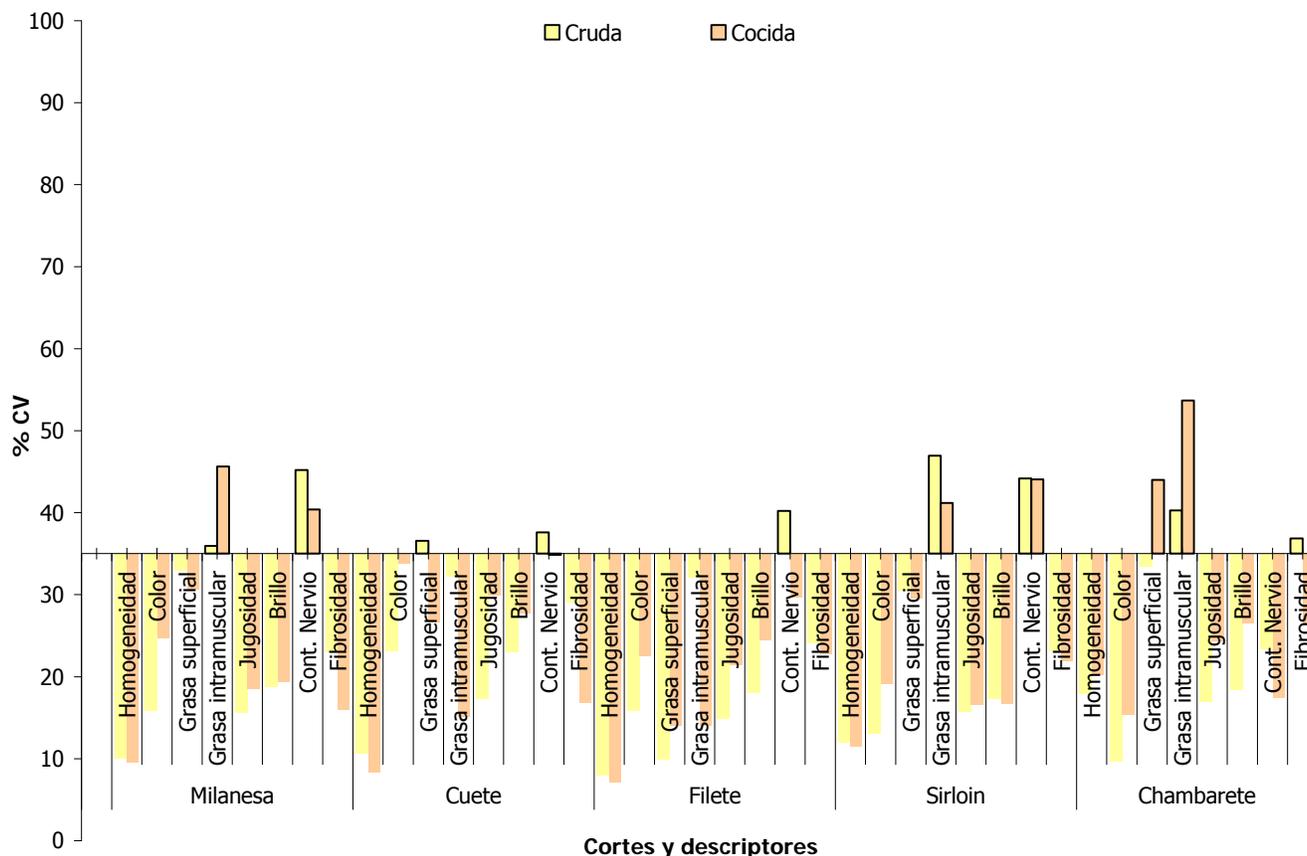


Figura 6.5 %CV de los resultados finales de apariencia, antes de iniciar el tiempo cero

Se realizaron 3 evaluaciones más, dando entrenamiento personal a los jueces cuyo % de CV más dispersión presentaba del grupo con la finalidad de que se entendiera completamente la manera de evaluación, se familiarizaran con las escalas y comprendieran los atributos y de esta manera disminuir los CV, de tal forma que al iniciar con el tiempo cero de los cortes de alto precio todos los atributos tuvieran un CV cercano al 35% o menor.

Como se puede observar en la Figura 6.5 y 6.7 se logro el objetivo en cuatro de los cinco cortes. El chambearte fue el corte que presento una mayor dificultad de evaluación para el panel en los atributos de grasa superficial e intramuscular.

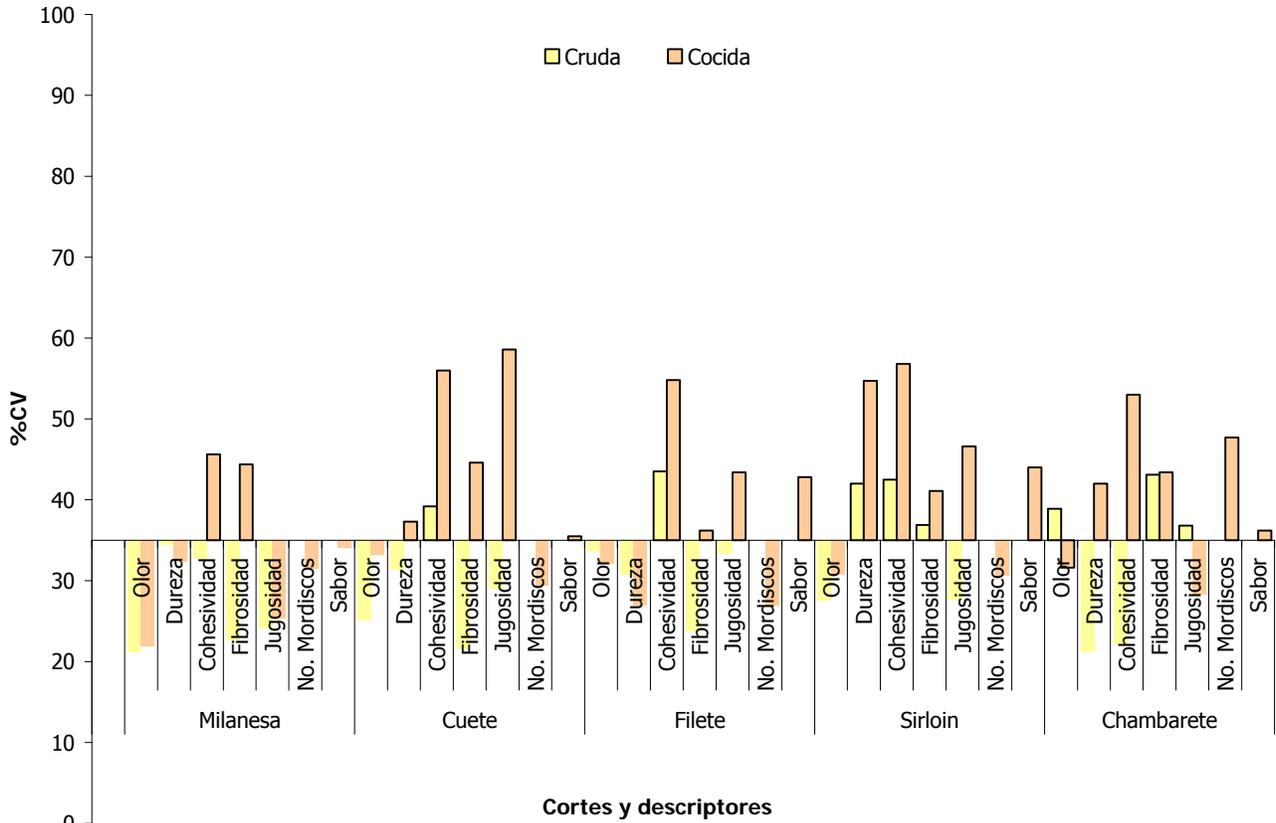


Figura 6.6 %CV de los primeros resultados de textura en cortes de bovino

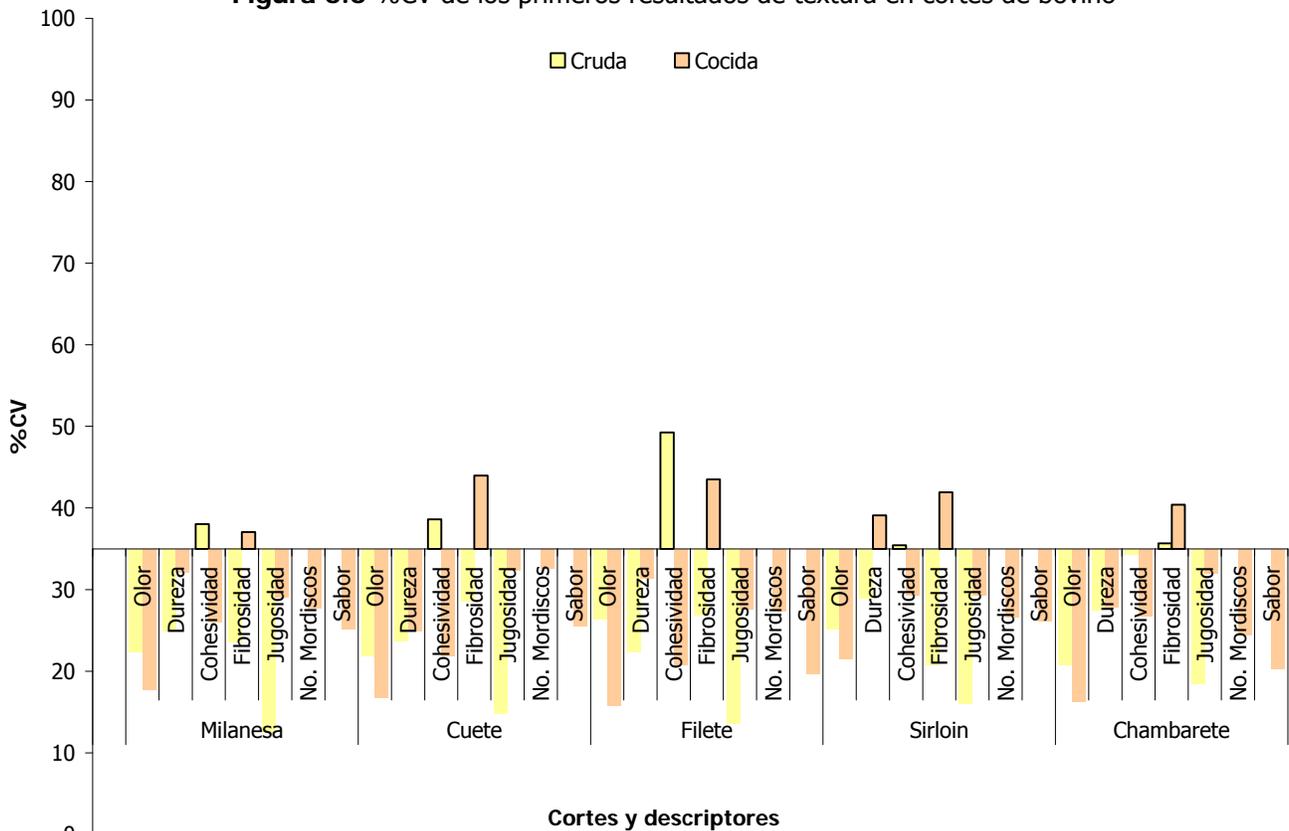


Figura 6.7 %CV de los resultados finales de textura, antes de iniciar el tiempo cero

Una vez finalizada la etapa de entrenamiento del panel se continuó con la evaluación de las muestras en estudio.

6.3 Cortes de alto precio

6.3.1 Comparación de la evaluación sensorial entre cortes al tiempo cero

Los resultados de la comparación de los cortes en estudio se muestran en las Tablas 6.8, 6.9, 6.10 y 6.11. Los atributos de apariencia de los cortes en crudo (Tabla 6.8), mostraron que la muestra más homogénea fue el filete, esto se debe a que el filete se extrae del costado del lomo y es un corte más magro, además este corte presento la menor cantidad de grasa tanto superficial como intramuscular, por otro lado, la muestra menos homogénea fue el chambarete misma que presentó el mayor contenido de grasa intramuscular.

El color de las muestras vario de rosado (cuete) a rojo siendo las muestras con mayor intensidad de color el filete y chambarete, la variación del color se puede explicar debido a la oxidación que presenta la mioglobina, proteína que juega un papel fundamental en la coloración de la carne. Esto concuerda con lo reportado por McDonald, Sun y Kenny (2000), que encontraron una disminución en la coloración rosa – rojo en muestras de carne bovina envasada al vacío y almacenada en refrigeración. Otra explicación a la variación de color es debida a la zona de la que es extraído el corte, así por ejemplo el corte de filete se extrae del costado del lomo y el chambarete de la parte inferior de las patas traseras (Figura 6.8) que es una zona que por naturaleza se encuentra en mayor movimiento.

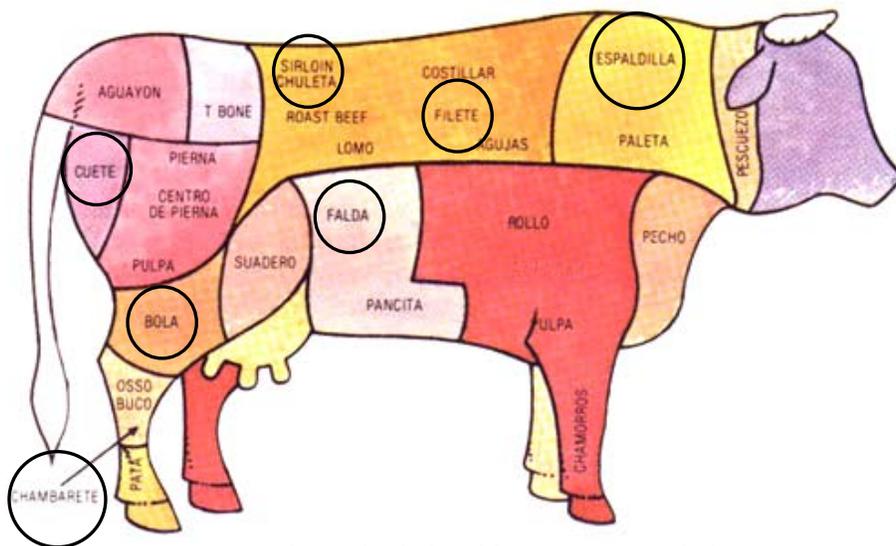


Figura 6.8 Ubicación de los diferentes cortes de bovino

En jugosidad, no se observó diferencia significativa entre las muestras aunque el cuete fue el que presentó las mayores puntuaciones lo cual contribuyo a que fuera la muestra más jugosa y más brillante (hay que recordar que la evaluación de brillante se llevo a cabo en una escala de opaco a brillante, evaluándose como la cantidad de luz reflejada por la muestra) , por otro lado, en la evaluación del contenido de nervio el filete mostró la menor presencia mientras que el sirloin y el chambarete presentaron una intensidad intermedia para este atributo; por último el cuete y chambarete fueron las muestras menos fibrosas mientras que el resto de las muestras presentaron una intensidad intermedia para este atributo.

Tabla 6.8 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cruda

	Homogeneidad	Color	Grasa Sup.	Grasa Intr.	Jugosidad	Brillo	Cont Nervio	Fibrosidad
milanesa	5.4 ± 0.7 ^b	5.0 ± 0.6 ^b	4.1 ± 1.0 ^{bc}	2.5 ± 1.2 ^b	5.8 ± 0.6 ^a	5.8 ± 0.5 ^{ab}	3.3 ± 2.0 ^b	4.0 ± 0.9 ^b
cuete	5.3 ± 1.4 ^{ab}	3.6 ± 1.0 ^a	4.0 ± 1.3 ^b	2.5 ± 0.9 ^b	7.0 ± 0.8 ^a	6.8 ± 1.0 ^c	2.9 ± 1.1 ^b	2.9 ± 1.9 ^a
filete	7.7 ± 0.5 ^c	5.8 ± 0.9 ^c	1.0 ± 0.0 ^a	1.1 ± 0.3 ^a	5.5 ± 1.1 ^a	5.5 ± 1.1 ^{ab}	1.5 ± 0.6 ^a	4.3 ± 1.0 ^b
sirloin	4.8 ± 1.1 ^{ab}	4.4 ± 1.0 ^b	5.0 ± 1.7 ^c	2.7 ± 1.1 ^b	6.2 ± 1.0 ^a	6.3 ± 1.2 ^{bc}	4.8 ± 2.6 ^c	4.7 ± 0.9 ^b
chambarete	4.6 ± 0.6 ^a	6.2 ± 0.4 ^c	3.6 ± 1.7 ^b	3.5 ± 1.1 ^c	6.4 ± 0.6 ^a	6.3 ± 1.0 ^{abc}	5.6 ± 1.4 ^c	2.8 ± 1.2 ^a

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

La representación gráfica de los resultados de apariencia en carne cruda se muestra en la Figura 6.9, en ella se observa que cada corte presenta un perfil sensorial que diferencia a cada muestra. No se ve una tendencia clara para ningún corte en ninguno de los atributos evaluados, así por ejemplo es el filete el corte que presenta mayor homogeneidad y esto se puede entender debido a que también es el corte que presente el menor contenido de nervio y grasa superficial presenta. Por otro lado podemos ver que fue el chambarete el que presentó mayor contenido de nervio y grasa superficial

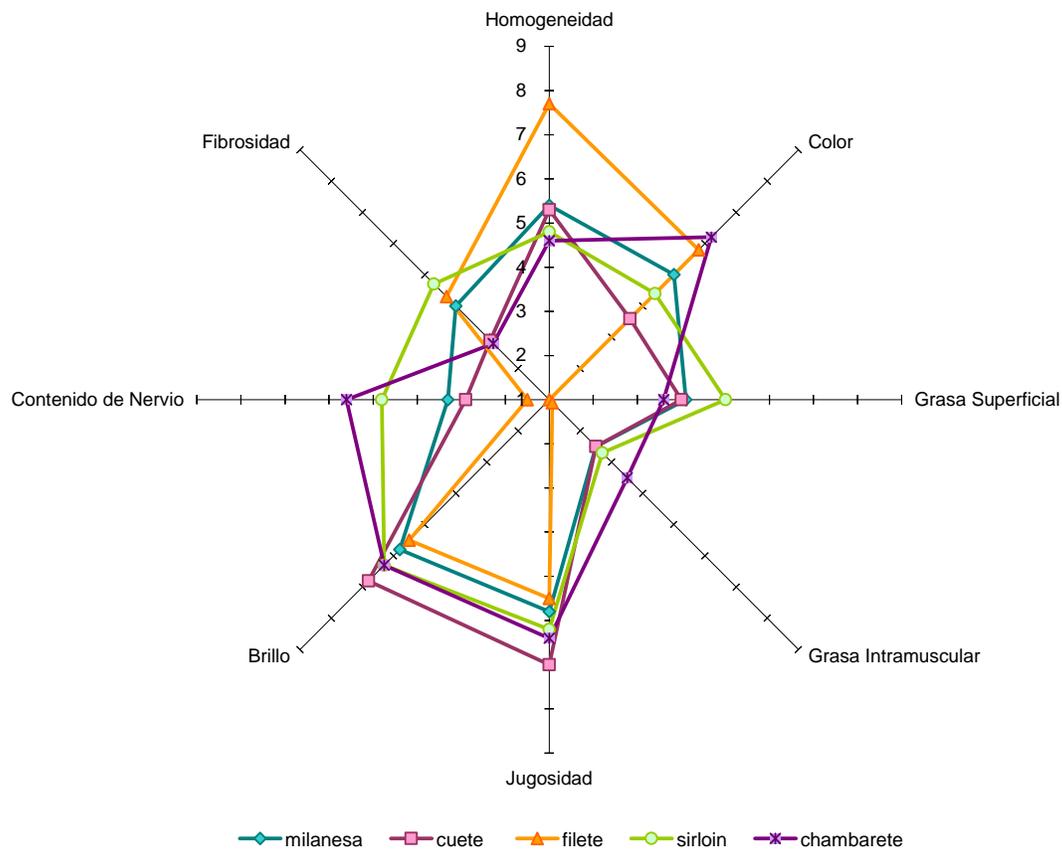


Figura 6.9 Perfil sensorial de los atributos de apariencia de cortes de bovino en carne cruda

La textura, considerada de forma global, incluye un conjunto de sensaciones de las cuales el consumidor confiere una mayor importancia a la ternura o bien si se considera de forma antagónica, a la dureza, como principal atributo de la textura ya que es uno de los criterios determinantes de la calidad de la carne. Tal es así, que la ternura determina no sólo el precio de la carne, sino que además la clasificación en categorías comerciales de la carne resultante del despiece, se basa fundamentalmente en la ternura potencial. Chambers y Bowers (1993), afirman que la ternura decide el valor comercial de la carne, y Boleman et. al., (1995) confirman que el consumidor paga por ternura.

Al comparar la textura de los cortes en carne cruda (Tabla 6.9), se observó que la muestra menos dura fue la milanesa y las más duras el cuete y el chambarete, por otro lado la muestra menos jugosa fue el filete. En general no se observaron diferencias significativas en la cohesividad, fibrosidad y olor de las muestras. La representación gráfica del perfil generado para cada corte se muestra en la Figura 6.10, observándose que el filete presenta un perfil diferente siendo la jugosidad el atributo que lo diferencia claramente del resto de las muestras.

Tabla 6.9 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura y olor en carne cruda

	Dureza	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad	Olor
milanesa	3.0 ± 0.8 ^a	2.7 ± 1.7 ^a	3.7 ± 1.0 ^a	6.9 ± 0.8 ^b	5.0 ± 1.6 ^a
cuete	4.7 ± 1.1 ^c	3.2 ± 1.4 ^a	3.2 ± 1.8 ^a	6.3 ± 1.3 ^b	4.2 ± 1.2 ^a
filete	4.2 ± 1.1 ^{bc}	3.0 ± 2.1 ^a	4.0 ± 0.9 ^a	3.7 ± 1.3 ^a	4.2 ± 1.4 ^a
sirloin	3.5 ± 1.1 ^{ab}	2.2 ± 1.3 ^a	4.8 ± 0.7 ^a	7.0 ± 1.1 ^b	5.1 ± 2.0 ^a
chambarete	4.6 ± 1.0 ^c	3.1 ± 1.6 ^a	3.7 ± 1.7 ^a	6.7 ± 0.7 ^b	5.2 ± 1.2 ^a

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.
Los resultados son un promedio de 12 réplicas

En la Figura 6.10 están representados de manera grafica los valores obtenidos para los atributos de textura en carne cruda, en general los cinco cortes presentan un perfil similar para los diferentes atributos evaluados, siendo el filete el que menor jugosidad presenta. En el atributo de dureza se encontró la mayor variabilidad entre las muestras, siendo el corte menos duro la milanesa.

Sañudo (1993), indica que la dureza es una cualidad sensorial especialmente importante en el bovino y no así en otras especies; de hecho, la alteración más frecuente en la calidad de la carne de bovino es lo que se conoce como carnes DFD (secas, duras y oscuras) siendo prácticamente anecdóticos los casos contrarios, carnes PSE (exudativas, blandas y pálidas).

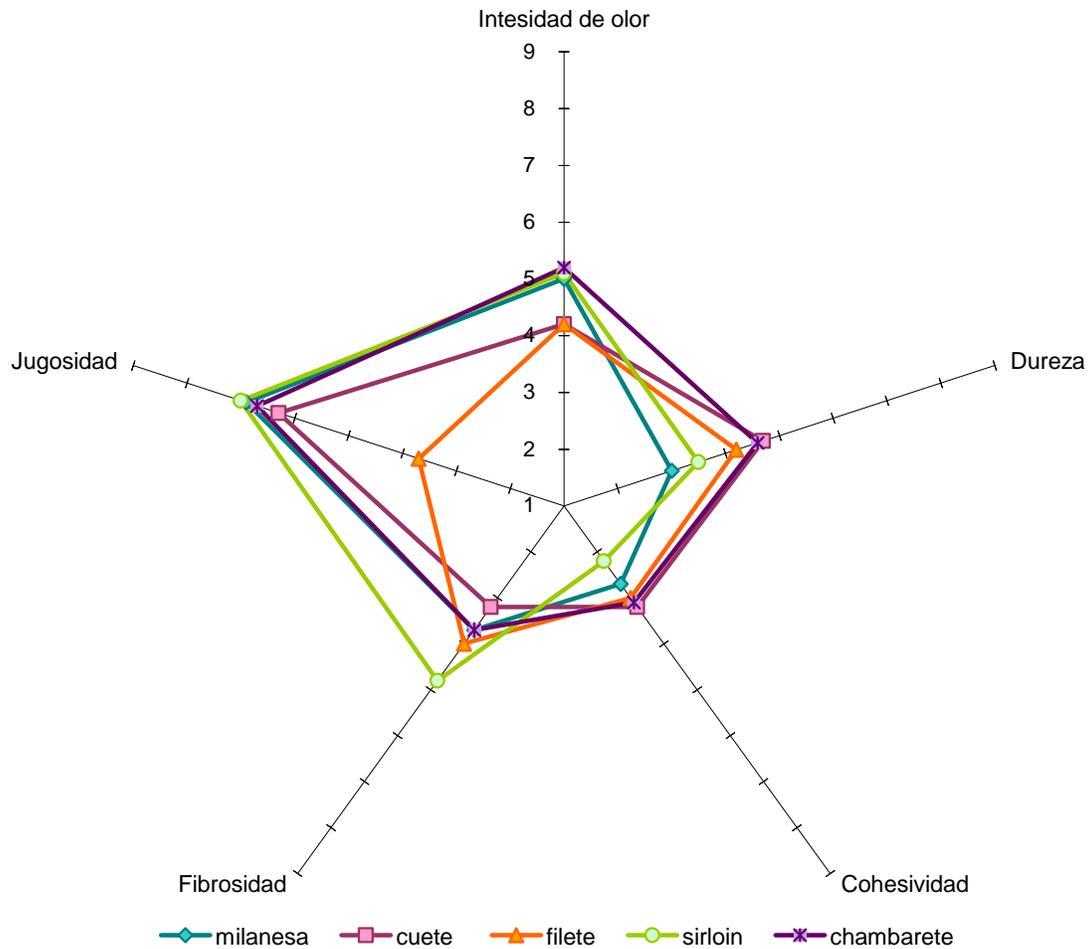


Figura 6.10 Perfil sensorial de los atributos de textura de cortes de bovino en carne cruda

Los resultados de los atributos de apariencia de la carne cocida se muestran en la Tabla 6.10, en ella se puede observar que las muestras no mostraron diferencia significativa en los atributos de brillo y fibrosidad, sin embargo se observó que la muestra menos homogénea fue el chambarete y las más homogéneas fueron el cuete y el filete, resultado que coincide con lo ya observado en la muestra en crudo para chambarete y filete.

La variación del color coincide con lo observado en la muestra en crudo, sin embargo debido al proceso de cocción el color paso de rosado a marrón claro para el cuete y de rojo a marrón (Pantone 4715C), en el filete y chambarete. Los resultados coinciden con lo reportado por Boles y Swan (2002), estos investigadores encontraron que después de haber sido sometida a cocción una carne que estuvo en refrigeración previa, la luminosidad de color disminuía así como la intensidad de color rojo. Así mismo, McDonald, Sun y Kenny (2000) al evaluar cortes de carne

de bovino por un panel entrenado, encontraron que la carne sometida a cocción presentaba una coloración más oscura y además fueron preferidas por los panelistas.

La apreciación visual de la grasa superficial mostró que el filete presentó el menor contenido y sirloin el mayor contenido (ya observado en las muestras en crudo), en la grasa intramuscular el chambarete es el que presenta el mayor contenido, sin embargo en el resto de las muestras ya no se observan las diferencias que mostraban en crudo.

En jugosidad se observó que tanto la milanesa como el chambarete fueron las más jugosas, esto se puede deber a que al ser las muestras con mayor contenido graso esto contribuyera a que se observara una mayor mancha en el papel (hay que recordar que la jugosidad se evaluó de seca a jugosa; donde seco se refiere a una carne que no presenta humedad superficial y jugoso se refiere a una carne con apariencia húmeda), por otro lado ya no se observa diferencia en el brillo debido a que el cocimiento de las muestras incrementó el contenido de agua en la superficie de las mismas. Por otro lado el chambarete continuó siendo la muestra con el mayor contenido de nervio, sin embargo en el resto de las muestras no se observó diferencia.

Tabla 6.10 Resultados de de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cocida

	Homogeneidad	Color	Grasa Sup.	Grasa Intr.	Jugosidad	Brillo	Cont Nervio	Fibrosidad
milanesa	6.4 ± 0.7 ^b	3.5 ± 0.9 ^{bc}	4.6 ± 0.5 ^c	2.0 ± 1.0 ^a	6.2 ± 0.7 ^b	6.0 ± 0.8 ^a	1.8 ± 0.7 ^a	5.0 ± 1.0 ^a
cuete	7.4 ± 1.1 ^c	2.1 ± 0.8 ^a	3.1 ± 1.3 ^b	1.3 ± 0.4 ^a	5.2 ± 0.9 ^a	5.1 ± 1.2 ^a	2.1 ± 0.9 ^a	4.7 ± 2.2 ^a
filete	8.0 ± 0.7 ^c	3.8 ± 0.8 ^c	1.1 ± 0.2 ^a	1.1 ± 0.3 ^a	5.5 ± 0.8 ^a	5.3 ± 1.2 ^a	1.4 ± 0.7 ^a	5.0 ± 1.0 ^a
sirloin	6.5 ± 1.1 ^b	2.9 ± 0.9 ^b	4.4 ± 1.5 ^c	1.3 ± 0.5 ^a	5.4 ± 0.8 ^a	5.4 ± 0.9 ^a	1.7 ± 1.0 ^a	4.5 ± 1.2 ^a
chambarete	4.2 ± 1.2 ^a	3.8 ± 0.5 ^c	4.4 ± 2.0 ^c	3.4 ± 2.1 ^b	6.1 ± 0.7 ^b	6.0 ± 1.1 ^a	5.9 ± 1.6 ^b	4.2 ± 1.3 ^a

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

El perfil sensorial de los atributos de apariencia cocida de los diferentes cortes se observa en la Figura 6.11, de nuevo el perfil del chambarete sobresale del resto de los cortes, teniendo el valor más alto tanto en el contenido de nervio (con intensidad media alta) como en la grasa intramuscular (con intensidad media), en brillo y jugosidad también presentó una intensidad alta, sin embargo en estos atributos lo acompaña la milanesa.

La mayor dispersión de datos se observa en los atributos de color y homogeneidad, presentándose diferencias significativas entre los cortes, con una variación en intensidades de media a alta.

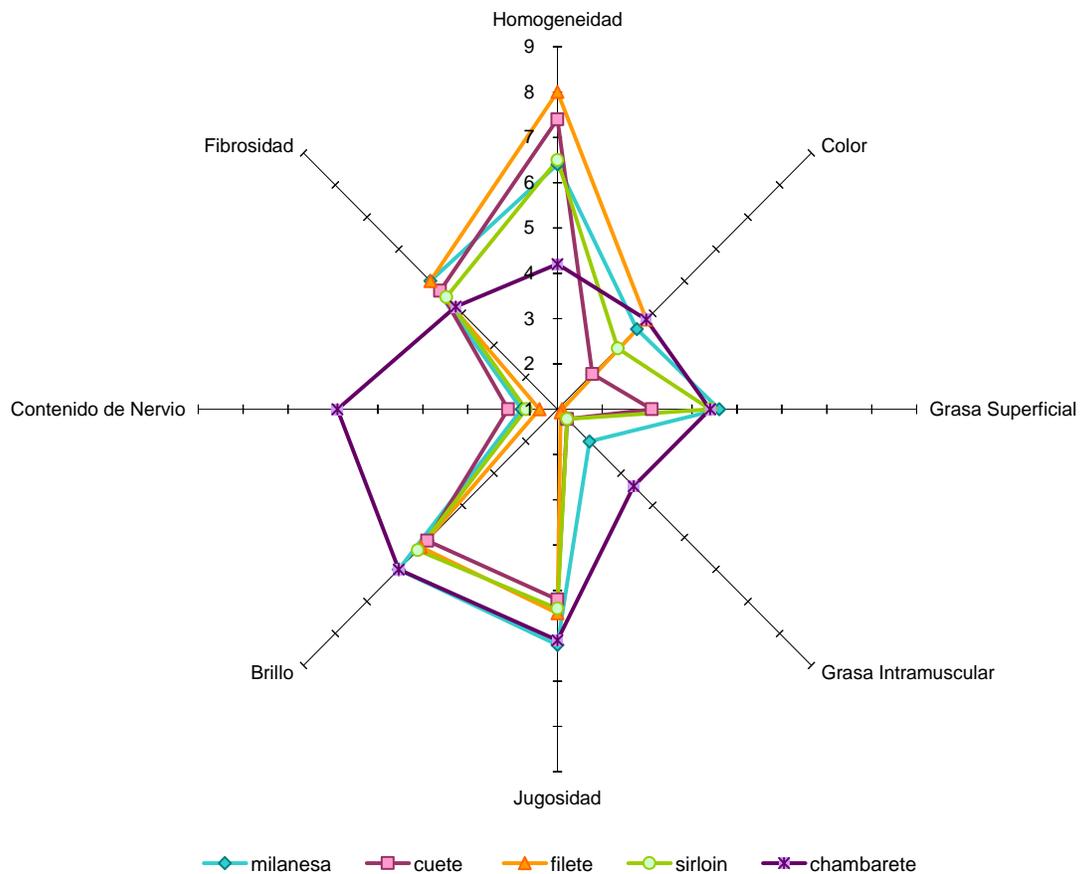


Figura 6.11 Perfil sensorial de los atributos de apariencia de cortes de bovino en carne cocida

La ternura-dureza de la carne se puede definir como la facilidad-dificultad con que la carne se puede cortar y masticar. A ella contribuyen la proteínas miofibrilares y sarcoplásmicas, la naturaleza y contenido en colágeno y la riqueza en grasa infiltrada (Tornberg, 1996). Los resultados de la evaluación de la textura de la carne cocida, la cual se evaluó en boca, se muestran en la Tabla 6.11 observándose que la muestra menos dura y fibrosa fue la milanese y la más dura y masticable el filete aunque con una intensidad intermedia, por otro lado en cohesividad y fibrosidad no se observó diferencia significativa entre las muestras, lo mismo que en el sabor, sin embargo en el olor aunque todas las muestras presentaron una intensidad intermedia el sirloin fue significativamente menor. Para Dransfiel *et. al.*, (1984) y Seideman *et. al.*, (1989), la ternura es la característica más importante de la calidad sensorial de la carne, desde el punto de vista de los consumidores.

Al hablar de la jugosidad de la carne se pueden distinguir dos estadios. En primer lugar aparece una jugosidad inicial, que produce una sensación de humedad al inicio de la masticación, debido a una rápida liberación de jugo, y esta jugosidad depende básicamente de la capacidad de

retención de agua de la carne. Posteriormente, aparece una jugosidad continuada, mantenida o sostenida, la cual está determinada por la cantidad de grasa que esa carne posea. Además la grasa estimula la secreción de la saliva y según algunos autores (Jennings *et. al.* 1978; Honikel, 1987; Sañudo, 1993), la carne de los animales con mayor estado de engrasamiento es más jugosa. Esto podría explicarse por el efecto que la grasa intramuscular ejerce sobre la microestructura, permitiendo la retención de una mayor cantidad de agua (Hamm, 1960). En este estudio se observó que la jugosidad de las muestras percibida fue mayor, debido a que la grasa estimula la salivación.

Tabla 6.11 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura, sabor y olor en carne cocida

	Dureza	Masticabilidad	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad	Sabor	Olor
milanesa	2.0 ± 0.9 ^a	3.8 ± 0.8 ^a	2.3 ± 0.9 ^a	3.5 ± 1.8 ^a	4.5 ± 1.0 ^a	4.4 ± 1.1 ^a	6.1 ± 1.2 ^b
cuete	3.9 ± 1.1 ^{bc}	4.7 ± 0.8 ^b	3.2 ± 2.1 ^a	5.0 ± 1.8 ^b	5.0 ± 1.6 ^a	4.5 ± 0.9 ^a	6.3 ± 0.8 ^b
filete	4.3 ± 1.4 ^c	5.1 ± 1.3 ^b	3.5 ± 2.0 ^a	5.1 ± 1.2 ^b	4.5 ± 1.6 ^a	5.1 ± 1.0 ^a	5.4 ± 1.0 ^{ab}
sirloin	3.3 ± 1.4 ^b	5.0 ± 1.2 ^b	3.9 ± 1.6 ^a	3.9 ± 1.5 ^{ab}	4.6 ± 1.5 ^a	4.2 ± 1.3 ^a	4.9 ± 2.0 ^a
chambarete	3.8 ± 1.1 ^{bc}	4.5 ± 1.0 ^{ab}	3.0 ± 1.8 ^a	4.0 ± 1.6 ^{ab}	5.0 ± 0.8 ^a	4.8 ± 1.1 ^a	5.9 ± 1.1 ^b

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

El perfil sensorial de los cortes de los atributos de textura, sabor y olor se presentan en la Figura 6.12. En ella se pueden observar perfiles muy similares entre los diferentes cortes, aún con el chambarete, que como ya se ha visto fue el corte que presentó mayor diferencia en diferentes atributos a lo largo del estudio, sin embargo se aprecia una mayor dispersión de datos en el atributo de masticabilidad. En general, la milanesa fue el corte menos duro, masticable, cohesivo y fibroso de entre los evaluados.

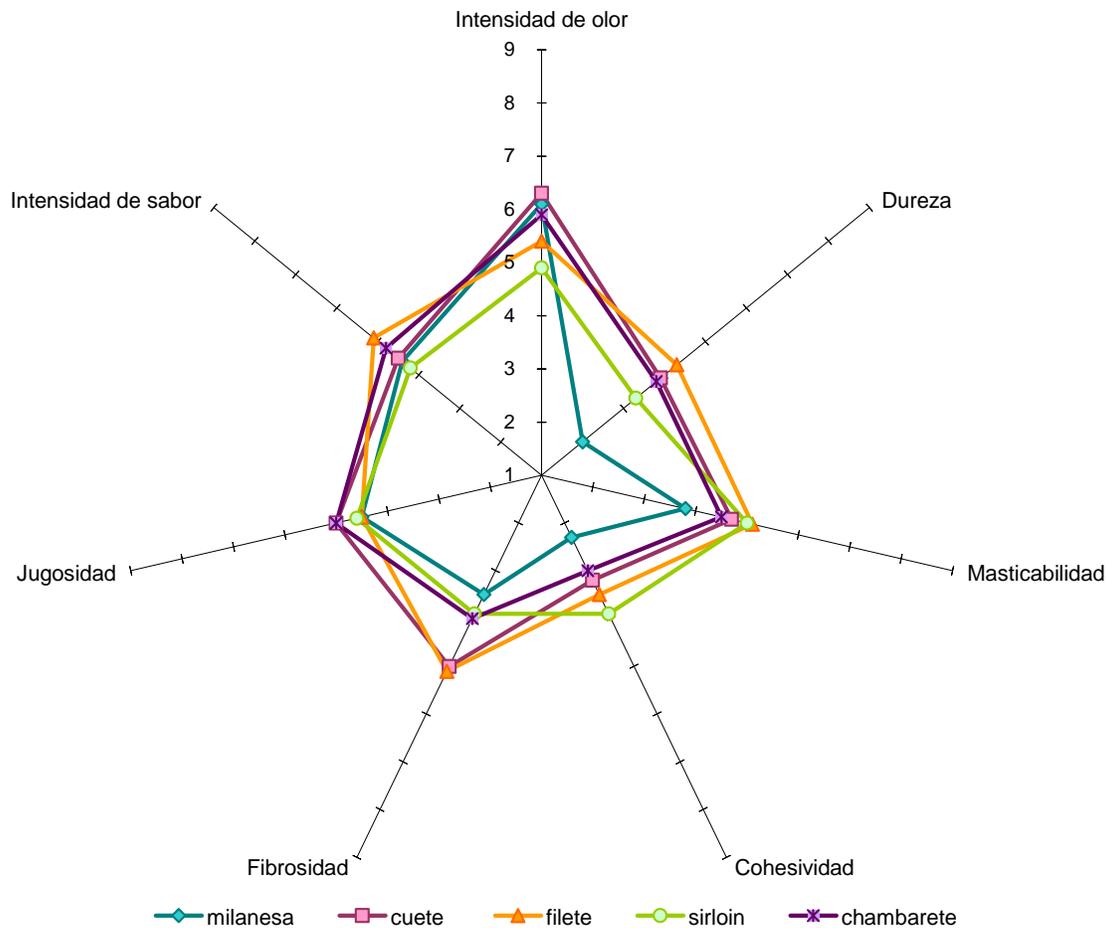


Figura 6.12 Perfil sensorial de los atributos de textura de cortes de bovino en carne cocida

En general se puede decir que las muestras almacenadas en refrigeración (tiempo cero), presentaron perfiles que permitieron diferenciar a los distintos cortes, esto se podría explicar por el hecho de que cada corte proviene de una zona diferente del animal, así por ejemplo la milanesa proviene de la bola, parte superior de la pierna trasera; el cuete se encuentra en la parte posterior de la pierna, arriba de la bola; el filete, como ya se ha mencionado se extrae del lomo; el sirloin es parte del lomo y de la pierna; y finalmente el chambarete que proviene de la parte media baja de las patas, lo que dependiendo del tipo de músculo presente, confiere diferencias en fibrosidad, dureza, masticabilidad, etc.

Por otro lado, se sabe que las ventajas de la congelación de la carne en lugar de la refrigeración incrementa el tiempo de almacenamiento y da una mayor flexibilidad de distribución (Lagersted *et. al.*, 2008). Sin embargo, para poder observar si la congelación afecta las características sensoriales en diferentes cortes a lo largo del tiempo, es necesario que se evalúen las muestras

asegurándose que cada corte provenga de un mismo animal, para garantizar que las diferencias que se observan son debidas a los cambios provocados por la congelación y no a la variabilidad que presenta la carne proveniente de diferentes animales, razas o a la edad de los mismos (Boles & Swan, 2002).

En este estudio se evaluaron muestras comerciales adquiridas en una cadena de supermercado y no se pudo obtener información sobre la procedencia de las mismas esto podría explicar que aún cuando se observaron cambios significativos en los diferentes atributos a lo largo del tiempo, en la mayoría de los cortes estudiados no se pudo observar una tendencia clara.

Sin embargo, entre los cortes de carnes refrigerados (cuete y filete) y congelados, los primeros resultaron ser más tiernos y jugosos, resultado similar a lo informado por Lagersted et. al., 2008.

6.3.2 Comparación de la evaluación sensorial entre cortes después de 12 semanas de congelación

Los resultados de la comparación de los cortes después de doce semanas de congelación se muestran en las Tablas 6.12, 6.13, 6.14 y 6.15.

Después de doce semanas de congelación los atributos de fibrosidad, homogeneidad y color evaluados en apariencia de las muestras en crudo (Tabla 6.12) fueron evaluados de manera más alta por el panel al compararse con el tiempo cero; es decir, las muestras fueron percibidas como más homogéneas, siendo nuevamente el filete el corte más homogéneo y el menos el chambarete, con respecto al color no existió diferencia significativa entre ambos cortes y en comparación a los resultados obtenidos en refrigeración, el color aumento en todos los cortes presentando una coloración rojo ladrillo. Este aumento de color, puede atribuirse al tiempo de almacenamiento al que fueron sometidas las piezas, si bien se mantuvieron en un congelador todo el tiempo del estudio, el congelador no estaba destinado únicamente al almacenamiento de estas piezas de carne, por lo que seguramente existían fluctuaciones en la temperatura, lo que pudieron provocar quemaduras por frío (Díaz, 1999). Otro atributo que aumentó a lo largo del tiempo fue la fibrosidad.

En el resto de los atributos, las evaluaciones fueron menores con respecto al tiempo cero, es importante señalar que aún así en el atributo de grasa superficial y jugosidad las diferencias estadísticas significativas entre cortes permanecieron constantes. Los cortes con menor contenido de nervio, grasa superficial en intramuscular fueron el cuete y el filete, lo cual justifica así mismo la mayor homogeneidad en este último; mientras que el mayor contenido de nervio lo presentó el chambarete.

En la jugosidad al igual que en el tiempo cero no se encontró diferencia significativa entre las muestras y se observa una ligera disminución de la misma con respecto a las muestras evaluadas en refrigeración, lo que puede deberse a una deshidratación de la carne debida al almacenamiento.

Tabla 6.12 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cruda después de doce semanas de congelación

	Homogeneidad	Color	Grasa Sup.	Grasa Intr.	Jugosidad	Brillo	Cont Nervio	Fibrosidad
milanesa	7.0 ± 0.6 ^c	5.7 ± 0.9 ^b	3.3 ± 1.8 ^{bc}	1.8 ± 1.0 ^a	5.0 ± 1.1 ^a	5.5 ± 1.4 ^a	2.2 ± 1.2 ^b	5.3 ± 0.8 ^b
cuete	8.0 ± 0.3 ^d	4.7 ± 1.1 ^a	2.5 ± 1.7 ^{ab}	1.5 ± 0.9 ^a	6.7 ± 0.9 ^b	6.6 ± 1.1 ^a	2.0 ± 0.6 ^{ab}	4.4 ± 0.8 ^{ab}
filete	8.3 ± 0.5 ^d	7.0 ± 0.9 ^c	1.7 ± 1.1 ^a	1.5 ± 1.3 ^a	6.3 ± 1.0 ^b	6.4 ± 1.0 ^a	1.3 ± 0.4 ^a	4.5 ± 1.3 ^{ab}
sirloin	6.0 ± 0.6 ^b	6.3 ± 0.8 ^{bc}	4.2 ± 1.1 ^c	2.2 ± 0.8 ^{ab}	6.2 ± 0.8 ^b	6.2 ± 0.5 ^a	2.3 ± 0.8 ^b	4.5 ± 0.9 ^{ab}
chambarete	4.9 ± 0.8 ^a	6.9 ± 0.6 ^c	2.8 ± 1.3 ^{ab}	2.9 ± 1.9 ^b	6.9 ± 0.7 ^b	6.8 ± 1.1 ^a	5.1 ± 1.3 ^c	3.7 ± 1.5 ^a

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

La representación gráfica de los resultados de apariencia en carne cruda después de doce semanas de congelación se muestra en la Figura 6.13, en esta gráfica se puede observar que cada uno de los cortes presenta un perfil particular, coincidiendo en valores bajos para el atributo de contenido de nervio (con excepción del chambarete), y en una alta homogeneidad donde nuevamente el chambarete fue el menos homogéneo. Para los atributos de brillo y jugosidad se observaron tendencias similares para los cinco cortes, siendo todos ellos brillantes y jugosos.

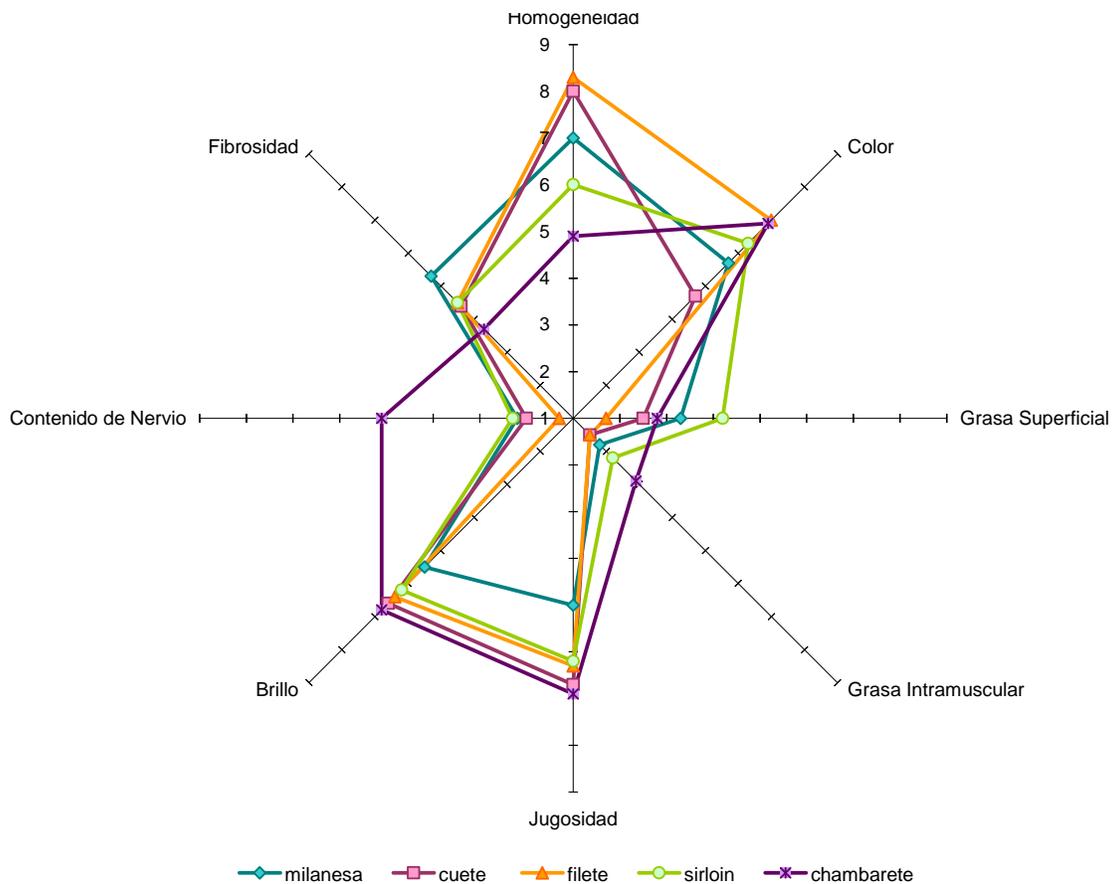


Figura 6.13 Perfil sensorial de los atributos de apariencia de cortes de bovino en carne cruda después de doce semanas de congelación

Con respecto a los atributos de textura y olor (Tabla 6.13) se observó que la fibrosidad, la jugosidad y el olor aumentaron con el almacenamiento en congelación, mientras que la dureza disminuyó; no se observó un cambio en la cohesividad. La milanesa siguió siendo el corte menos duro así como el cuete y el chambarete los más duros. El tratamiento estadístico arrojó que no existe diferencia significativa entre cortes en los atributos de cohesividad, fibrosidad y olor, lo cual coincide también con los resultados arrojados del estadístico al tiempo cero; esto podría indicar que los cortes para estos atributos mantuvieron las diferencias sus características a lo largo de doce semanas.

Tabla 6.13 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura y olor en carne cruda después de doce semanas de congelación

	Dureza	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad	Olor
milanesa	2.6 ± 0.6 ^a	3.3 ± 1.5 ^a	5.0 ± 0.7 ^a	6.7 ± 0.8 ^a	5.5 ± 1.4 ^a
cuete	4.2 ± 0.7 ^c	2.7 ± 1.9 ^a	5.2 ± 1.2 ^a	7.9 ± 0.7 ^{bc}	5.3 ± 1.2 ^a
filete	3.5 ± 0.9 ^{bc}	2.2 ± 1.1 ^a	4.4 ± 1.5 ^a	8.1 ± 0.7 ^c	5.2 ± 1.2 ^a
sirloin	3.1 ± 0.9 ^{ab}	3.3 ± 1.1 ^a	4.7 ± 1.0 ^a	6.3 ± 0.8 ^a	5.4 ± 1.5 ^a
chambarete	5.0 ± 1.2 ^d	3.2 ± 2.0 ^a	4.0 ± 1.3 ^a	7.5 ± 0.8 ^b	6.3 ± 1.3 ^a

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.
Los resultados son un promedio de 12 réplicas

La representación gráfica de los datos mostrados en la Tabla 6.13, se muestra en la Figura 6.14, en ella se puede apreciar que los cortes presentan un perfil sensorial similar y que a pesar de no existir diferencia significativa entre cortes en la intensidad de olor, el chambarete sobresale del resto de los cortes, así mismo observamos que la muestra más jugosa fue el filete y la menos el sirloin.

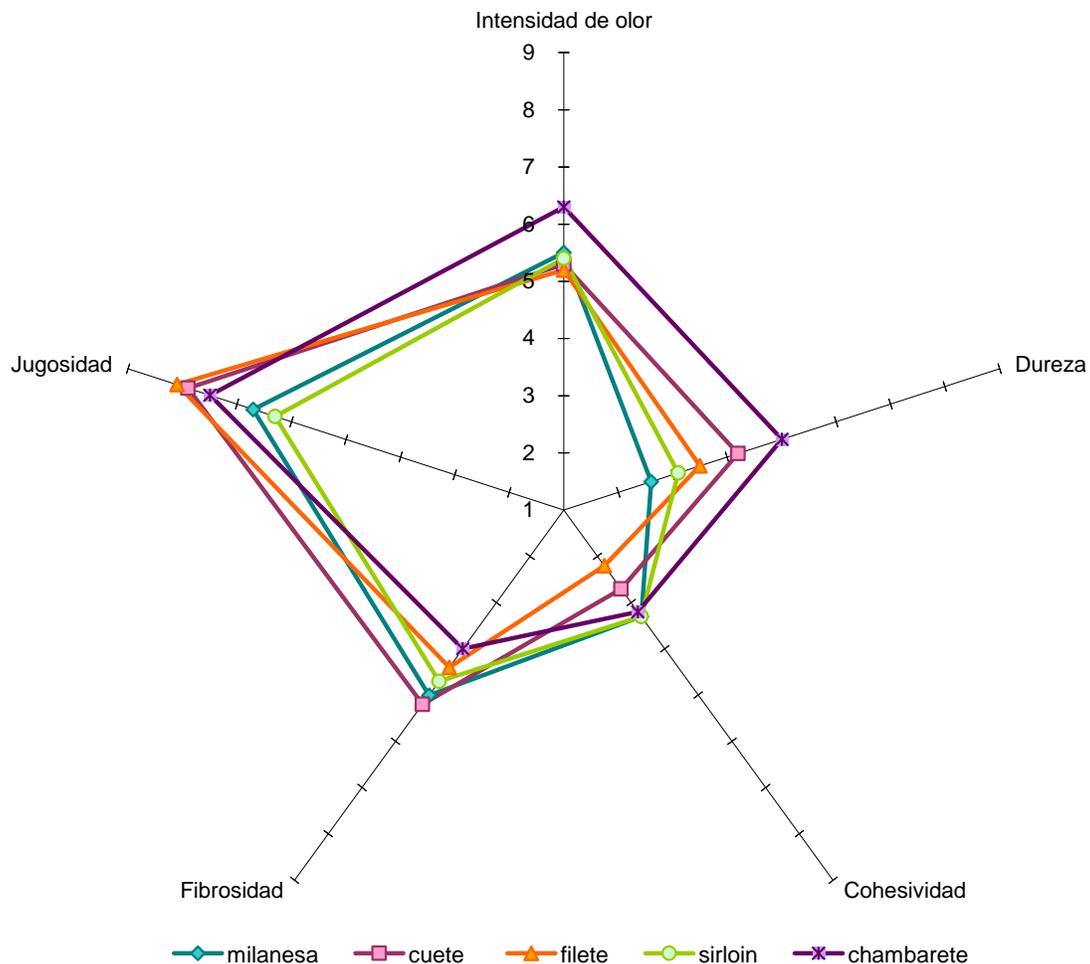


Figura 6.14 Perfil sensorial de los atributos de textura y olor de cortes de bovino en carne cruda después de doce semanas de congelación

Los resultados de los atributos de apariencia de la carne cocida después de doce semanas de congelación se muestran en la Tabla 6.14; en ella se puede ver que en general aumenta la homogeneidad y el color, mientras que los atributos de grasa superficial, jugosidad y brillo disminuyeron.

Nuevamente la muestra menos homogénea fue el chambarete y las más el cuete y filete, resultados que coinciden con lo ya observado al tiempo cero en la apariencia cruda y cocida. Estos resultados también concuerdan con los atributos de contenido de nervio, grasa superficial e intramuscular, ya que tanto el cuete como el filete fueron los cortes que menos grasa, tanto superficial como intramuscular, presentaron y el chambarete el que más.

Los atributos de jugosidad y brillo, como ya se mencionó, disminuyeron después del almacenamiento en congelación y después de un tratamiento térmico, muy probablemente debida a una deshidratación de los cortes.

Tabla 6.14 Resultados de de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cocida después de doce semanas de congelación

	Homogeneidad	Color	Grasa Sup.	Grasa Intr.	Jugosidad	Brillo	Cont Nervio	Fibrosidad
milanesa	6.6 ± 1.0 ^b	5.2 ± 1.2 ^b	3.0 ± 1.5 ^c	2.1 ± 1.6 ^{bc}	5.5 ± 1.3 ^b	5.3 ± 0.9 ^{bc}	2.7 ± 1.4 ^b	5.7 ± 0.7 ^c
cuete	8.5 ± 0.5 ^d	4.3 ± 1.2 ^a	1.4 ± 0.5 ^a	1.2 ± 0.3 ^a	4.2 ± 1.2 ^a	4.1 ± 1.2 ^a	1.1 ± 0.3 ^a	6.0 ± 0.5 ^c
filete	8.3 ± 0.5 ^d	5.5 ± 1.4 ^b	1.4 ± 0.5 ^a	1.2 ± 0.2 ^a	4.1 ± 1.1 ^a	4.4 ± 1.1 ^{ab}	1.2 ± 0.3 ^a	4.9 ± 0.9 ^b
sirloin	7.2 ± 0.7 ^c	5.8 ± 0.4 ^b	2.0 ± 1.0 ^{ab}	1.8 ± 0.6 ^{ab}	5.3 ± 0.8 ^b	5.5 ± 1.3 ^c	2.2 ± 1.1 ^b	4.2 ± 0.7 ^a
chambarete	4.3 ± 0.8 ^d	5.9 ± 0.6 ^b	2.8 ± 1.4 ^{bc}	2.5 ± 1.3 ^c	5.4 ± 0.8 ^b	5.3 ± 0.7 ^c	6.1 ± 1.2 ^c	4.0 ± 0.9 ^a

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

La representación gráfica de los resultados de apariencia cocida se muestra en la Figura 6.15. En ella se observa que el chambarete presenta para estos atributos un perfil diferente del resto de las muestras dada principalmente por su baja homogeneidad, su mayor contenido de nervio y brillo con intensidades intermedias y que además es el corte que más modifica su perfil (Figura 6.11). Por otro lado se observa diferencia entre los cortes; la diferencia en la intensidad en la mayoría de los atributos manteniéndose la intensidad intermedia en brillo y jugosidad del chambarete, milanesa y sirloin ya observados en el tiempo cero.

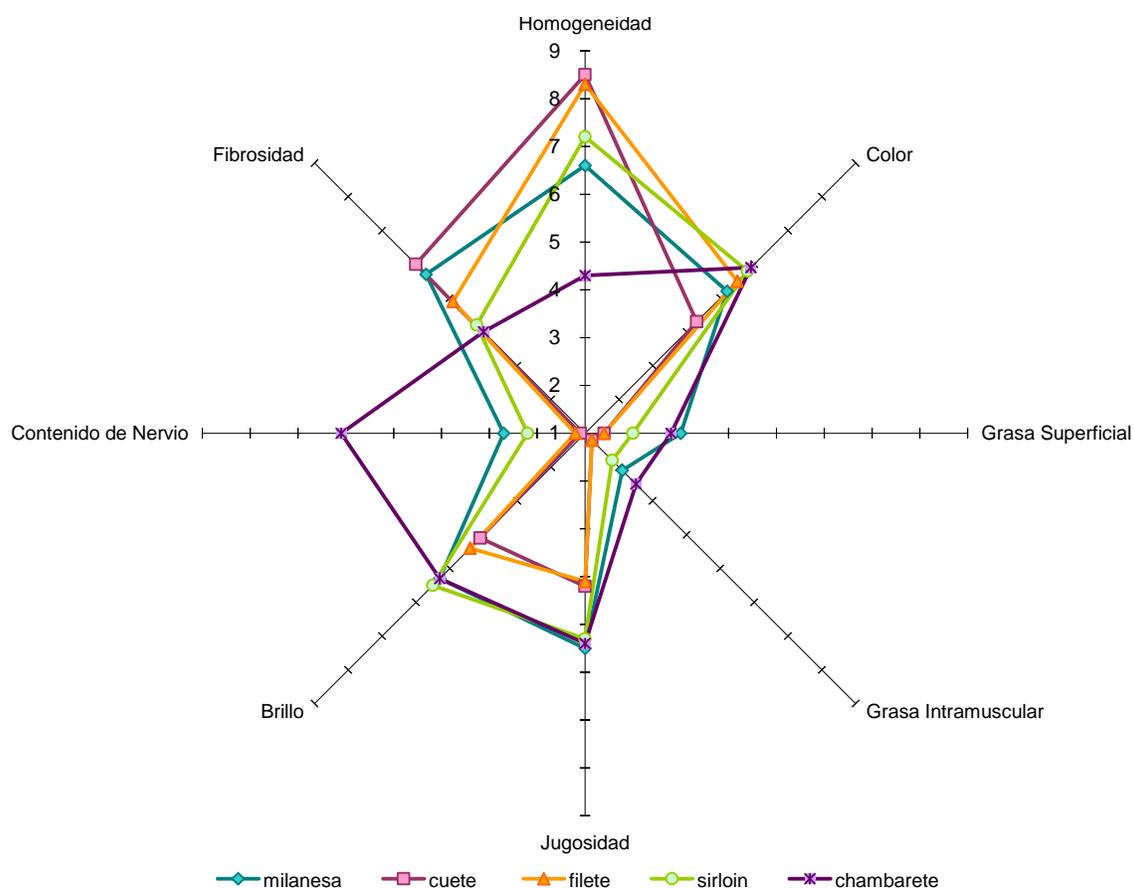


Figura 6.15 Perfil sensorial de los atributos de apariencia de cortes de bovino en carne cocida después de doce semanas de congelación

Los resultados de los atributos de textura, sabor y olor en carne cocida (Tabla 6.15), muestran que en general la dureza aumentó (a excepción del cuete) después de 12 semanas de congelación, este aumento también se observa en la masticabilidad, sin embargo, las diferencias estadísticas observadas al tiempo cero en fibrosidad y olor, con el almacenamiento en congelación desaparecieron, no encontrándose después de 12 semanas diferencias en estos atributos, por otro lado, en cohesividad, jugosidad y sabor, se mantiene lo ya observado al tiempo cero, esto es que los distintos cortes no presentan diferencias significativas en estos atributos.

Tabla 6.15 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura, sabor y olor en carne cocida después de doce semanas de congelación

	Dureza	Masticabilidad	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad	Sabor	Olor
milanesa	3.4 ± 1.3 ^b	4.5 ± 1.4 ^b	3.9 ± 1.6 ^a	5.1 ± 1.4 ^a	5.0 ± 1.3 ^a	5.1 ± 1.6 ^a	6.3 ± 1.2 ^a
cuete	3.3 ± 0.9 ^b	5.2 ± 1.1 ^{bc}	4.3 ± 1.8 ^a	5.0 ± 1.8 ^a	4.8 ± 1.3 ^a	5.6 ± 1.1 ^a	5.3 ± 1.3 ^a
filete	3.4 ± 0.9 ^b	4.5 ± 0.9 ^b	4.0 ± 1.3 ^a	5.5 ± 1.1 ^a	4.7 ± 0.9 ^a	5.6 ± 0.9 ^a	6.2 ± 0.9 ^a
sirloin	2.2 ± 0.9 ^a	3.5 ± 1.0 ^a	3.1 ± 1.4 ^a	4.4 ± 1.2 ^a	4.4 ± 1.6 ^a	4.6 ± 1.4 ^a	6.0 ± 1.2 ^a
chambarete	4.1 ± 0.8 ^b	5.7 ± 1.0 ^c	4.7 ± 1.6 ^a	4.3 ± 1.2 ^a	4.4 ± 0.8 ^a	5.1 ± 0.9 ^a	6.3 ± 0.6 ^a

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

El perfil sensorial de los cortes de los atributos de textura, sabor y olor después de doce semanas de congelación se presenta en la Figura 6.16. Al igual que para el tiempo cero se observan perfiles similares entre los diferentes cortes, de hecho si se comparan las Figuras 6.12 y 6.16, los perfiles son prácticamente iguales para los atributos jugosidad e intensidad de sabor y olor, sin embargo, en la Figura 6.12 el corte que sobresale es la milanesa mientras que en la Figura 6.16 es el sirloin el que destaca del resto de los cortes en los atributos de dureza, masticabilidad y cohesividad presentando valores más bajos que el resto.

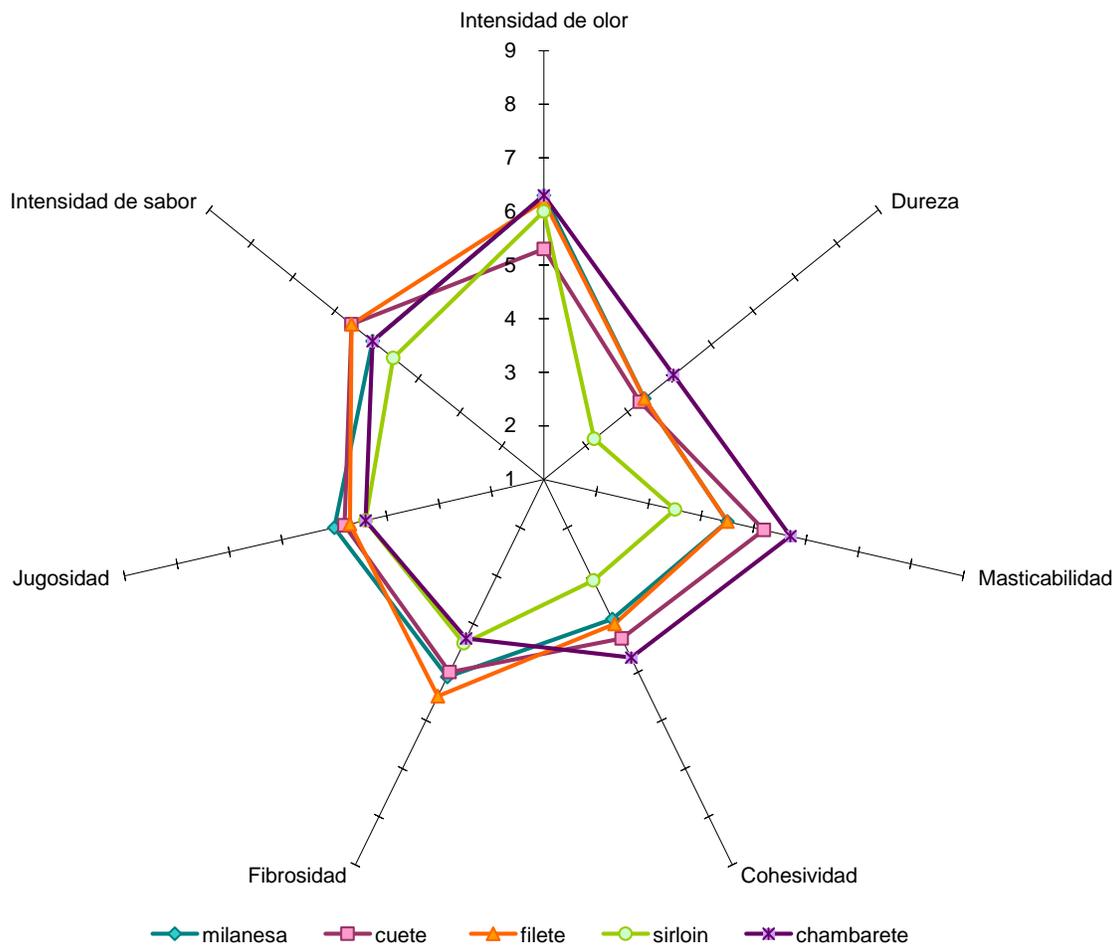


Figura 6.16 Perfil sensorial de los atributos de textura de cortes de bovino en carne cocida después de doce semanas de congelación

6.3.3 Estudio de las características sensoriales por corte durante 12 semanas

Para evaluar el efecto que la congelación podría tener en las características sensoriales de los distintos cortes, se evaluaron los mismos a lo largo de 12 semanas. A continuación, se presentan los resultados por corte de la evolución de las características sensoriales a lo largo del tiempo.

MILANESA

Los resultados del aspecto para la carne cruda se muestran en la Tabla 6.16, en ella se puede observar que a mayor tiempo de almacenamiento, no se observa una tendencia clara en el atributo homogeneidad, aunque en las últimas semanas las muestras se percibieron como más homogéneas ya que se apreciaba menos el tejido conectivo, en el resto de los atributos evaluados tampoco se observó una tendencia clara, sin embargo en el atributo de grasa superficial es donde se observa el menor efecto debido al almacenamiento. Se puede observar que la intensidad de los atributos de homogeneidad, grasa intramuscular, brillo, jugosidad, contenido de nervio y fibrosidad se mantuvo a lo largo del tiempo, por ejemplo la grasa intramuscular se mantuvo en un rango bajo con valores entre 1.3 a 2.6, sin embargo los atributos de color y grasa superficial fluctuaron de medio a alto y de bajo a medio.

Tabla 6.16 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en crudo del corte de milanesa

	Homogeneidad	Color	Grasa Sup.	Grasa Intr.	Jugosidad	Brillo	Cont. Nervio	Fibrosidad
t0	5.4 ± 0.7 ^{ab}	5.0 ± 0.6 ^{cd}	4.1 ± 1.0 ^b	2.5 ± 1.2 ^d	5.8 ± 0.6 ^{bcd}	5.8 ± 0.5 ^{abcdef}	3.3 ± 2.0 ^d	4.0 ± 0.9 ^{ab}
t1	6.2 ± 0.8 ^{de}	5.3 ± 0.6 ^{def}	3.5 ± 1.5 ^b	2.5 ± 0.5 ^d	6.3 ± 0.6 ^{cde}	5.4 ± 1.1 ^{abc}	2.8 ± 1.1 ^{bcd}	3.5 ± 1.1 ^a
t2	5.5 ± 0.5 ^{abc}	4.3 ± 1.0 ^{ab}	3.6 ± 1.1 ^b	2.0 ± 0.9 ^{ab}	6.5 ± 0.8 ^{de}	6.2 ± 0.8 ^{def}	2.9 ± 1.5 ^{bcd}	4.1 ± 1.1 ^{ab}
t3	7.5 ± 0.4 ^g	4.2 ± 1.0 ^{ab}	1.3 ± 0.4 ^a	1.3 ± 0.3 ^a	5.1 ± 1.1 ^{ab}	5.0 ± 1.4 ^a	1.7 ± 0.7 ^a	5.2 ± 0.9 ^d
t4	6.4 ± 0.5 ^e	4.5 ± 1.0 ^{bc}	3.7 ± 1.2 ^b	2.6 ± 0.9 ^d	6.1 ± 0.9 ^{cd}	5.8 ± 1.1 ^{abcde}	1.7 ± 0.8 ^a	3.7 ± 0.8 ^a
t5	6.5 ± 0.8 ^{ef}	5.9 ± 0.8 ^{fg}	1.8 ± 0.5 ^a	2.4 ± 1.0 ^{bcd}	5.7 ± 0.5 ^{abc}	5.1 ± 0.9 ^{ab}	2.5 ± 1.2 ^{abcd}	4.6 ± 1.3 ^{bcd}
t6	6.0 ± 0.5 ^{cde}	3.6 ± 1.0 ^a	3.5 ± 0.8 ^b	2.6 ± 0.8 ^d	5.9 ± 0.8 ^{cd}	5.5 ± 0.7 ^{abcd}	2.1 ± 0.9 ^{ab}	4.0 ± 1.1 ^{ab}
t7	5.8 ± 0.5 ^{bcd}	5.3 ± 0.4 ^{def}	3.6 ± 1.1 ^b	2.1 ± 0.6 ^{bcd}	6.3 ± 0.8 ^{cde}	6.1 ± 1.2 ^{cdef}	3.2 ± 0.5 ^{cd}	4.2 ± 1.1 ^{abc}
t8	5.2 ± 0.6 ^a	5.0 ± 0.7 ^{cd}	4.0 ± 1.1 ^b	2.3 ± 1.0 ^{bcd}	7.0 ± 0.7 ^e	6.4 ± 1.1 ^{ef}	2.3 ± 1.1 ^{abc}	4.2 ± 0.7 ^{abc}
t9	6.0 ± 1.0 ^{cde}	4.5 ± 0.9 ^{bc}	4.0 ± 1.1 ^b	2.5 ± 0.8 ^d	5.0 ± 1.4 ^a	5.0 ± 1.4 ^a	2.4 ± 1.1 ^{abc}	4.2 ± 0.9 ^{abc}
t10	6.4 ± 0.6 ^e	5.1 ± 0.4 ^{cde}	3.7 ± 1.0 ^b	2.5 ± 0.9 ^{cd}	6.0 ± 1.3 ^{cd}	6.0 ± 1.1 ^{bcd}	2.2 ± 0.8 ^{ab}	4.9 ± 1.0 ^{cd}
t11	7.0 ± 0.5 ^g	6.1 ± 0.5 ^g	1.8 ± 1.0 ^a	1.2 ± 0.3 ^a	6.3 ± 1.3 ^{cde}	6.7 ± 1.1 ^f	1.6 ± 0.8 ^a	4.3 ± 1.1 ^{abc}
t12	7.0 ± 0.6 ^{fg}	5.7 ± 0.9 ^{efg}	3.3 ± 1.8 ^b	1.8 ± 1.0 ^{abc}	5.0 ± 1.1 ^a	5.5 ± 1.4 ^{abcde}	2.2 ± 1.2 ^{ab}	5.3 ± 0.8 ^d

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

En la Figura 6.17 se puede ver de forma más representativa que no hay una tendencia de los atributos con respecto al tiempo, es decir, los colores que representan cada semana no se ven de manera gradual. En general el corte presenta un perfil similar en las diferentes semanas en las cuales fue evaluado. Destacan sobre todo, el tiempo 3, 5 y 11 en el atributo de grasa superficial, pues fueron valuados de manera más baja que en el resto de las semanas evaluadas.

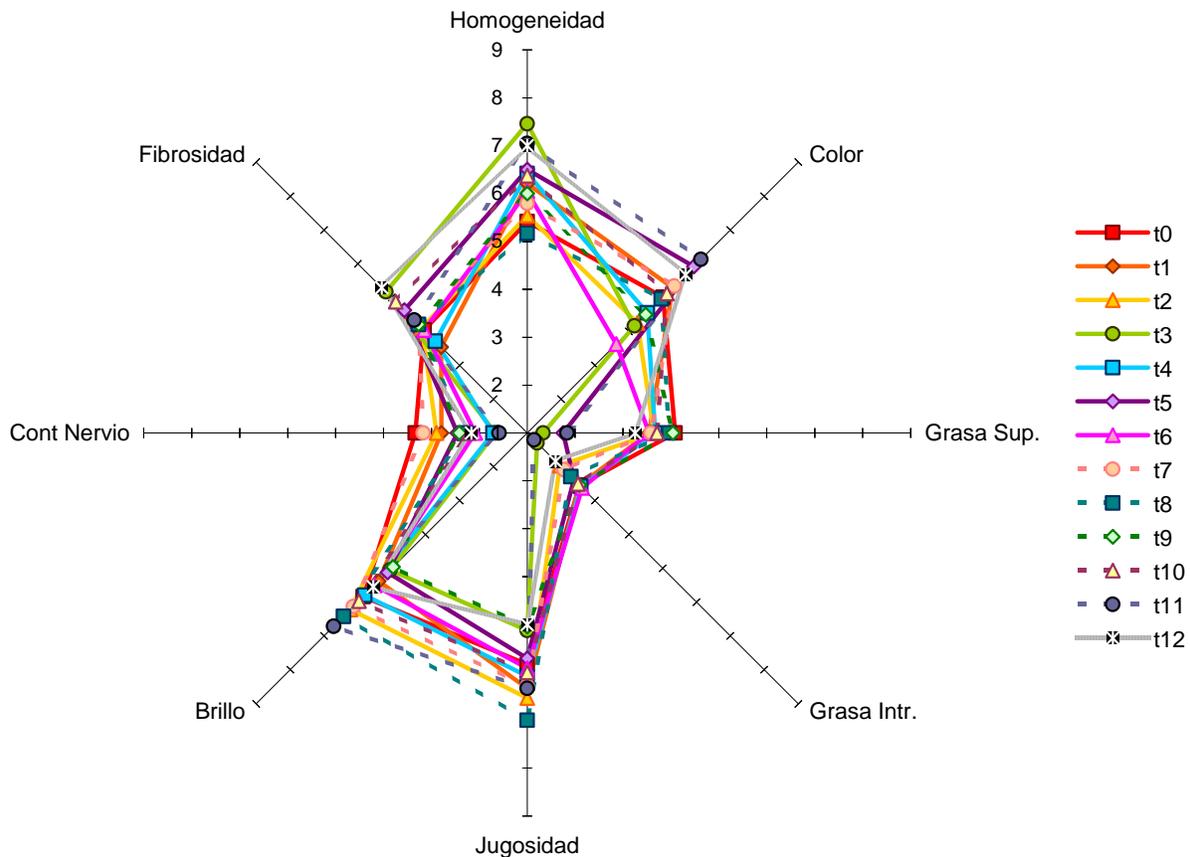


Figura 6.17 Perfil sensorial de los atributos de apariencia cruda para el corte: milanesa

En cuanto a la textura en crudo, se puede observar que con la congelación aumento la cohesividad y fibrosidad de las muestras y disminuyó la dureza en la última semana, aunque también afectó el resto de los atributos, no se observa una tendencia clara a lo largo del tiempo. En la ternera influyen tres componentes fundamentalmente; por un lado, el “grano” de la carne y el tipo de fibras musculares, es decir, el tamaño de los haces de fibras musculares y el número de fibras que cada uno de ellos contiene; los distintos tipos de fibras musculares presentan diferentes capacidades de contracción y de retención de agua y por tanto reaccionan de distinta manera a las temperaturas de refrigeración y cocción. En segundo lugar, la longitud del sarcómero y de

las miofibrillas, de forma que cuanto mayor es el estado de contracción mayor es la dureza (Van Hoof, 1981).

Con respecto al olor, se observó que este se intensificó a lo largo del tiempo (Tabla 6.17). La carne es un sistema alimenticio altamente complejo, en el que encontramos prácticamente todas las macromoléculas que se han estudiado y por consiguiente muchas de las reacciones a las cuales se encuentran expuestas para dar compuestos tanto deseables como indeseables. El grupo hemo de la mioglobina acelera la reacción de oxidación de lípidos y es responsable de la aparición de aromas indeseables durante el almacenamiento de carne y productos cárnicos. Ya que los iones Fe^{3+} y Fe^{2+} pueden propiciar la ruptura de hidroperóxidos y la formación de radicales libres que posteriormente pueden generar aldehídos, cetonas y ácidos, incrementando la tendencia a la oxidación y por consiguiente la formación de compuestos aromáticos (Jacobsen, 1999), esto podría explicar el aumento en la intensidad de olor observado.

Tabla 6.17 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura y olor en carne cruda, corte: milanesa

	Dureza	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad	olor
t0	3.0 ± 0.8 ^{ab}	2.7 ± 1.7 ^a	3.7 ± 1.0 ^a	6.9 ± 0.8 ^{igh}	5.0 ± 1.6 ^{ab}
t1	3.2 ± 1.0 ^{ab}	4.2 ± 1.4 ^c	4.3 ± 1.0 ^{abc}	5.1 ± 1.1 ^b	4.6 ± 1.1 ^a
t2	2.8 ± 0.7 ^{ab}	4.4 ± 1.6 ^c	4.5 ± 1.1 ^{abc}	6.1 ± 0.9 ^{cde}	5.1 ± 0.8 ^{ab}
t3	3.1 ± 0.9 ^{ab}	3.5 ± 1.4 ^{abc}	4.8 ± 1.4 ^{bc}	7.4 ± 1.2 ^{hi}	6.1 ± 1.0 ^{cd}
t4	4.0 ± 1.1 ^c	2.8 ± 1.5 ^{ab}	4.0 ± 0.9 ^{ab}	7.7 ± 0.6 ⁱ	5.2 ± 1.1 ^{abc}
t5	3.1 ± 1.0 ^{ab}	3.6 ± 1.7 ^{abc}	4.3 ± 0.9 ^{abc}	5.6 ± 0.6 ^{bc}	5.7 ± 1.4 ^{bcd}
t6	3.3 ± 0.8 ^{bc}	4.2 ± 1.1 ^c	4.1 ± 1.0 ^{ab}	6.2 ± 0.8 ^{cde}	5.0 ± 1.0 ^{ab}
t7	3.0 ± 0.3 ^{ab}	3.9 ± 0.9 ^{bc}	4.1 ± 0.9 ^{ab}	7.8 ± 0.5 ⁱ	5.5 ± 1.0 ^{abcd}
t8	3.5 ± 1.0 ^{bc}	3.6 ± 1.4 ^{abc}	4.0 ± 1.0 ^{ab}	7.3 ± 0.3 ^{ghi}	6.2 ± 1.4 ^d
t9	3.4 ± 1.0 ^{bc}	4.2 ± 0.9 ^c	4.3 ± 1.3 ^{abc}	4.3 ± 0.8 ^a	5.2 ± 1.5 ^{abc}
t10	3.1 ± 0.4 ^{ab}	3.0 ± 1.0 ^{ab}	4.8 ± 0.5 ^{bc}	6.5 ± 0.7 ^{def}	5.5 ± 1.1 ^{abcd}
t11	3.3 ± 0.8 ^{bc}	3.7 ± 1.2 ^{abc}	4.5 ± 1.5 ^{abc}	5.9 ± 0.9 ^{cd}	5.6 ± 1.3 ^{bcd}
t12	2.6 ± 0.6 ^a	3.3 ± 1.5 ^{abc}	5.0 ± 0.7 ^c	6.7 ± 0.8 ^{etg}	5.5 ± 1.4 ^{abcd}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.
 Los resultados son un promedio de 12 réplicas
 t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

En la Figura 6.18 se encuentran representados los valores para los atributos de textura en carne cruda, se puede ver que para los atributos de dureza, cohesividad, fibrosidad e intensidad de olor el panel dio valores constantes a lo largo del tiempo, destacándose el tiempo 4 en mayor dureza. Para el atributo de jugosidad se ve que hay una mayor dispersión de datos, en este atributo fue la semana 9 el que presenta la intensidad más baja, seguido de la primera semana,

sin embargo a pesar de las observaciones antes mencionadas, se observa que la forma del perfil se mantuvo a lo largo del tiempo.

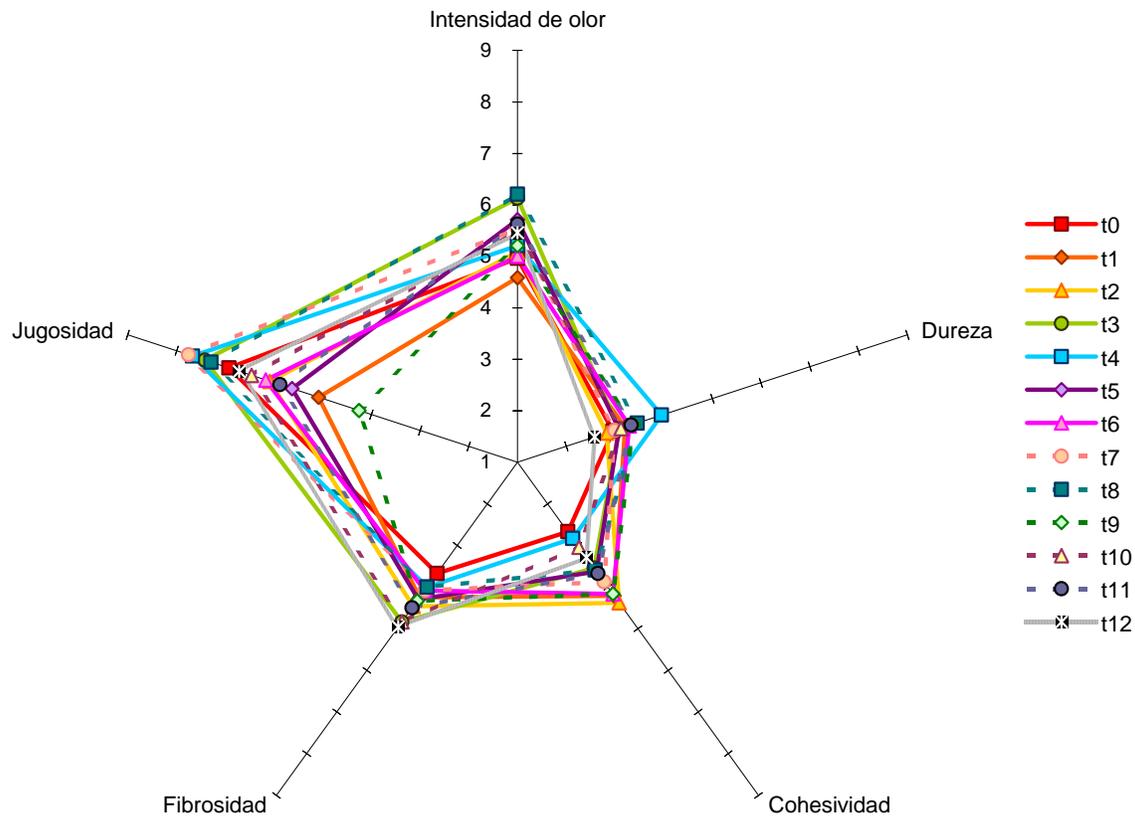


Figura 6.18 Perfil sensorial de los atributos de textura en carne cruda para el corte: milanesa

En carne cocida (Tabla 6.18) en la evaluación de la apariencia se observó que disminuyó la apreciación de la grasa superficial, jugosidad, brillo, contenido de nervio y fibrosidad, sin embargo aumentó la intensidad de color marrón, esta coloración marrón puede ser índice de presencia de metamioglobina en el corte, originado por la auto oxidación de la mioglobina se origina por el oxígeno libre presente cuando la carne se ha almacenado (MacDougall, 1982). También se observó que la congelación afectó la apreciación visual de homogeneidad y grasa intramuscular así como la fibrosidad pero esto no mostró una tendencia clara.

Con respecto a la intensidad presentada para cada atributo, se encontró que la muestra presentó una homogeneidad media a alta a lo largo del tiempo (6.1 – 7.3); para la jugosidad, el brillo y la fibrosidad los valores son de bajos a medios 4.4 – 6.2, 4.6 – 6.0 y 4.1 – 6.6 respectivamente. Para el color, grasa superficial e intramuscular y contenido de nervio los valores son bajos (2.2 –

5.3 para el color, siendo entre los atributos mencionado el que presenta el valor más alto, 1.8 – 4.6 para grasa superficial, 1.2 – 2.3 para grasa intramuscular y finalmente 1.7 – 3.7 para el contenido de nervio).

Tabla 6.18 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cocida del corte de milanesa

	Homogeneidad	Color	Grasa Sup.	Grasa Intr.	Jugosidad	Brillo	Cont. Nervio	Fibrosidad
t0	6.4 ± 0.7 ^{abc}	3.5 ± 0.9 ^{bc}	4.6 ± 0.5 ^c	2.0 ± 1.0 ^{bc}	6.2 ± 0.7 ^d	6.0 ± 0.8 ^d	1.8 ± 0.7 ^a	5.0 ± 1.0 ^{bc}
t1	6.7 ± 0.7 ^{bc}	3.6 ± 0.8 ^{bc}	2.9 ± 1.1 ^b	2.3 ± 1.0 ^c	5.2 ± 0.5 ^{abc}	5.3 ± 0.7 ^{abcd}	2.7 ± 1.2 ^{bc}	4.1 ± 1.2 ^a
t2	6.7 ± 0.7 ^{bc}	3.5 ± 0.8 ^{bc}	3.4 ± 1.1 ^b	1.3 ± 0.5 ^a	5.4 ± 0.8 ^{bcd}	5.2 ± 1.1 ^{abcd}	1.9 ± 0.5 ^a	4.5 ± 1.3 ^{ab}
t3	6.3 ± 0.9 ^{ab}	3.3 ± 0.9 ^b	4.5 ± 0.9 ^c	1.5 ± 0.7 ^{ab}	6.2 ± 0.6 ^d	6.0 ± 0.9 ^d	1.9 ± 0.8 ^a	6.6 ± 0.7 ^h
t4	6.7 ± 0.4 ^{bc}	2.2 ± 0.8 ^a	3.3 ± 1.1 ^b	1.6 ± 1.0 ^{abc}	5.9 ± 0.9 ^{cd}	5.3 ± 1.0 ^{abcd}	2.2 ± 1.0 ^{abc}	6.5 ± 0.8 ^{gh}
t5	7.3 ± 0.7 ^e	5.3 ± 1.2 ^d	1.8 ± 0.9 ^a	1.2 ± 0.3 ^a	4.4 ± 2.0 ^a	4.6 ± 1.6 ^a	1.7 ± 0.9 ^a	5.1 ± 1.0 ^{bcd}
t6	6.1 ± 0.6 ^a	3.3 ± 1.2 ^b	3.4 ± 0.9 ^b	1.2 ± 0.3 ^a	5.3 ± 1.3 ^{bc}	4.9 ± 1.4 ^{abc}	3.7 ± 0.7 ^d	5.7 ± 0.8 ^{def}
t7	6.9 ± 0.5 ^{cde}	5.0 ± 0.7 ^d	3.2 ± 0.7 ^b	1.8 ± 0.8 ^{abc}	5.4 ± 0.8 ^{bcd}	5.6 ± 1.0 ^{bcd}	2.8 ± 1.0 ^c	6.0 ± 0.6 ^{tgh}
t8	6.8 ± 0.5 ^{bcd}	2.5 ± 0.9 ^d	3.0 ± 0.9 ^b	1.3 ± 0.4 ^a	5.3 ± 0.9 ^{bc}	5.3 ± 1.0 ^{abcd}	2.0 ± 0.9 ^{abc}	6.0 ± 0.8 ^{efgh}
t9	6.6 ± 0.6 ^{bc}	4.1 ± 0.8 ^c	3.2 ± 0.8 ^b	1.6 ± 0.6 ^{ab}	4.7 ± 1.1 ^{ab}	4.8 ± 1.1 ^{ab}	2.8 ± 1.0 ^c	5.3 ± 0.9 ^{cde}
t10	6.9 ± 0.6 ^{cde}	4.0 ± 1.0 ^{bc}	3.6 ± 0.8 ^b	1.7 ± 0.8 ^{abc}	5.6 ± 1.1 ^{cd}	5.4 ± 0.9 ^{abcd}	2.4 ± 1.1 ^{abc}	6.0 ± 0.7 ^{efgh}
t11	7.2 ± 0.3 ^{de}	5.3 ± 0.8 ^d	2.0 ± 0.8 ^a	1.7 ± 1.1 ^{abc}	5.7 ± 0.7 ^{cd}	5.7 ± 0.8 ^{cd}	2.0 ± 0.9 ^{ab}	5.8 ± 0.7 ^{defg}
t12	6.6 ± 1.0 ^{abc}	5.2 ± 1.2 ^d	3.0 ± 1.5 ^b	2.1 ± 1.6 ^{bc}	5.5 ± 1.3 ^{bcd}	5.3 ± 0.9 ^{abcd}	2.7 ± 1.4 ^{bc}	5.7 ± 0.7 ^{cdef}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

En la Figura 6.19 se muestra el perfil sensorial de los atributos de apariencia cocida y en ella se puede observar que el perfil se modificó con el proceso de congelación y que el tiempo de almacenamiento también afectó las características sensoriales, siendo las más afectadas el color, grasa superficial y fibrosidad; esto se puede observar por la gran variabilidad de intensidades en estos atributos. Dentro de estos resultados la muestra evaluada en la cuarta semana fue la que presentó la mayor dispersión en sus resultados.

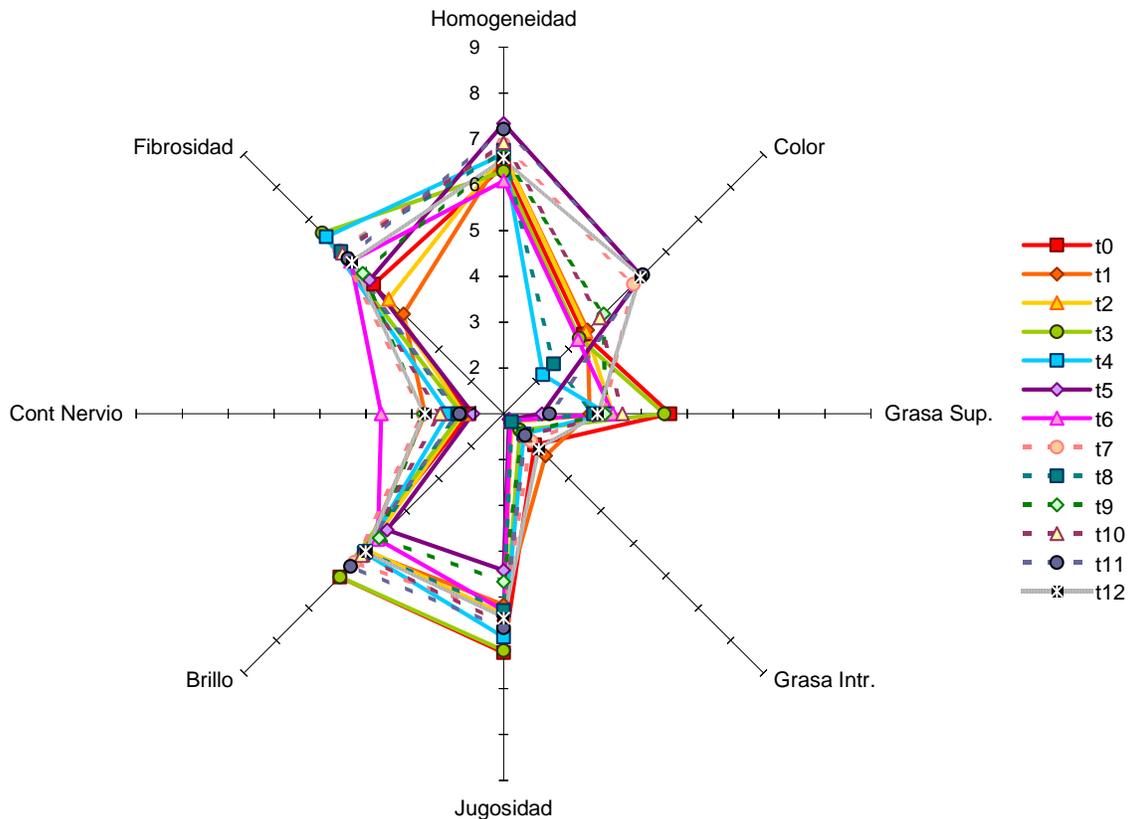


Figura 6.19 Perfil sensorial de los atributos de apariencia cocida para el corte: milanesa

La evaluación de la textura, sabor y olor de la carne cocida se muestra en la Tabla 6.19. En ella se puede observar que la congelación aumentó la dureza, cohesividad y fibrosidad de la carne, sin embargo para los dos primeros atributos la intensidad de los mismos se mantuvo en un rango bajo, mientras que la fibrosidad pasó de un rango de intensidad bajo a uno intermedio (3.3 – 5.3), por otro lado, la masticabilidad y jugosidad también se modificaron a lo largo del tiempo pero sin seguir una tendencia clara, observándose sin embargo que estas modificaciones hicieron variar el rango de intensidad de estos atributos de bajo a intermedio (3.3 – 4.9 y 3.7 – 5.0 respectivamente); en cuanto al olor y sabor se observó una modificación en la intensidad global de los mismos pero no se observó una tendencia clara, sin embargo al no haberse realizado una evaluación por notas, no es posible saber que notas se modificaron, sin embargo sí se observa que ambos atributos se mantienen en un rango de intensidad intermedia.

Tabla 6.19 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura, sabor y olor en carne cocida del corte de milanesa

	Dureza	Masticabilidad	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad	Sabor	Olor
t0	2.0 ± 0.9 ^a	3.8 ± 0.8 ^{ab}	2.3 ± 0.9 ^a	3.5 ± 1.8 ^{ab}	4.5 ± 1.0 ^{ab}	4.4 ± 1.1 ^{ab}	6.1 ± 1.2 ^{cde}
t1	2.3 ± 0.8 ^{ab}	4.0 ± 0.9 ^{abcd}	3.0 ± 0.9 ^{abcde}	3.3 ± 1.3 ^a	4.1 ± 1.6 ^{ab}	5.0 ± 1.4 ^{abc}	5.6 ± 1.1 ^{abc}
t2	2.3 ± 1.0 ^{ab}	3.5 ± 0.8 ^a	2.5 ± 0.9 ^{ab}	4.3 ± 1.3 ^{bc}	4.4 ± 1.9 ^{ab}	4.3 ± 1.3 ^{ab}	5.7 ± 1.1 ^{abc}
t3	3.8 ± 0.9 ^e	4.1 ± 1.0 ^{abcd}	2.9 ± 1.2 ^{abcd}	4.1 ± 0.7 ^{ab}	4.1 ± 0.9 ^{ab}	4.7 ± 1.3 ^{abc}	5.2 ± 0.9 ^{ab}
t4	3.4 ± 1.3 ^{de}	4.6 ± 0.9 ^{bcd}	3.5 ± 1.4 ^{bcde}	4.4 ± 1.5 ^{bcd}	4.6 ± 0.9 ^{ab}	4.5 ± 1.1 ^{abc}	5.3 ± 0.9 ^{abc}
t5	3.0 ± 1.0 ^{bcd}	4.8 ± 0.8 ^{cd}	3.3 ± 1.3 ^{abcde}	4.3 ± 1.1 ^{bc}	4.6 ± 1.0 ^{ab}	4.8 ± 1.2 ^{abc}	5.5 ± 1.2 ^{abcd}
t6	3.0 ± 0.6 ^{bcde}	4.2 ± 1.3 ^{abcd}	3.0 ± 1.0 ^{abcde}	4.3 ± 1.1 ^{bc}	3.7 ± 1.3 ^a	4.1 ± 0.6 ^a	5.1 ± 0.2 ^a
t7	3.4 ± 1.0 ^e	4.0 ± 1.0 ^{abc}	3.9 ± 0.5 ^{de}	4.2 ± 1.1 ^{abc}	4.2 ± 1.1 ^{ab}	4.7 ± 1.3 ^{abc}	6.9 ± 1.1 ^e
t8	3.8 ± 0.9 ^{de}	4.9 ± 1.2 ^d	3.5 ± 1.2 ^{bcde}	5.3 ± 1.2 ^d	4.6 ± 1.4 ^{ab}	5.5 ± 1.3 ^c	6.1 ± 1.1 ^{cde}
t9	2.7 ± 0.8 ^{abcd}	3.3 ± 1.2 ^a	2.9 ± 1.4 ^{abc}	3.6 ± 1.5 ^{ab}	3.9 ± 1.5 ^a	5.0 ± 1.7 ^{abc}	6.1 ± 1.1 ^{cde}
t10	3.1 ± 0.6 ^{cde}	4.6 ± 1.1 ^{bcd}	3.7 ± 1.5 ^{cde}	5.3 ± 0.6 ^d	4.9 ± 0.8 ^b	4.9 ± 0.9 ^{abc}	6.0 ± 0.9 ^{bcd}
t11	2.5 ± 0.9 ^{abc}	3.8 ± 1.5 ^{ab}	3.2 ± 1.3 ^{abcde}	4.1 ± 1.1 ^{ab}	4.4 ± 0.9 ^{ab}	5.0 ± 0.7 ^{abc}	5.2 ± 1.5 ^{ab}
t12	3.4 ± 1.3 ^{de}	4.5 ± 1.4 ^{bcd}	3.9 ± 1.6 ^e	5.1 ± 1.4 ^{cd}	5.0 ± 1.3 ^b	5.1 ± 1.6 ^{bc}	6.3 ± 1.2 ^{de}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas
t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

La representación gráfica de los atributos de textura cocida para la milanesa están representados en la Figura 6.20, en ella se puede observar que el corte presentó un perfil similar a lo largo del tiempo. Se puede ver, además, que al tiempo cero se dio el valor más bajo de dureza, así como de cohesividad y un valor alto de jugosidad.

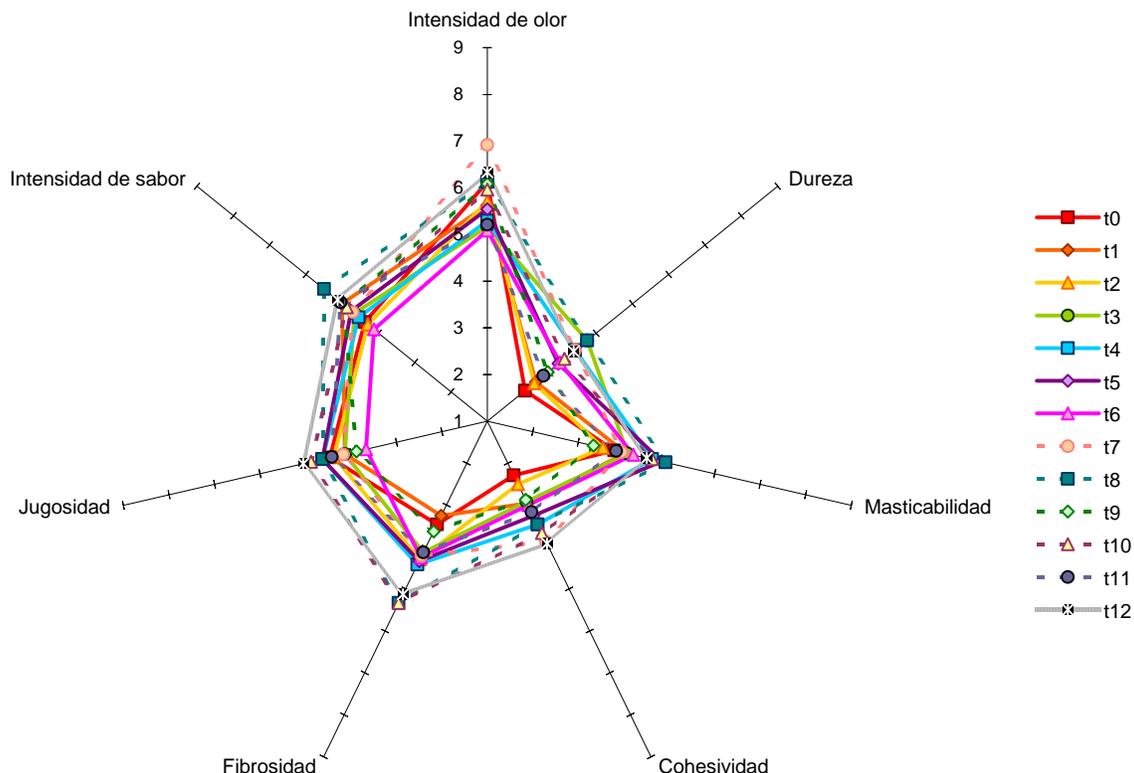


Figura 6.20 Perfil sensorial de los atributos de textura cocida para el corte: milanesa

CUETE

Los resultados del aspecto para la carne cruda se muestran en la Tabla 6.20, en ella se puede observar que a mayor tiempo de almacenamiento en general disminuyo la percepción visual del atributo grasa superficial, intramuscular, jugosidad y contenido de nervio, sin embargo aumenta la homogeneidad esto se podría explicar porque al no percibirse la grasa esto hace que las muestras se vean más homogéneas; en el resto de los atributos (color, brillo y fibrosidad) aunque se observan diferencias significativas entre las muestras a lo largo de las semanas estos cambios no muestran una tendencia clara. Al evaluar el rango de intensidad que presentaba cada atributo se observó que la homogeneidad, jugosidad y brillo pasaron de valores intermedios a altos, con valores de 5.3 – 8.0, 5 – 7.2 y 4.8 – 6.9 respectivamente; el color y la fibrosidad fueron los que más efecto mostraron pasando de bajo a medio – alto (2.8 – 6.0 y 2.6 – 6.6) respectivamente, la grasa superficial vario de bajo a intermedio (1 – 4), mientras que la intramuscular se mantuvo en una intensidad baja al igual que el contenido de nervio con valores entre 1 – 2.5 y 1.1 – 2.9 respectivamente.

Tabla 6.20 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cruda del corte de cuete

	Homogeneidad	Color	Grasa Sup.	Grasa Intr.	Jugosidad	Brillo	Cont. Nervio	Fibrosidad
t0	5.3 ± 1.4 ^a	3.6 ± 1.0 ^b	4.0 ± 1.3 ^d	2.5 ± 0.9 ^f	7.0 ± 0.8 ^{ef}	6.8 ± 1.0 ^{de}	2.9 ± 1.1 ^c	2.9 ± 1.9 ^{ab}
t1	7.2 ± 0.7 ^{bcd}	5.6 ± 1.1 ^{ef}	2.0 ± 1.0 ^{bc}	1.5 ± 0.4 ^{bcde}	6.6 ± 1.1 ^{def}	5.8 ± 1.6 ^{abcd}	3.3 ± 1.1 ^c	4.3 ± 1.4 ^{cd}
t2	7.6 ± 0.8 ^{de}	4.2 ± 1.1 ^{bc}	1.3 ± 0.5 ^{ab}	1.3 ± 0.6 ^{abcd}	5.5 ± 0.9 ^{abc}	4.8 ± 1.9 ^{ab}	1.4 ± 0.6 ^{ab}	4.3 ± 2.0 ^{cd}
t3	7.2 ± 0.5 ^{bcd}	3.5 ± 0.9 ^{ab}	1.2 ± 0.3 ^a	1.5 ± 0.7 ^{bcde}	5.9 ± 0.9 ^{bcd}	5.1 ± 1.2 ^{ab}	1.5 ± 0.7 ^{ab}	5.3 ± 0.9 ^{def}
t4	7.6 ± 0.5 ^{de}	3.9 ± 0.7 ^b	1.0 ± 0.0 ^a	1.0 ± 0.0 ^a	5.4 ± 0.7 ^{ab}	5.1 ± 1.1 ^{ab}	1.0 ± 0.1 ^a	3.8 ± 1.5 ^{bc}
t5	7.5 ± 0.5 ^{cde}	5.2 ± 0.9 ^{de}	1.5 ± 0.8 ^{ab}	1.8 ± 0.4 ^e	7.2 ± 0.7 ^f	6.9 ± 0.8 ^e	1.9 ± 0.9 ^b	6.6 ± 0.9 ^g
t6	7.8 ± 0.5 ^e	3.4 ± 1.0 ^{ab}	1.0 ± 0.1 ^a	1.1 ± 0.2 ^{ab}	5.5 ± 1.0 ^{abc}	4.9 ± 1.5 ^{ab}	1.4 ± 0.4 ^{ab}	2.6 ± 0.6 ^a
t7	6.7 ± 1.5 ^b	4.1 ± 0.7 ^{bc}	4.3 ± 2.0 ^d	1.2 ± 0.4 ^{abcd}	6.3 ± 1.3 ^{cdef}	5.8 ± 1.1 ^{bcd}	1.4 ± 0.6 ^{ab}	4.9 ± 0.9 ^{de}
t8	7.7 ± 0.5 ^{de}	2.8 ± 1.0 ^a	1.6 ± 0.7 ^{ab}	1.1 ± 0.3 ^{abc}	5.0 ± 1.5 ^a	4.8 ± 1.5 ^a	1.1 ± 0.2 ^a	4.5 ± 1.5 ^{cde}
t9	6.9 ± 0.7 ^{bc}	6.0 ± 1.0 ^f	1.3 ± 0.4 ^{ab}	1.6 ± 0.3 ^{de}	6.2 ± 1.3 ^{bcde}	6.3 ± 1.2 ^{cde}	2.7 ± 1.5 ^c	5.4 ± 1.1 ^{ef}
t10	7.1 ± 0.4 ^{bcd}	4.8 ± 0.8 ^{cd}	1.3 ± 0.3 ^{ab}	1.5 ± 0.4 ^{abcde}	6.1 ± 1.1 ^{bcd}	6.2 ± 1.1 ^{cde}	2.0 ± 0.8 ^b	5.0 ± 1.1 ^{def}
t11	7.5 ± 0.9 ^{cde}	5.6 ± 0.8 ^{ef}	1.3 ± 0.4 ^{ab}	1.5 ± 0.5 ^{cde}	5.8 ± 1.1 ^{abcd}	5.5 ± 1.2 ^{abc}	1.9 ± 0.8 ^b	6.0 ± 1.0 ^{fg}
t12	8.0 ± 0.3 ^e	4.7 ± 1.1 ^{cd}	2.5 ± 1.7 ^c	1.5 ± 0.9 ^{bcde}	6.7 ± 0.9 ^{def}	6.6 ± 1.1 ^{de}	2.0 ± 0.6 ^b	4.4 ± 0.8 ^{cde}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

La representación gráfica de los resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cruda para el cuete se muestran en la Figura 6.21; en ella se puede observar una gran

dispersión de datos para los atributos de fibrosidad, color, brillo y jugosidad. En general, el corte muestra un perfil constante a lo largo del tiempo con excepción del tiempo cero, en este tiempo se aprecia más grasa superficial e intramuscular, y por lo mismo se aprecia como menos homogénea. Recordemos que la evaluación al tiempo cero se trata de un corte sometido únicamente a refrigeración, y ésta puede ser la razón de que se aprecie como menos homogénea y con mayor cantidad de grasa, pues al no ser sometida a congelación no ha sufrido deshidratación.

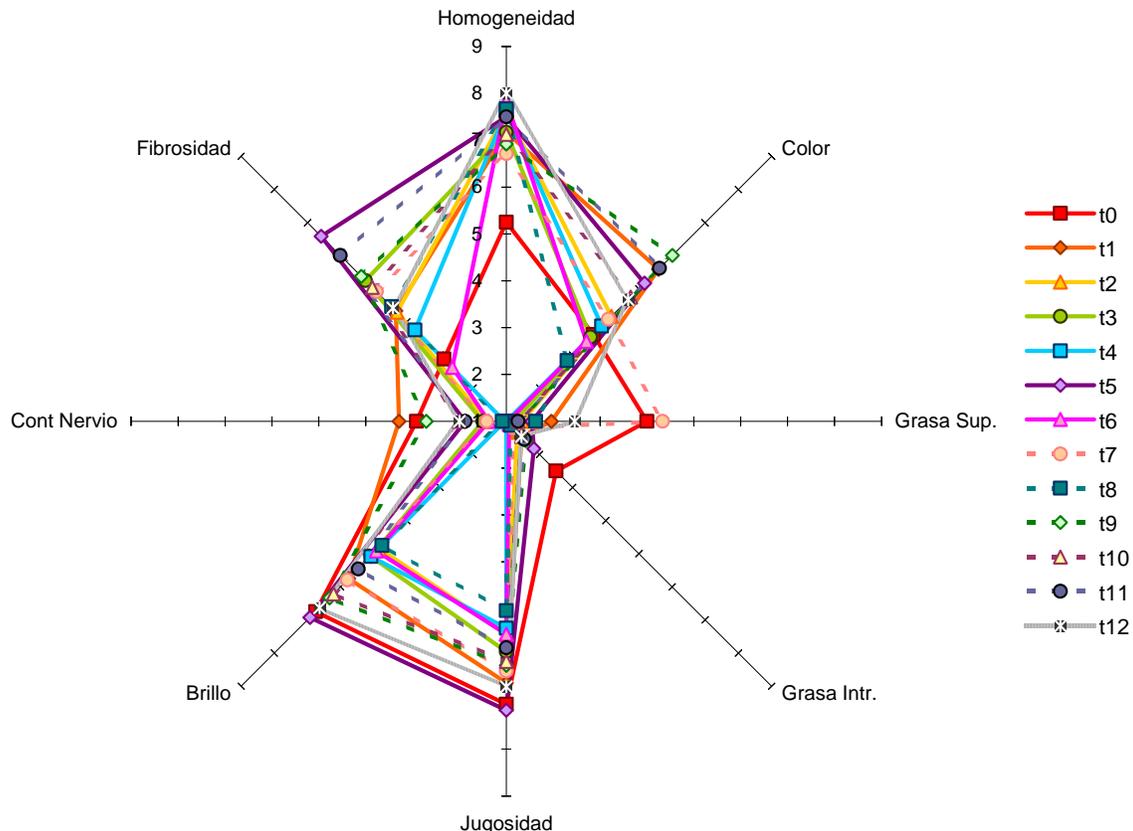


Figura 6.21 Perfil sensorial de los atributos de apariencia cruda para el corte: cuete

Al evaluar la textura, se observó que todos los atributos se modificaron pero ninguno mostró una tendencia clara. Por otro lado, la intensidad del olor aumentó a partir de la primera semana, sin embargo volvió a bajar en el tiempo dos para nuevamente volver a subir, decimos que existe un aumento en las notas de olor puesto que los valores más bajos se dan al principio del estudio, encontrando un pico en la quinta semana de congelación (Tabla 6.21). Existen diversos estudios que señalan que los mayores cambios en la calidad de los productos cárnicos suceden durante el almacenamiento y no durante el proceso de congelación (Ciobanu y et. al., 1976; Collin, 1977).

En este corte los rangos de intensidad de los atributos de cohesividad y olor se variaron rangos intermedios a altos, 3.0 – 4.8 para la primera y 4.2 – 6.8 para la segunda. Para la dureza y la fibrosidad encontramos rangos de intensidad bajos – intermedios, 3.3 – 5.3 y 3.1 – 5.9 respectivamente. Finalmente la jugosidad presento rangos de intensidad altos (6.3 – 8.3).

Tabla 6.21 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura y olor en carne cruda del corte de cuete

	Dureza	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad	Olor
t0	4.7 ± 1.1 ^{cde}	3.2 ± 1.4 ^{abc}	3.2 ± 1.8 ^{ab}	6.3 ± 1.3 ^{bc}	4.2 ± 1.2 ^a
t1	3.9 ± 1.0 ^{ab}	4.8 ± 1.4 ^d	4.7 ± 1.7 ^{cde}	7.1 ± 1.2 ^{cde}	5.4 ± 1.2 ^{bcd}
t2	3.3 ± 1.0 ^a	4.0 ± 2.2 ^{bcd}	5.1 ± 1.7 ^{def}	8.2 ± 1.1 ^{fg}	4.8 ± 1.4 ^{ab}
t3	5.0 ± 0.8 ^{de}	4.0 ± 1.9 ^{bcd}	4.8 ± 1.5 ^{de}	6.5 ± 1.7 ^{bcd}	5.6 ± 1.1 ^{bcd}
t4	4.0 ± 1.1 ^{ab}	4.3 ± 1.4 ^{cd}	4.2 ± 1.1 ^{abcd}	7.6 ± 1.4 ^{etg}	5.0 ± 1.5 ^{abc}
t5	5.3 ± 0.7 ^e	4.5 ± 1.8 ^{cd}	5.9 ± 1.2 ^{fg}	8.3 ± 0.6 ^g	6.8 ± 0.8 ^e
t6	3.6 ± 0.9 ^{ab}	3.0 ± 1.3 ^{ab}	3.1 ± 1.1 ^a	7.3 ± 0.5 ^{def}	5.3 ± 0.9 ^{abc}
t7	3.9 ± 0.4 ^{ab}	4.0 ± 1.5 ^{bcd}	4.3 ± 1.1 ^{bcd}	5.2 ± 1.4 ^a	6.0 ± 1.3 ^{cde}
t8	4.4 ± 1.2 ^{bcd}	3.9 ± 1.2 ^{bcd}	3.7 ± 1.2 ^{abc}	6.2 ± 0.9 ^b	5.2 ± 1.0 ^{abc}
t9	4.0 ± 1.5 ^{ab}	4.2 ± 1.3 ^{cd}	5.4 ± 1.0 ^{etg}	8.2 ± 0.4 ^{fg}	6.3 ± 1.1 ^{de}
t10	3.8 ± 1.2 ^{ab}	4.9 ± 1.1 ^d	4.8 ± 0.9 ^{de}	6.2 ± 1.0 ^b	5.7 ± 1.5 ^{bcd}
t11	4.2 ± 0.9 ^{bc}	4.0 ± 0.9 ^{bcd}	6.4 ± 0.8 ^g	6.3 ± 0.7 ^{bc}	6.0 ± 1.1 ^{cde}
t12	4.2 ± 0.7 ^{bc}	2.7 ± 1.9 ^a	5.2 ± 1.2 ^{def}	7.9 ± 0.7 ^{etg}	5.3 ± 1.2 ^{abc}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.
 Los resultados son un promedio de 12 réplicas
 t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

En la Figura 6.22 se observa un comportamiento similar del corte a lo largo del tiempo, con una gran dispersión de datos en todos los atributos; también se puede ver que, como ya se ha mencionado a lo largo de este trabajo, no existe una tendencia clara en la variación de la intensidad de los atributos de la carne. En este caso en particular, el tiempo que sobresale del resto es el correspondiente a la quinta semana de congelación, ya que presentó la mayor intensidad de olor, así como jugosidad, dureza y una alta fibrosidad. Estos cambios en los atributos evaluados pudieron deberse no solo al almacenamiento en congelación, como ya se ha discutido, sino también a la raza de bovino de la cual se extrajo el corte. Hay varios estudios que demuestran que la raza, sexo, edad y el régimen de alimentación del animal influyen en el rendimiento y composición de la carne; estos factores junto con la matanza y el tratamiento post mortem influyen en diversos atributos como el sabor y la ternura de la carne (Devine y Chrystall, 1999).

Ramesey *et. al.*, (1963) reportan que los atributos sensoriales y la terneza evaluada con la sonda Warner – Bratzler en filetes de lomo de razas de Brahman y British fueron similares, pero sin encontrarse diferencias significativas. Las diferencias en la terneza se han atribuido a diferencias en las proteínas y su comportamiento postmortem. Shakelford y *et. al.* (1991) consideran que la posible causa de la diferencia en terneza entre *Bos indicus* y las cruza de *Bos taurus* es la inhibición de las proteasas dependientes del calcio (calpainas). Existe una proteína inhibidora de las enzimas llamada calpastatina, la cual regula la actividad de calpainas, se le considera responsable de un 44% de la variación en suavidad de la carne añeja. Dependiendo del arreglo genético del ganado, hay diferentes niveles de calpainas en la carne, los cuales contribuyen a la dureza de ésta al inhibir a las calpainas durante el envejecimiento postmortem (Koochmaraie, 1995).

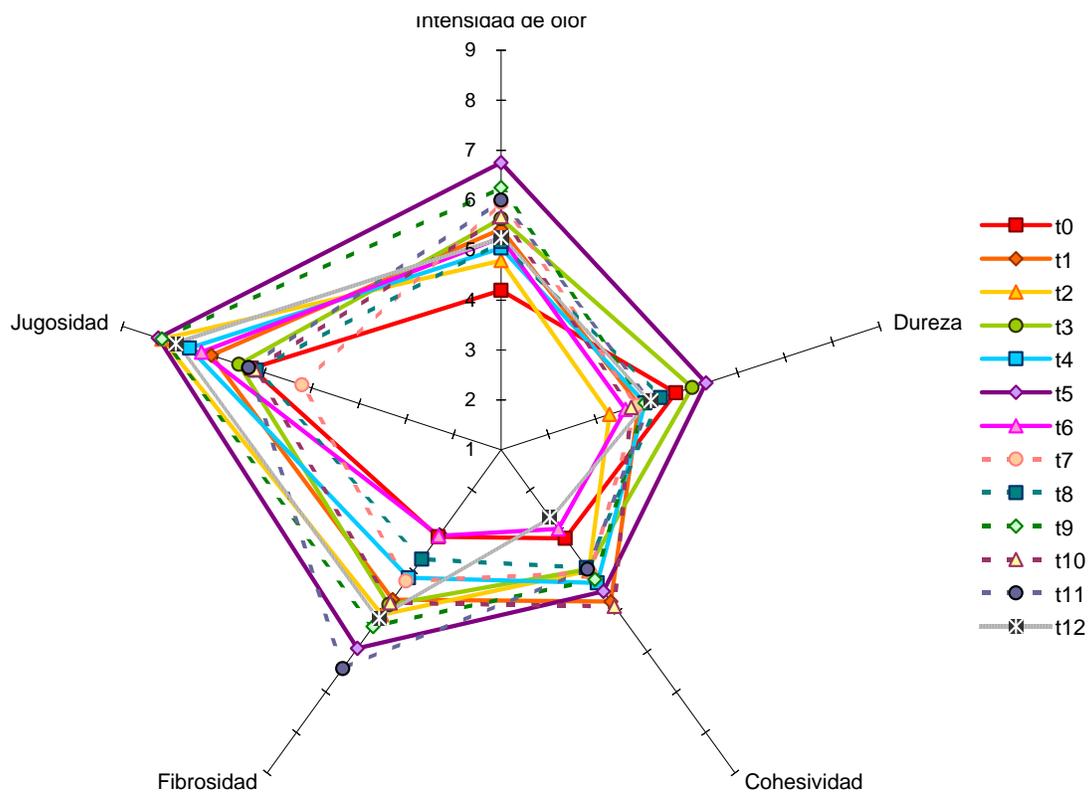


Figura 6.22 Perfil sensorial de los atributos de textura cruda para el corte: cuete

Al evaluar las muestras cocidas, se observó que en general la apreciación de la grasa superficial disminuyó, así como la jugosidad y brillo (a excepción de las semanas 5 y 11), pero aumentó la homogeneidad, la intensidad de color sobre todo a partir de la novena semana, el resto de los atributos también mostraron cambios significativos pero no se observa una tendencia clara

(Tabla 6.22). En cuanto a la intensidad presentada por cada atributo, se encontró que la muestra presentó una alta homogeneidad a lo largo del tiempo, así mismo la grasa superficial e intramuscular se mantuvieron en intensidades bajas al igual que el contenido de nervio. Nuevamente en este corte se vuelve a observar que el atributo que más varió fue el color, pasando de un tono rosado a un rojo – ladrillo, es decir, paso de una intensidad baja a media – alta; por otro lado, la jugosidad y el brillo se mantuvieron en intensidades bajas a medias (3.5 – 5.8 y 3.5 – 5.3 respectivamente) mientras que la fibrosidad oscilo de baja a alta (3.4 – 7.1).

Tabla 6.22 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cocida del corte de cuete

	Homogeneidad	Color	Grasa Sup.	Grasa Intr.	Jugosidad	Brillo	Cont. Nervio	Fibrosidad
t0	7.4 ± 1.1 ^{ab}	2.1 ± 0.8 ^a	3.1 ± 1.3 ^d	1.3 ± 0.4 ^b	5.2 ± 0.9 ^b	5.1 ± 1.2 ^b	2.1 ± 0.9 ^{cd}	4.7 ± 2.2 ^{bc}
t1	7.3 ± 1.5 ^a	3.6 ± 0.8 ^{bc}	1.5 ± 0.6 ^{bc}	1.5 ± 0.5 ^c	4.2 ± 0.9 ^a	4.0 ± 0.7 ^a	1.9 ± 1.7 ^{cd}	7.1 ± 0.3 ^h
t2	8.5 ± 0.5 ^d	1.5 ± 0.4 ^a	1.3 ± 0.4 ^{ab}	1.0 ± 0.0 ^a	3.5 ± 1.0 ^a	3.7 ± 0.9 ^a	1.3 ± 0.3 ^{ab}	7.1 ± 0.9 ^h
t3	8.3 ± 0.4 ^{cd}	1.8 ± 0.6 ^a	1.1 ± 0.3 ^{ab}	1.0 ± 0.0 ^a	3.4 ± 1.6 ^a	3.9 ± 1.3 ^a	1.1 ± 0.2 ^a	6.3 ± 0.4 ^{igh}
t4	8.3 ± 0.4 ^{cd}	2.2 ± 1.1 ^a	1.1 ± 0.2 ^{ab}	1.0 ± 0.0 ^a	3.5 ± 1.6 ^a	3.3 ± 1.7 ^a	1.1 ± 0.2 ^a	5.5 ± 1.3 ^{def}
t5	8.1 ± 0.8 ^{cd}	3.1 ± 1.3 ^b	1.0 ± 0.0 ^a	1.1 ± 0.2 ^{ab}	5.8 ± 1.1 ^b	5.3 ± 0.9 ^b	1.3 ± 0.6 ^{ab}	6.7 ± 0.7 ^{gh}
t6	8.3 ± 0.7 ^{cd}	1.8 ± 0.8 ^a	1.1 ± 0.2 ^{ab}	1.0 ± 0.0 ^a	4.0 ± 1.1 ^a	4.0 ± 1.0 ^a	1.0 ± 0.0 ^a	3.4 ± 0.8 ^a
t7	7.9 ± 0.5 ^{bc}	2.2 ± 0.7 ^a	2.0 ± 0.5 ^c	1.0 ± 0.0 ^a	3.5 ± 1.1 ^a	3.5 ± 0.9 ^a	1.2 ± 0.4 ^{ab}	5.1 ± 0.7 ^{cd}
t8	8.2 ± 0.5 ^{cd}	1.9 ± 0.7 ^a	1.2 ± 0.3 ^{ab}	1.0 ± 0.1 ^a	3.3 ± 1.5 ^a	3.7 ± 1.2 ^a	1.0 ± 0.1 ^a	4.2 ± 0.8 ^{ab}
t9	8.1 ± 0.3 ^{cd}	3.1 ± 1.6 ^b	1.0 ± 0.0 ^a	1.1 ± 0.2 ^{ab}	3.8 ± 0.9 ^a	3.6 ± 0.9 ^a	1.2 ± 0.3 ^{ab}	5.4 ± 0.7 ^{cde}
t10	7.1 ± 0.6 ^a	5.5 ± 0.8 ^e	2.0 ± 0.5 ^c	1.6 ± 0.2 ^c	3.8 ± 1.2 ^a	3.7 ± 1.3 ^a	2.4 ± 1.2 ^d	6.0 ± 0.9 ^{efg}
t11	7.5 ± 0.7 ^{ab}	4.4 ± 0.6 ^d	1.9 ± 1.1 ^c	1.2 ± 0.5 ^{ab}	5.2 ± 1.0 ^b	5.2 ± 1.0 ^b	1.7 ± 1.1 ^{bc}	5.5 ± 1.1 ^{de}
t12	8.5 ± 0.5 ^{cd}	4.3 ± 1.2 ^{cd}	1.4 ± 0.5 ^{ab}	1.2 ± 0.3 ^{ab}	4.2 ± 1.2 ^a	4.1 ± 1.2 ^a	1.1 ± 0.3 ^{ab}	6.0 ± 0.5 ^{efg}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

La representación gráfica de los resultados de la evaluación de atributos para la apariencia en carne cocida se encuentran en la Figura 6.23, nuevamente se observa una gran dispersión en la fibrosidad de carne, abarcando valores de bajos a altos, al igual que en el color, no sucede así en la homogeneidad que fue calificada de manera alta a lo largo del estudio, siendo uno de los cortes más homogéneos, esto concuerda con la grasa superficial e intramuscular y el contenido de nervio, que como se puede ver, no presentan valores altos y además la dispersión de los datos fue mínima.

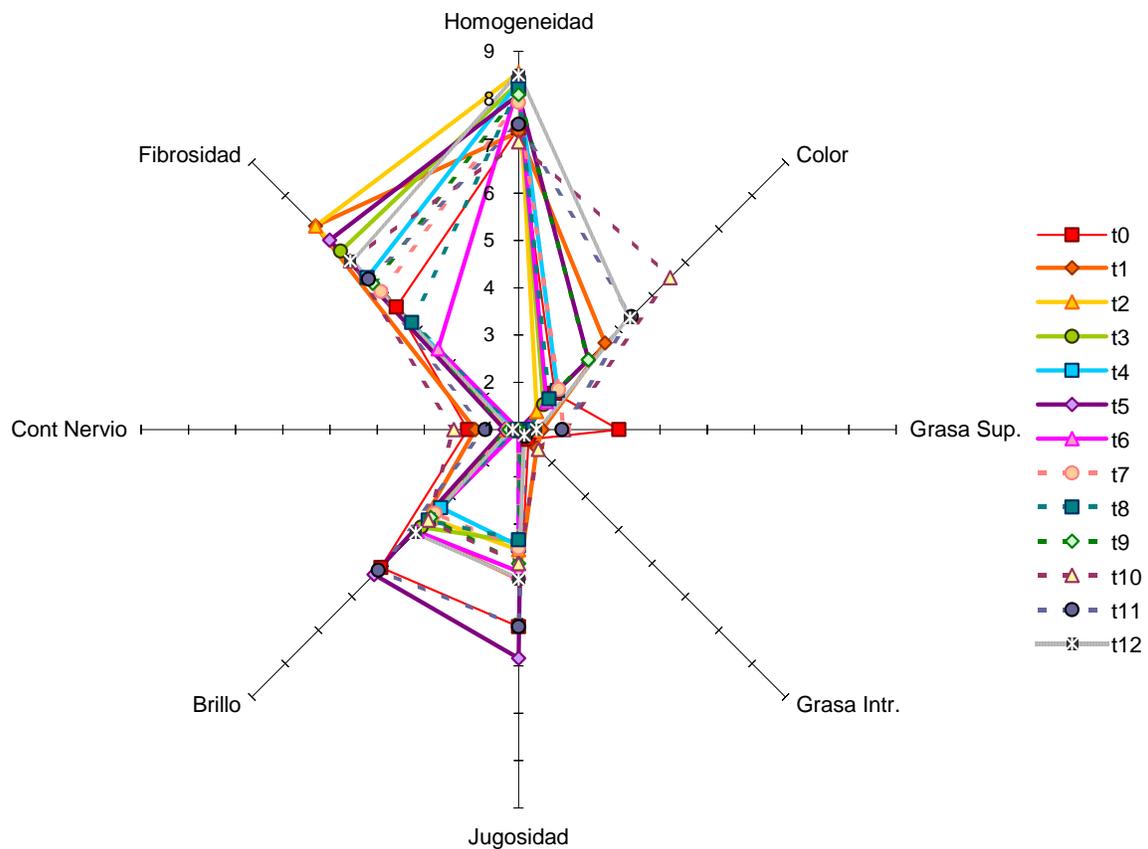


Figura 6.23 Perfil sensorial de los atributos de apariencia cocida para el corte: cuete

En todos los atributos evaluados para textura cocida, se encontraron diferencias significativas entre muestras, pero no se observó una tendencia clara, mientras que el olor disminuyó y el sabor se intensificó (Tabla 6.23), esto último también se puede observar en la Figura 6.24, donde el punto más alto de sabor se da en la última semana del estudio y los más bajos en las primeras, variando la intensidad de este atributo de manera intermedia pero con una tendencia a aumentar (4.4 – 5.6).

Para los atributos de masticabilidad, fibrosidad y jugosidad también varían de manera intermedia, encontrando valores de 3.2 – 5.3, 3.9 – 5.0 y 3.5 – 5.0 respectivamente. En dureza y fibrosidad se encuentran valores bajos a intermedios (2.0 – 4.2 y 2.3 – 4.3).

Tabla 6.23 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura, sabor y olor en carne cocida del corte de cuete

	Dureza	Masticabilidad	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad	Sabor	Olor
t0	3.9 ± 1.1 ^{cdef}	4.7 ± 0.8 ^{cd}	3.2 ± 2.1 ^{ab}	5.0 ± 1.8 ^{abc}	5.0 ± 1.6 ^c	4.5 ± 0.9 ^{ab}	6.3 ± 0.8 ^{bc}
t1	3.6 ± 0.7 ^{bcdef}	5.3 ± 0.9 ^d	3.6 ± 1.7 ^b	4.5 ± 1.8 ^{ab}	4.4 ± 1.8 ^{abc}	4.8 ± 1.0 ^{ab}	5.2 ± 0.9 ^a
t2	3.0 ± 1.1 ^b	3.8 ± 1.0 ^{ab}	3.1 ± 1.3 ^{ab}	4.2 ± 1.5 ^{ab}	3.6 ± 1.7 ^a	4.4 ± 2.0 ^a	5.6 ± 1.4 ^{abc}
t3	3.3 ± 0.8 ^{bcde}	4.8 ± 1.0 ^{cd}	3.8 ± 2.0 ^b	4.7 ± 1.7 ^{abc}	4.3 ± 1.6 ^{abc}	4.8 ± 1.6 ^{ab}	5.7 ± 1.3 ^{abc}
t4	4.0 ± 0.8 ^{ef}	4.8 ± 0.9 ^{cd}	4.0 ± 2.1 ^b	5.3 ± 1.1 ^{bc}	3.6 ± 1.2 ^a	5.0 ± 1.4 ^{ab}	5.5 ± 1.6 ^{ab}
t5	4.1 ± 0.9 ^f	4.8 ± 1.2 ^{cd}	4.0 ± 1.7 ^b	5.3 ± 1.5 ^{bc}	4.5 ± 1.2 ^{abc}	5.4 ± 0.8 ^{ab}	6.4 ± 1.4 ^c
t6	4.0 ± 0.8 ^{def}	5.1 ± 1.0 ^{cd}	3.9 ± 0.9 ^b	3.9 ± 1.2 ^a	4.4 ± 1.4 ^{abc}	5.0 ± 1.3 ^{ab}	5.9 ± 0.4 ^{abc}
t7	3.3 ± 0.7 ^{bc}	4.5 ± 0.6 ^{bcd}	3.4 ± 1.3 ^{ab}	5.0 ± 1.7 ^{abc}	3.9 ± 1.1 ^{abc}	5.3 ± 1.2 ^{ab}	5.6 ± 0.7 ^{abc}
t8	3.8 ± 0.9 ^{bcdef}	4.4 ± 1.1 ^{bc}	4.0 ± 1.6 ^b	5.0 ± 1.1 ^{abc}	3.6 ± 0.8 ^a	4.8 ± 1.6 ^{ab}	5.4 ± 0.3 ^a
t9	4.2 ± 1.2 ^f	4.6 ± 1.3 ^{bcd}	3.7 ± 1.2 ^b	4.0 ± 1.7 ^a	3.5 ± 1.7 ^a	4.5 ± 1.5 ^{ab}	5.4 ± 1.1 ^a
t10	3.8 ± 0.7 ^{bcdef}	5.2 ± 1.3 ^{cd}	4.3 ± 1.5 ^b	5.9 ± 1.0 ^c	3.9 ± 0.9 ^{ab}	4.9 ± 0.8 ^{ab}	5.9 ± 0.6 ^{abc}
t11	2.0 ± 0.8 ^a	3.2 ± 1.0 ^a	2.3 ± 1.3 ^a	4.4 ± 1.7 ^{ab}	4.1 ± 1.0 ^{abc}	5.5 ± 1.0 ^b	6.4 ± 0.7 ^c
t12	3.3 ± 0.9 ^{bcd}	5.2 ± 1.1 ^{cd}	4.3 ± 1.8 ^b	5.0 ± 1.8 ^{abc}	4.8 ± 1.3 ^{bc}	5.6 ± 1.1 ^b	5.3 ± 1.3 ^a

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.
 Los resultados son un promedio de 12 réplicas
 t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

En la Figura 6.24 se puede ver de manera grafica los valores para los atributos de la textura, sabor y olor de la carne cocida, el perfil se mantuvo constante a lo largo del estudio, en general se califico de manera media a los diferentes atributos sin observarse una dispersión importante de los datos. Si se observar la línea de jugosidad se puede ver que en la semana cero y en la semana doce las muestras fueron calificadas de manera muy similar, de ahí, que en este corte no se vio afectado este atributo por el almacenamiento en congelación ni por un tratamiento térmico posterior.

En la semana once de almacenamiento se puede apreciar una disminución en los atributos de dureza, por consiguiente masticabilidad y cohesividad.

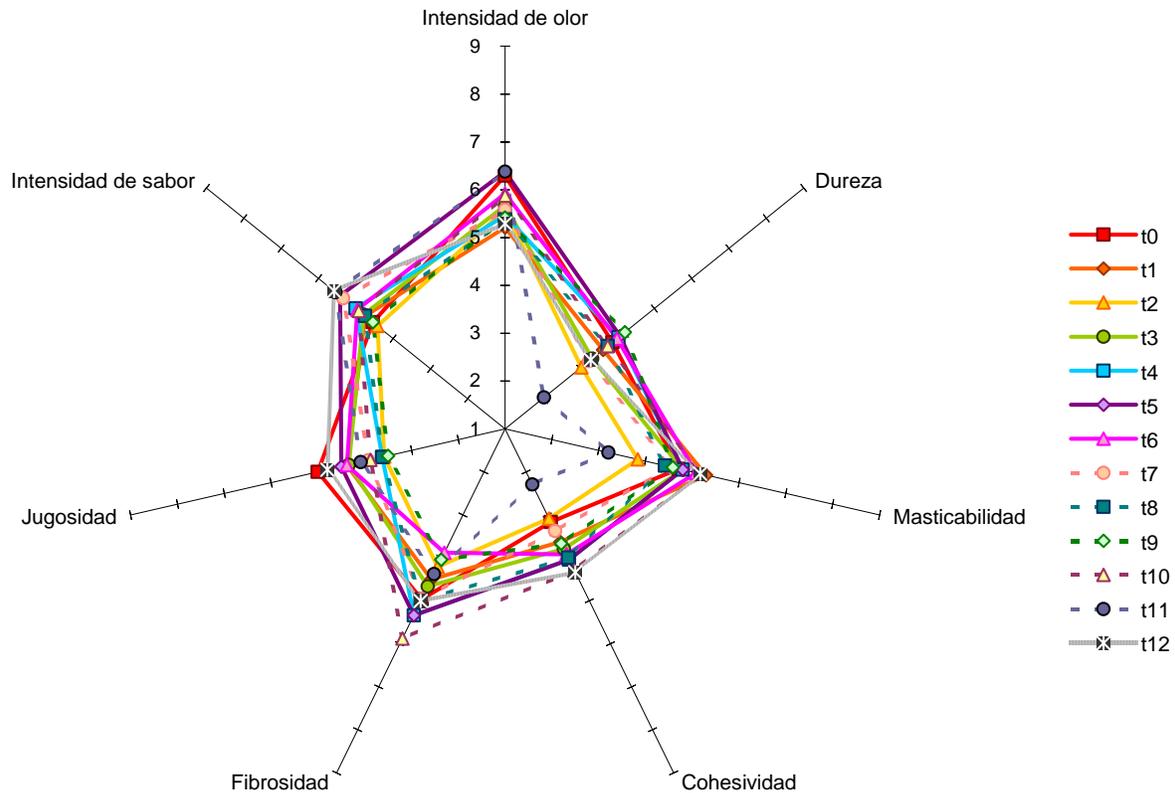


Figura 6.24 Perfil sensorial de los atributos de textura cocida para el corte: cuete

FILETE

En este corte con ayuda de la Tabla 6.24 podemos observar que la homogeneidad presenta valores altos (5.8 – 8.4) con respecto a la intensidad de este atributo; no así en los atributos de grasa superficial e intramuscular y contenido de nervio, en donde se observa que los valores se mantienen en un rango bajo, de hecho en el atributo de grasa superficial no hubo diferencia significativa en los diferentes tiempos a lo largo del estudio. Sin embargo en el atributo de color la tendencia va en aumento (con valores intermedios a altos, 3.1 – 7.0) siendo hacia el final del estudio un color rojo ladrillo más marcado. Los atributos de jugosidad y brillo presentan una tendencia similar entre ellos y con una variabilidad de intensidad intermedia a alta (4.8 – 7.1 para la jugosidad y 4.8 – 6.4 para el brillo); y es en las últimas evaluaciones donde se aprecia una carne más jugosa y brillante.

Tabla 6.24 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cruda del corte de filete

	Homogeneidad	Color	Grasa Sup.	Grasa Intr.	Jugosidad	Brillo	Cont. Nervio	Fibrosidad
t0	7.7 ± 0.5 ^{de}	5.8 ± 0.9 ^{def}	1.0 ± 0.0 ^a	1.1 ± 0.3 ^{ab}	5.5 ± 1.1 ^{abc}	5.5 ± 1.1 ^{ab}	1.5 ± 0.6 ^{abc}	4.3 ± 1.0 ^{bc}
t1	5.8 ± 0.7 ^a	5.5 ± 0.6 ^{cd}	1.0 ± 0.0 ^a	3.3 ± 0.8 ^d	6.5 ± 0.6 ^{ef}	6.1 ± 0.8 ^{bc}	1.5 ± 0.9 ^{abc}	3.5 ± 1.2 ^{ab}
t2	8.4 ± 0.4 ^e	5.0 ± 0.9 ^c	1.0 ± 0.0 ^a	1.0 ± 0.0 ^a	5.3 ± 0.8 ^{ab}	4.9 ± 1.4 ^a	1.0 ± 0.0 ^a	5.2 ± 1.4 ^{de}
t3	7.4 ± 0.6 ^{cd}	5.2 ± 1.2 ^{cd}	1.1 ± 0.2 ^a	1.5 ± 0.5 ^b	5.7 ± 0.6 ^{bcd}	5.5 ± 0.9 ^{ab}	1.3 ± 0.6 ^{ab}	3.8 ± 1.2 ^{abc}
t4	6.7 ± 0.7 ^b	5.7 ± 0.7 ^{de}	1.0 ± 0.0 ^a	2.8 ± 1.2 ^c	6.5 ± 0.6 ^{ef}	5.9 ± 0.7 ^{bc}	2.0 ± 1.5 ^c	5.5 ± 1.2 ^e
t5	8.1 ± 0.7 ^{ef}	5.2 ± 0.6 ^{cd}	1.0 ± 0.0 ^a	1.0 ± 0.0 ^a	6.1 ± 1.4 ^{cde}	6.0 ± 1.2 ^{bc}	1.2 ± 0.5 ^{ab}	5.7 ± 0.7 ^e
t6	7.3 ± 0.5 ^{cd}	3.1 ± 0.9 ^a	1.0 ± 0.1 ^a	1.3 ± 0.4 ^{ab}	5.2 ± 0.7 ^{ab}	5.0 ± 0.8 ^a	1.8 ± 0.7 ^{bc}	3.2 ± 0.8 ^a
t7	6.9 ± 1.3 ^{bc}	6.2 ± 0.9 ^{ef}	1.1 ± 0.4 ^a	2.3 ± 1.0 ^c	7.1 ± 0.7 ^f	6.1 ± 1.3 ^{bc}	2.1 ± 1.3 ^c	5.8 ± 0.8 ^e
t8	8.2 ± 0.6 ^{ef}	5.6 ± 0.5 ^{cde}	1.0 ± 0.1 ^a	1.1 ± 0.3 ^{ab}	6.2 ± 1.5 ^{cde}	5.5 ± 0.9 ^{ab}	1.3 ± 0.6 ^{ab}	5.7 ± 0.7 ^e
t9	7.7 ± 0.5 ^{de}	5.5 ± 0.6 ^{cd}	1.0 ± 0.0 ^a	1.5 ± 0.5 ^b	6.5 ± 0.6 ^{ef}	6.0 ± 1.2 ^{bc}	1.8 ± 0.7 ^{bc}	5.8 ± 0.6 ^e
t10	8.2 ± 0.4 ^{de}	4.0 ± 0.9 ^b	1.0 ± 0.0 ^a	1.3 ± 0.5 ^{ab}	5.1 ± 0.5 ^{ab}	4.8 ± 0.7 ^a	1.3 ± 0.3 ^{ab}	3.0 ± 1.1 ^a
t11	7.4 ± 0.6 ^{cd}	6.5 ± 1.3 ^{fg}	1.0 ± 0.1 ^a	1.5 ± 0.5 ^{ab}	4.8 ± 1.2 ^a	4.8 ± 1.2 ^a	1.5 ± 0.7 ^{abc}	3.7 ± 1.4 ^{abc}
t12	8.3 ± 0.5 ^e	7.0 ± 0.9 ^g	1.7 ± 1.1 ^b	1.5 ± 1.3 ^{ab}	6.3 ± 1.0 ^{de}	6.4 ± 1.0 ^c	1.3 ± 0.4 ^{ab}	4.5 ± 1.3 ^{cd}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas
t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

Al estudiar la apariencia en crudo del filete de manera grafica, se puede apreciar, que presenta una gran homogeneidad, una poca cantidad de contenido de nervio, grasa superficial e intramuscular (Figura 6.25).

Con respecto al color se puede observar que hubo variaciones del mismo a lo largo de todo el estudio. Como ya se menciona al principio de este documento, son múltiples los factores que afectan la coloración de la carne, empezando desde la alimentación del animal, ya que existen compuestos que no son sintetizados por el organismo animal y, por lo tanto, provienen de su asimilación y almacenamiento como es el caso de los carotenos (Pérez-Álvarez y et. al., 2000). El contenido en carotenos y su influencia en el color de la carne, es quizá una de las características que más se ha investigado. En el caso particular de la carne, y en especial la de vacuno, su contenido en exceso puede depreciar la calidad de la misma, como ocurre en la clasificación de canales de vacuno. El sistema japonés de clasificación de canales de vacuno determina como aceptables las grasas que presentan coloración blanca, blanco ligeramente oscuro, blanco ligeramente rojizo, e inaceptables las coloración rosada-amarillento y amarilla oscura, siendo los carotenos responsables de estas dos últimas coloraciones (Irie, 2001).

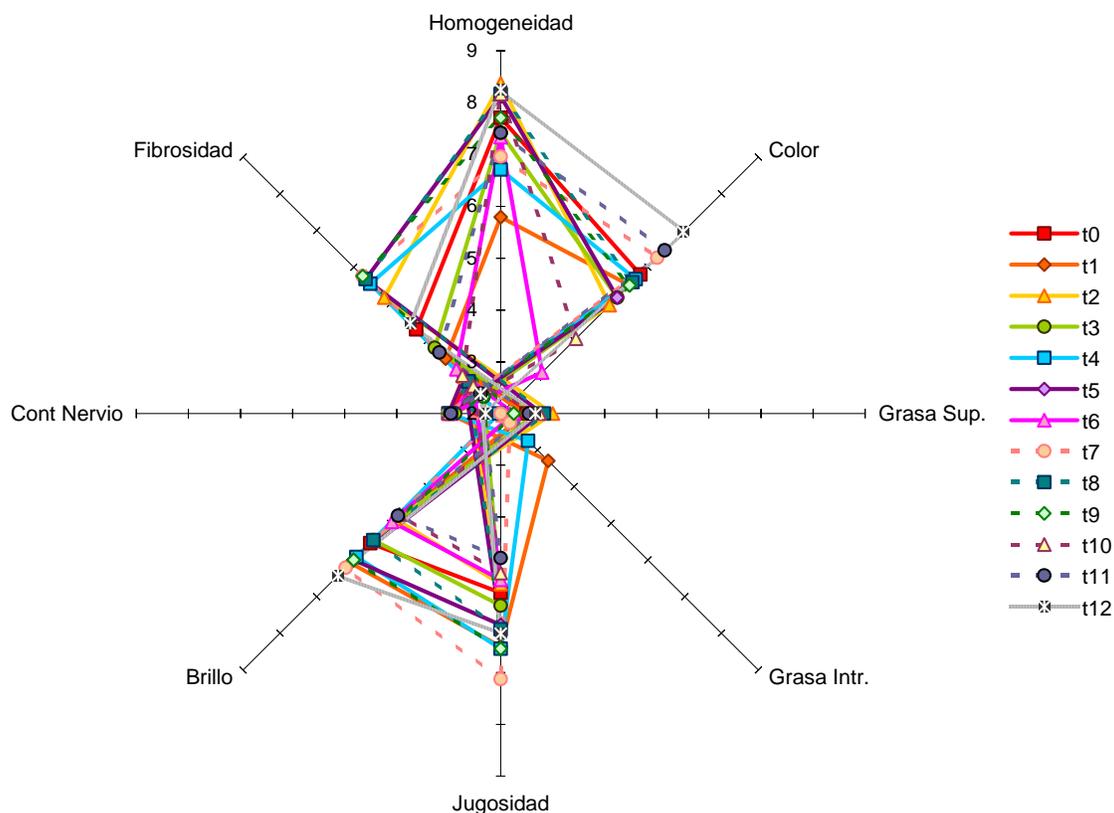


Figura 6.25 Perfil sensorial de los atributos de apariencia cruda para el corte: filete

Por otro lado, al evaluar la textura en crudo (Tabla 6.25) en los atributos de dureza y fibrosidad no se ve una tendencia clara. En este corte la cohesividad de la carne no se ve afectada ya que se mantiene prácticamente constante a lo largo del estudio, con valores bajos 2.2 – 3.5. En la jugosidad se ve una gran fluctuación de valores, desde valores bajos (3.7 en la semana cero) hasta muy altos (8.1 en la semana doce).

La carne procedente de los distintos músculos, presenta grandes diferencias en la jugosidad. Según algunos autores, esto puede deberse a las diferencias de pH (Bouton *et. al.*, 1971) y también a las diferencias de las fracciones miofibrilar y conjuntiva (Monin, 1991). Las diferencias entre músculos en la jugosidad de la carne cruda son grandes y esto se explica en parte, pero no exclusivamente, por la relación agua/proteína, por la velocidad de descenso del pH y por el pH último.

La intensidad en los atributos de dureza y cohesividad se mantienen en valores intermedios y bajos respectivamente, de 3.5 – 4.7 para la primera y de 2.2 – 3.5 para la segunda.

Tabla 6.25 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura y olor en carne cruda del corte de filete

	Dureza	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad	Olor
t0	4.2 ± 1.1 ^{abcd}	3.0 ± 2.1 ^{ab}	4.0 ± 0.9 ^{abcd}	3.7 ± 1.3 ^a	4.2 ± 1.4 ^a
t1	3.7 ± 0.7 ^{ab}	2.9 ± 1.5 ^{ab}	3.3 ± 1.3 ^{ab}	7.7 ± 0.5 ^e	5.3 ± 1.7 ^{abcd}
t2	4.3 ± 1.2 ^{bcd}	2.9 ± 1.3 ^{ab}	4.8 ± 1.4 ^{defg}	7.5 ± 1.0 ^{de}	4.5 ± 1.1 ^{ab}
t3	3.9 ± 0.8 ^{abc}	2.3 ± 1.0 ^a	4.7 ± 1.1 ^{def}	6.5 ± 0.8 ^b	4.5 ± 2.0 ^{ab}
t4	3.9 ± 1.0 ^{abc}	2.7 ± 1.5 ^{ab}	5.3 ± 1.0 ^{efg}	6.9 ± 0.6 ^{bcd}	6.3 ± 1.2 ^{de}
t5	4.3 ± 0.9 ^{bcd}	2.6 ± 1.5 ^{ab}	5.8 ± 0.8 ^g	7.8 ± 0.8 ^e	5.9 ± 0.9 ^{cde}
t6	3.9 ± 0.8 ^{abc}	3.0 ± 0.9 ^{ab}	3.5 ± 0.8 ^{abc}	4.2 ± 0.9 ^a	5.6 ± 1.2 ^{bcde}
t7	4.4 ± 0.8 ^{cd}	3.5 ± 1.6 ^b	5.6 ± 0.5 ^{fg}	7.5 ± 0.5 ^{cde}	6.5 ± 1.1 ^e
t8	4.3 ± 0.9 ^{bcd}	2.7 ± 1.5 ^{ab}	4.8 ± 1.4 ^{defg}	7.5 ± 1.0 ^{de}	6.3 ± 1.2 ^{de}
t9	3.7 ± 0.7 ^{ab}	2.9 ± 1.3 ^{ab}	4.7 ± 1.1 ^{def}	6.9 ± 0.6 ^{bcd}	4.2 ± 1.4 ^a
t10	3.9 ± 0.9 ^{abc}	2.7 ± 1.2 ^{ab}	3.1 ± 1.4 ^a	6.8 ± 0.9 ^{bc}	5.1 ± 1.6 ^{abc}
t11	4.7 ± 0.9 ^d	3.3 ± 1.7 ^{ab}	4.2 ± 1.8 ^{bcd}	6.4 ± 1.0 ^b	6.1 ± 1.9 ^{cde}
t12	3.5 ± 0.9 ^a	2.2 ± 1.1 ^a	4.4 ± 1.5 ^{cde}	8.1 ± 0.7 ^e	5.2 ± 1.2 ^{abcd}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

En la Figura 6.26, y después de haber analizado tres cortes se puede ver que presentan el mismo patrón, siendo el atributo de jugosidad el que más alto se evaluó. En el filete en particular, hay dos tiempos que salen de ese patrón, precisamente en jugosidad, el primero es al tiempo cero, siendo el de valor más bajo (3.7) y después el tiempo seis (4.2), ambos tiempos fueron evaluados de manera media, mientras que el resto tienen valores altos. El atributo que menos dispersión presenta es la dureza, presentando el corte un perfil de dureza media.

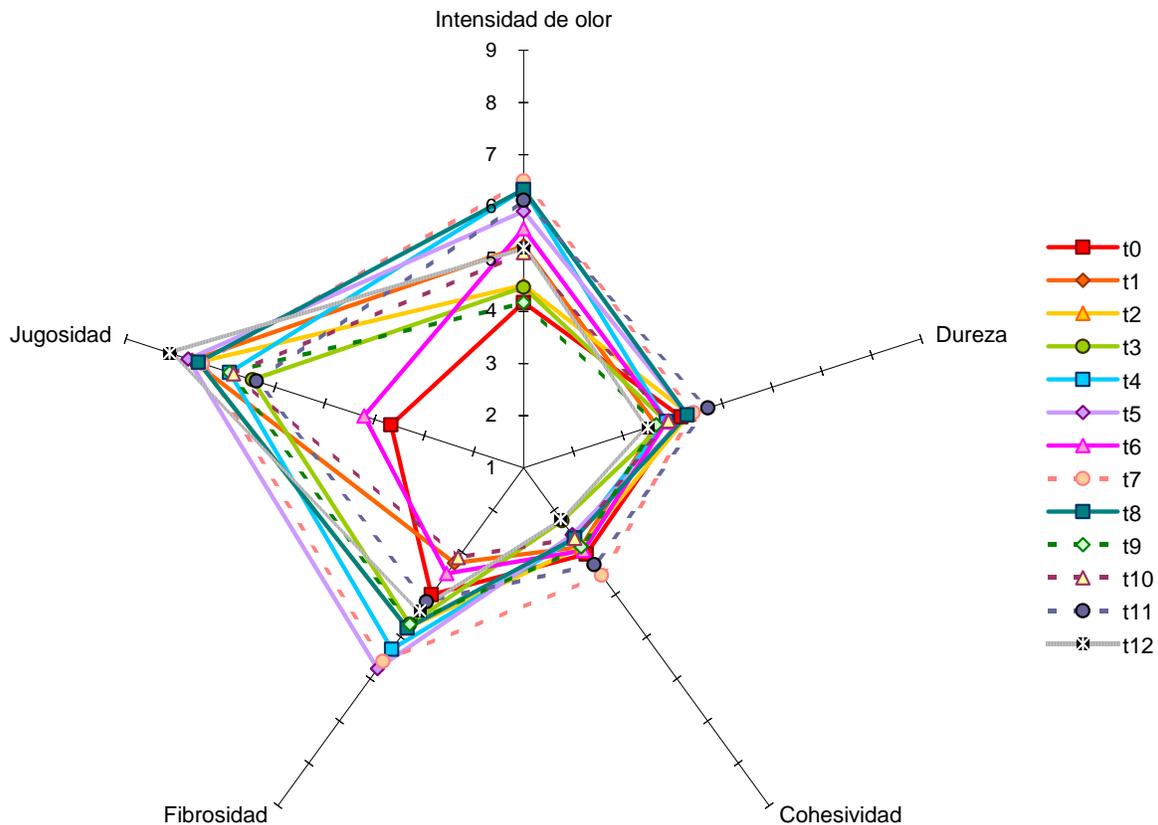


Figura 6.26 Perfil sensorial de los atributos de textura cruda para el corte: filete

Al ser evaluado el corte una vez sometido a cocción claramente se puede ver que tanto los atributos de homogeneidad, grasa superficial, grasa intramuscular y contenido de nervio no sufren un cambio drástico. En cuanto al color y la fibrosidad, claramente se puede ver que aumentan con respecto al tiempo, es decir, la carne presentó una coloración marrón más intensa y más fibrosa, variando de valores bajos – intermedios a altos; de 2.7 – 6.2 para el color y de 3.4 – 6.8 para la fibrosidad. El brillo sin embargo, es el único atributo que se vio disminuido al cocer la carne y al aumentar el tiempo de almacenamiento (Tabla 6.26).

Tabla 6.26 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cocida del corte filete

	Homogeneidad	Color	Grasa Sup.	Grasa Intr.	Jugosidad	Brillo	Cont. Nervio	Fibrosidad
t0	8.0 ± 0.7 ^{ab}	3.8 ± 0.8 ^{bc}	1.1 ± 0.2 ^a	1.1 ± 0.3 ^{ab}	5.5 ± 0.8 ^c	5.3 ± 1.2 ^d	1.4 ± 0.7 ^{abc}	5.0 ± 1.0 ^e
t1	7.8 ± 0.6 ^a	3.4 ± 0.6 ^{ab}	1.0 ± 0.0 ^a	1.1 ± 0.3 ^{ab}	4.1 ± 1.0 ^a	4.3 ± 0.6 ^{abc}	1.1 ± 0.2 ^{abc}	3.4 ± 1.5 ^a
t2	7.9 ± 0.5 ^{ab}	4.1 ± 1.3 ^{bcd}	1.1 ± 0.2 ^a	1.0 ± 0.1 ^a	5.0 ± 0.6 ^{bc}	5.0 ± 0.8 ^{bcd}	1.1 ± 0.3 ^{abc}	4.5 ± 1.7 ^{bcd}
t3	8.2 ± 0.5 ^{ab}	2.7 ± 0.8 ^a	1.1 ± 0.3 ^a	1.3 ± 0.5 ^b	5.8 ± 1.2 ^c	5.2 ± 1.1 ^{cd}	1.1 ± 0.2 ^{ab}	4.0 ± 1.3 ^{abc}
t4	8.0 ± 0.6 ^{ab}	4.4 ± 1.0 ^{cde}	1.0 ± 0.0 ^a	1.0 ± 0.0 ^a	4.4 ± 1.7 ^{ab}	4.4 ± 1.6 ^{abc}	1.1 ± 0.3 ^{abc}	3.7 ± 1.4 ^{ab}
t5	8.0 ± 0.7 ^{ab}	5.0 ± 1.2 ^{ef}	1.0 ± 0.1 ^a	1.0 ± 0.0 ^a	5.3 ± 0.7 ^c	5.1 ± 1.2 ^{bcd}	1.0 ± 0.1 ^a	3.8 ± 0.9 ^{abc}
t6	8.1 ± 0.2 ^{ab}	3.4 ± 0.5 ^{ab}	1.0 ± 0.1 ^a	1.0 ± 0.0 ^a	5.1 ± 0.7 ^{bc}	5.1 ± 0.9 ^{bcd}	1.4 ± 0.4 ^{abc}	4.6 ± 0.4 ^{cde}
t7	8.3 ± 0.6 ^a	4.6 ± 1.2 ^{de}	1.0 ± 0.0 ^a	1.0 ± 0.1 ^a	5.1 ± 1.0 ^{bc}	5.0 ± 1.3 ^{bcd}	1.4 ± 1.2 ^{abc}	6.8 ± 0.6 ^f
t8	8.0 ± 0.7 ^{ab}	4.1 ± 1.3 ^{bcd}	1.1 ± 0.3 ^a	1.0 ± 0.0 ^a	5.3 ± 0.7 ^c	4.3 ± 0.6 ^{abc}	1.1 ± 0.2 ^{ab}	4.6 ± 0.4 ^{cde}
t9	8.0 ± 0.7 ^{ab}	3.8 ± 0.8 ^{bc}	1.0 ± 0.0 ^a	1.0 ± 0.1 ^a	5.8 ± 1.2 ^c	4.4 ± 1.6 ^{abc}	1.0 ± 0.1 ^a	4.6 ± 0.4 ^{cde}
t10	8.2 ± 0.6 ^{ab}	4.8 ± 0.8 ^{def}	1.0 ± 0.1 ^a	1.0 ± 0.1 ^a	4.2 ± 1.5 ^a	4.2 ± 1.5 ^{ab}	1.5 ± 1.0 ^c	4.2 ± 1.4 ^{abcd}
t11	8.1 ± 0.8 ^{ab}	6.2 ± 1.0 ^g	1.0 ± 0.1 ^a	1.1 ± 0.3 ^{ab}	4.0 ± 1.4 ^a	4.0 ± 1.5 ^a	1.4 ± 0.6 ^{bc}	4.9 ± 0.7 ^{de}
t12	8.3 ± 0.5 ^{ab}	5.5 ± 1.4 ^{fg}	1.4 ± 0.5 ^b	1.2 ± 0.2 ^{ab}	4.1 ± 1.1 ^a	4.4 ± 1.1 ^{abcd}	1.2 ± 0.3 ^{abc}	4.9 ± 0.9 ^{de}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

Al estudiar la apariencia cocida del filete, se puede ver un perfil perfectamente definido desde el comienzo del estudio y hasta el final en los atributos de contenido de nervio, brillo, jugosidad, grasa superficial e intramuscular y homogeneidad (Figura 6.27)

Con respecto al color se observa (Figura 6.27) una variabilidad importante a lo largo del estudio, siendo los valores más altos hacia el final del mismo. Como ya se ha mencionado en los cortes antes analizados el almacenamiento presenta una influencia directa en la estabilidad del color (Hui, *et. al.*, 2006).

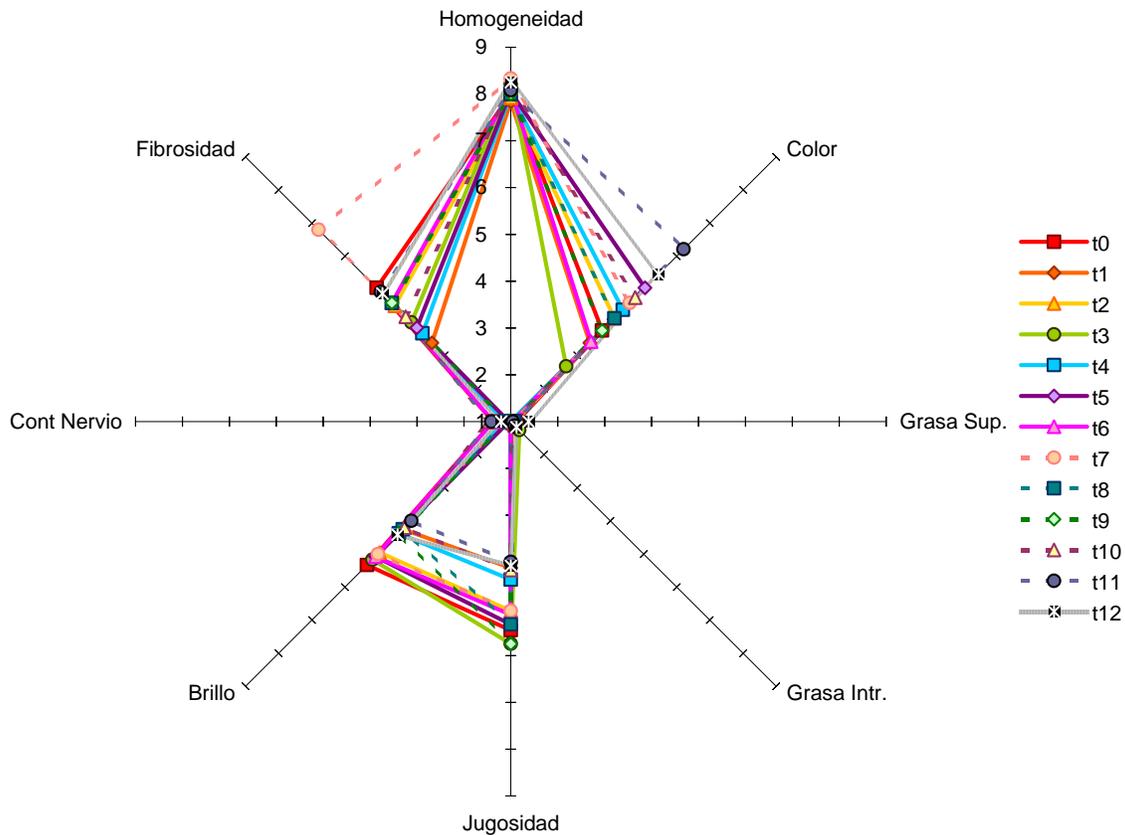


Figura 6.27 Perfil sensorial de los atributos de apariencia cocida para el corte: filete

Con respecto a la evaluación de la textura en carne cocida los atributos de dureza, masticabilidad y jugosidad muestran una tendencia a disminuir al transcurrir el tiempo, esto se puede entender ya que al ser sometida la carne primero a congelación y después a cocción las fibras de la misma pierden firmeza y las células probablemente se rompieron primero por los cristales de agua y después por el calor, siendo esto reflejado en los atributos antes mencionados (Hui, *et. al.*, 2006).

Según Offer *et. al.*, (1984) las pérdidas de agua durante el cocinado pueden ser de hasta un 40% dependiendo del proceso de cocinado, tiempo de cocinado (Lawrie, 1966), la dimensión del trozo y las propiedades físicas de la carne (Bouton *et. al.*, 1976). La temperatura final de cocinado es el factor principal que influye en la cantidad de las pérdidas

El resto de los atributos, presentan una tendencia en aumento con valores de intensidad de intermedios a altos: cohesividad (3.2 – 5.0), fibrosidad (4.0 – 5.8), sabor (5.0 – 6.0) y olor (5.1 – 7.1) presentan una tendencia en aumento.

Tabla 6.27 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura, sabor y olor en carne cocida del corte de filete

	Dureza	Masticabilidad	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad	Sabor	Olor
t0	4.3 ± 1.4 ^d	5.1 ± 1.3 ^{abc}	3.5 ± 2.0 ^{ab}	5.1 ± 1.2 ^{abc}	4.5 ± 1.6 ^{ab}	5.1 ± 1.0 ^a	5.4 ± 1.0 ^a
t1	3.2 ± 1.0 ^{ab}	5.7 ± 1.1 ^{bcd}	3.8 ± 1.9 ^{abc}	4.6 ± 1.1 ^{ab}	5.4 ± 1.8 ^b	5.1 ± 1.4 ^a	6.2 ± 0.9 ^{bcd}
t2	2.6 ± 0.9 ^a	5.2 ± 1.2 ^{abc}	3.6 ± 1.6 ^{ab}	4.3 ± 1.9 ^a	5.0 ± 1.6 ^{ab}	5.9 ± 1.1 ^{ab}	6.3 ± 0.9 ^{bcd}
t3	3.5 ± 1.3 ^{bc}	4.8 ± 0.9 ^{ab}	4.0 ± 1.3 ^{abc}	4.0 ± 1.7 ^a	5.0 ± 1.2 ^{ab}	5.4 ± 1.1 ^{ab}	5.8 ± 1.1 ^{abc}
t4	3.2 ± 1.7 ^{ab}	5.4 ± 1.4 ^{bc}	3.4 ± 1.9 ^a	4.8 ± 1.9 ^{abc}	4.9 ± 1.6 ^{ab}	5.8 ± 1.3 ^{ab}	5.8 ± 0.9 ^{abc}
t5	3.2 ± 1.0 ^{ab}	4.8 ± 0.9 ^{ab}	3.2 ± 1.8 ^a	4.7 ± 1.5 ^{ab}	5.3 ± 1.2 ^b	6.0 ± 0.8 ^b	6.9 ± 0.3 ^{cd}
t6	4.0 ± 0.7 ^{bcd}	5.8 ± 1.0 ^{cd}	5.0 ± 1.2 ^c	5.0 ± 1.1 ^{abc}	4.7 ± 1.1 ^{ab}	5.0 ± 1.0 ^a	7.1 ± 0.8 ^d
t7	3.4 ± 1.0 ^{ab}	5.1 ± 1.2 ^{abc}	3.9 ± 1.4 ^{abc}	5.8 ± 1.1 ^c	4.5 ± 1.1 ^{ab}	5.5 ± 1.1 ^{ab}	6.5 ± 1.3 ^{cde}
t8	2.6 ± 0.9 ^a	5.1 ± 1.3 ^{abc}	3.2 ± 1.8 ^a	5.1 ± 1.2 ^{abc}	4.7 ± 1.1 ^{ab}	5.5 ± 1.1 ^{ab}	6.3 ± 0.9 ^{bcd}
t9	3.2 ± 1.0 ^{ab}	5.8 ± 1.0 ^{cd}	3.9 ± 1.4 ^{abc}	5.1 ± 1.2 ^{abc}	4.5 ± 1.6 ^{ab}	5.1 ± 1.4 ^a	5.8 ± 0.9 ^{abc}
t10	4.3 ± 1.3 ^{cd}	6.3 ± 0.9 ^d	4.8 ± 2.2 ^{bc}	5.5 ± 1.5 ^{bc}	4.9 ± 1.4 ^{ab}	5.3 ± 0.8 ^{ab}	5.6 ± 1.3 ^{ab}
t11	3.7 ± 0.7 ^{bcd}	5.0 ± 1.0 ^{abc}	4.2 ± 1.5 ^{abc}	5.0 ± 0.8 ^{abc}	4.0 ± 0.8 ^a	5.6 ± 0.9 ^{ab}	5.1 ± 1.1 ^a
t12	3.4 ± 0.9 ^{abc}	4.5 ± 0.9 ^a	4.0 ± 1.3 ^{abc}	5.5 ± 1.1 ^{bc}	4.7 ± 0.9 ^{ab}	5.6 ± 0.9 ^{ab}	6.2 ± 0.9 ^{bcd}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

La representación grafica de los atributos de textura para el filete se aprecia en la Figura 6.28. En este caso el tiempo que destaca ligeramente en el corte corresponde a la sexta semana de congelación, ya que presenta uno de los valores más alto en la intensidad de olor, en la dureza es muy cercano al tiempo cero y en la cohesividad fue le tiempo evaluado de manera más alta; sin embargo, no se observa una dispersión de datos importante y el perfil permanece constante en el estudio.

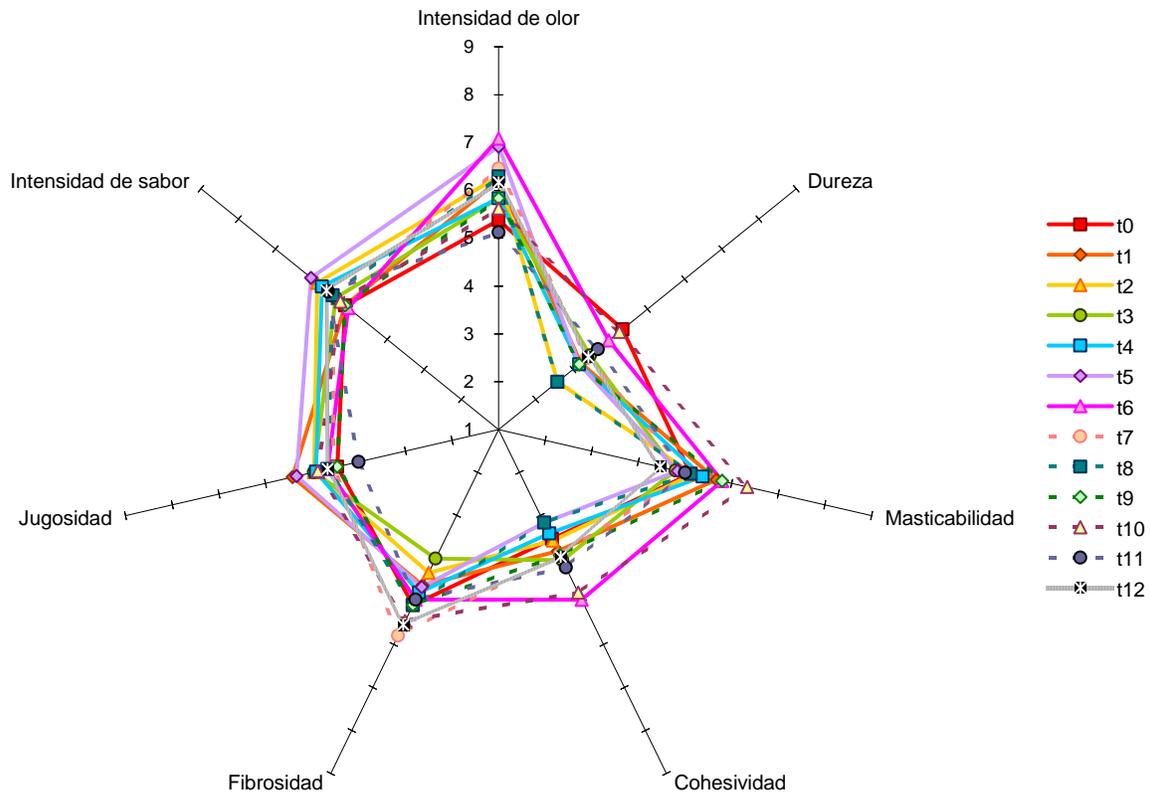


Figura 6.28 Perfil sensorial de los atributos de textura cocida para el corte: filete

SIRLOIN

La tendencia que se presentó este corte en los atributos de homogeneidad, grasa superficial y color, evaluados en la apariencia de la carne cruda fue hacia un aumento en la intensidad de estos atributos, siendo más homogéneo y con una coloración rojo-ladrillo más intenso al transcurrir el tiempo.

En el resto de los atributos, no fue posible identificar una tendencia clara (Tabla 6.28). Se observó que la homogeneidad presentó intensidades medias (4.8 – 6.3), al igual que el color (4.3 – 6.8) y la fibrosidad (3.3 – 6.3), la grasa superficial e intramuscular y el contenido de nervio presentaron intensidades de bajas a medias (2.0 – 5.0, 1.5 – 3.0 y 1.5 – 4.8 respectivamente). La jugosidad presentó los valores más altos de intensidad siendo el más bajo 5.3 y el más alto 7.2.

Tabla 6.28 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cruda del corte de sirloin

	Homogeneidad	Color	Grasa Sup.	Grasa Intr.	Jugosidad	Brillo	Cont. Nervio	Fibrosidad
t0	4.8 ± 1.1 ^a	4.4 ± 1.0 ^{ab}	5.0 ± 1.7 ^e	2.7 ± 1.1 ^{bc}	6.2 ± 1.0 ^{bcde}	6.3 ± 1.2 ^{bc}	4.8 ± 2.6 ^e	4.7 ± 0.9 ^{cd}
t1	6.3 ± 0.9 ^e	5.5 ± 0.8 ^d	2.5 ± 1.0 ^{ab}	2.2 ± 1.0 ^{ab}	5.7 ± 0.8 ^{ab}	5.2 ± 1.3 ^a	3.2 ± 1.5 ^d	3.8 ± 1.5 ^{ab}
t2	6.0 ± 0.8 ^{cde}	6.8 ± 0.9 ^e	3.0 ± 1.2 ^b	1.5 ± 1.5 ^a	6.0 ± 1.1 ^{abcd}	6.3 ± 1.7 ^{bc}	2.0 ± 1.6 ^{abc}	3.3 ± 1.5 ^a
t3	5.3 ± 1.2 ^{ab}	6.5 ± 0.7 ^e	2.0 ± 1.2 ^a	2.2 ± 1.3 ^{ab}	7.2 ± 1.1 ^f	7.2 ± 1.2 ^d	2.1 ± 1.6 ^{abc}	4.5 ± 1.5 ^{bcd}
t4	5.6 ± 0.6 ^{abcd}	6.4 ± 0.7 ^e	3.2 ± 1.4 ^{bc}	2.8 ± 1.3 ^{bc}	6.8 ± 1.4 ^{def}	7.0 ± 1.2 ^{cd}	2.5 ± 1.0 ^{cd}	4.7 ± 1.2 ^d
t5	6.1 ± 1.1 ^{de}	4.8 ± 0.9 ^{bc}	4.6 ± 1.7 ^{de}	1.6 ± 0.7 ^a	7.0 ± 1.6 ^f	6.9 ± 1.6 ^{cd}	1.9 ± 1.3 ^{abc}	5.8 ± 1.6 ^e
t6	6.0 ± 0.9 ^{de}	6.3 ± 0.9 ^e	4.5 ± 1.7 ^{de}	1.6 ± 0.8 ^a	6.0 ± 1.0 ^{abc}	5.5 ± 1.4 ^{ab}	1.5 ± 0.9 ^a	6.3 ± 0.5 ^e
t7	5.7 ± 0.6 ^{abcd}	6.8 ± 0.4 ^e	4.0 ± 1.3 ^{cd}	1.8 ± 1.4 ^a	6.6 ± 1.2 ^{cdef}	6.3 ± 1.6 ^{bc}	1.8 ± 1.4 ^{abc}	3.6 ± 1.1 ^a
t8	6.1 ± 0.3 ^{de}	4.3 ± 1.1 ^a	2.6 ± 1.2 ^{ab}	2.1 ± 1.4 ^{ab}	5.6 ± 1.7 ^{ab}	5.1 ± 2.1 ^a	2.2 ± 1.0 ^{abc}	4.6 ± 1.7 ^{cd}
t9	6.1 ± 0.8 ^{de}	6.5 ± 0.6 ^e	4.5 ± 1.3 ^{de}	2.0 ± 0.8 ^{ab}	5.3 ± 1.0 ^a	5.5 ± 1.1 ^{ab}	1.6 ± 0.7 ^{ab}	3.8 ± 0.8 ^{ab}
t10	5.4 ± 0.8 ^{bc}	6.4 ± 0.8 ^e	4.8 ± 1.1 ^{de}	3.0 ± 1.7 ^c	6.9 ± 0.8 ^{ef}	7.0 ± 0.8 ^{cd}	2.5 ± 1.1 ^{bcd}	6.0 ± 0.8 ^e
t11	6.3 ± 0.9 ^e	5.2 ± 1.1 ^{cd}	3.8 ± 1.4 ^{cd}	1.7 ± 1.2 ^a	5.6 ± 1.4 ^{abc}	5.5 ± 0.9 ^{ab}	2.1 ± 0.8 ^{abc}	3.7 ± 1.2 ^{abc}
t12	6.0 ± 0.6 ^{de}	6.3 ± 0.8 ^e	4.2 ± 1.1 ^{de}	2.2 ± 0.8 ^{ab}	6.2 ± 0.8 ^{bcde}	6.2 ± 0.5 ^{bc}	2.3 ± 0.8 ^{abc}	4.5 ± 0.9 ^{bcd}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas
t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

Al graficar los valores dados por el panel para este corte en la apariencia de la carne cruda, se puede ver que no hay un patrón y mucho menos una tendencia (Figura 6.29). Al tiempo cero se observa que hay una cantidad importante de contenido de nervio y grasa superficial, disminuyendo después la apreciación de ambos atributos, para el contenido de nervio no hay valores más arriba de 3, sin embargo para la grasa superficial pareciera que la cantidad varía significativamente de semana a semana.

Se aprecia además, que es un corte de homogeneidad media con una coloración intensa más hacia el punto de la escala de rojo-ladrillo, lo cual probablemente habla de una cantidad importante de pigmentos biológicos (carotenos y hemopigmentos), pigmentos producidos por daños durante su manejo o por condiciones de proceso inadecuadas, o a la formación de pigmentos postmortem (por reacciones enzimáticas o no enzimáticas) (Hui, *et. al.*, 2006).

Con respecto al brillo y la jugosidad, es uno de los cortes más brillante y más jugoso, con valores de medios a altos.

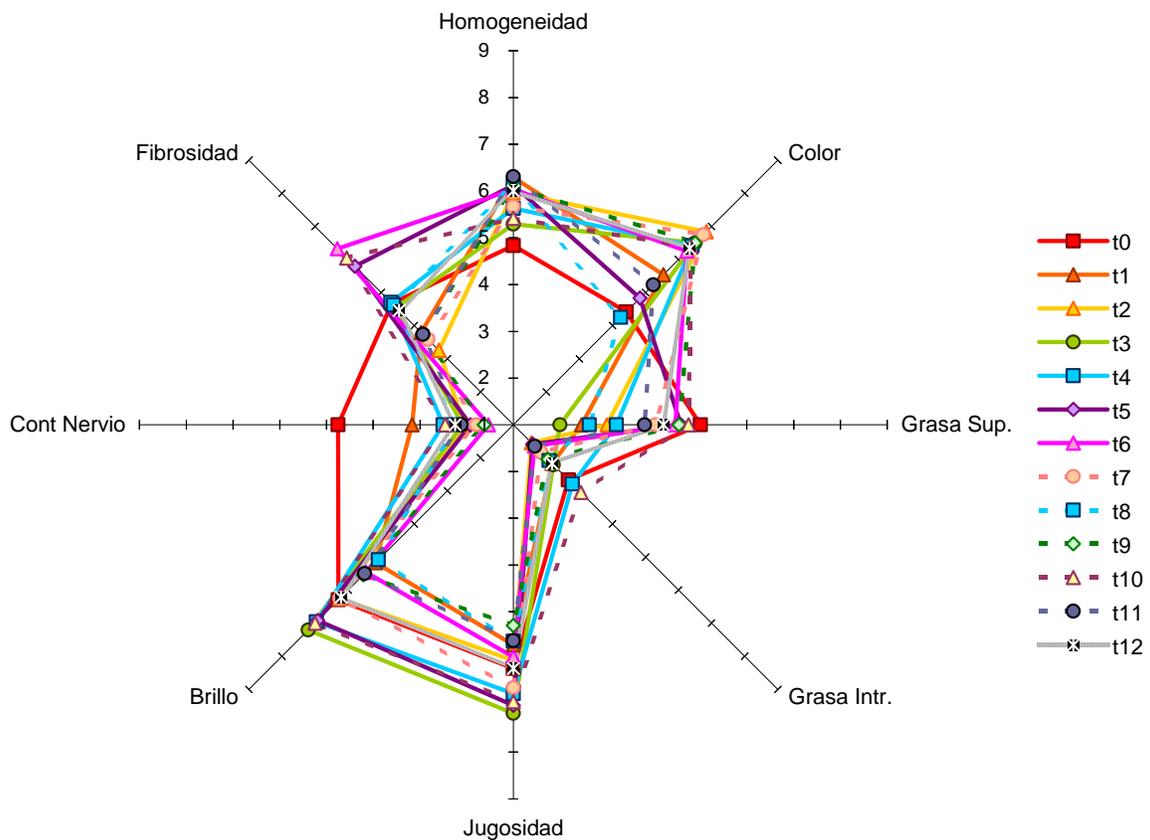


Figura 6.29 Perfil sensorial de los atributos de apariencia cruda para el corte: sirloin

Al evaluar la textura en crudo, el atributo de olor no presentó diferencia significativa en el 75% de los casos, por lo que se puede decir que no sufrió cambios perceptibles para el panel. La cohesividad aumentó y la fibrosidad disminuyó desde la primer semana de congelación, sin embargo al aumentar el tiempo de almacenamiento en congelación aunque se observan cambios significativos estos no siguen una tendencia clara, por otro lado en la dureza y jugosidad se observan cambios en la intensidad de estos atributos sin seguir una tendencia clara.

Tabla 6.29 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura y olor en carne cruda del corte de sirloin

	Dureza	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad	olor
t0	3.5 ± 1.1 ^{cde}	2.2 ± 1.3 ^a	4.8 ± 0.7 ^d	7.0 ± 1.1 ^g	5.1 ± 2.0 ^{ab}
t1	3.9 ± 0.9 ^e	3.6 ± 1.9 ^{bc}	3.9 ± 1.7 ^{ab}	6.0 ± 1.4 ^a	5.1 ± 1.6 ^{ab}
t2	3.4 ± 1.7 ^{abcde}	3.8 ± 1.8 ^{bc}	3.2 ± 1.6 ^a	5.0 ± 1.2 ^c	5.2 ± 1.5 ^{ab}
t3	2.7 ± 1.2 ^a	3.3 ± 1.6 ^b	4.9 ± 1.5 ^d	6.9 ± 1.1 ^{fg}	5.8 ± 1.8 ^{ab}
t4	3.8 ± 1.3 ^{bcde}	3.5 ± 1.7 ^{bc}	4.8 ± 1.4 ^{cd}	5.1 ± 1.7 ^c	6.2 ± 1.5 ^b
t5	3.8 ± 1.3 ^{de}	3.9 ± 1.6 ^{bc}	6.5 ± 1.0 ^f	8.7 ± 1.0 ⁱ	4.9 ± 1.5 ^a
t6	3.3 ± 1.4 ^{abcde}	4.5 ± 1.3 ^c	6.3 ± 0.5 ^f	5.1 ± 0.8 ^c	5.6 ± 1.5 ^{ab}
t7	2.8 ± 1.2 ^{ab}	3.3 ± 1.4 ^b	3.9 ± 1.3 ^{ab}	7.9 ± 1.2 ^h	4.8 ± 1.4 ^a
t8	3.7 ± 1.1 ^{cde}	3.4 ± 1.4 ^b	5.3 ± 1.1 ^{de}	4.0 ± 0.6 ^b	5.8 ± 1.2 ^{ab}
t9	3.2 ± 0.8 ^{abcde}	3.5 ± 1.0 ^{bc}	4.8 ± 0.6 ^{cd}	2.8 ± 0.8 ^a	5.4 ± 1.2 ^{ab}
t10	3.0 ± 0.9 ^{abc}	4.0 ± 0.8 ^{bc}	5.8 ± 0.8 ^{ef}	7.1 ± 0.6 ^g	5.9 ± 1.5 ^{ab}
t11	3.8 ± 1.1 ^{cde}	3.3 ± 1.5 ^b	4.0 ± 1.0 ^{bc}	6.1 ± 0.8 ^d	5.8 ± 1.6 ^{ab}
t12	3.1 ± 0.9 ^{abcd}	3.3 ± 1.1 ^b	4.7 ± 1.0 ^{bcd}	6.3 ± 0.8 ^{ef}	5.4 ± 1.5 ^{ab}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.
 Los resultados son un promedio de 12 réplicas
 t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

La representación grafica del perfil para los atributos de textura cruda se observan en la Figura 6.30. En la grafica se puede observar una enorme dispersión de los datos en la jugosidad, teniendo valores desde bajos (2 en la semana nueve) hasta muy altos, siendo en la semana cinco el que se dispara. También para la fibrosidad se observa una dispersión importante, aunque no tan amplia como con la jugosidad. No sucede así con los atributos de intensidad de olor (con valores medios entre cinco y seis) y dureza, donde los valores dados son bajos, comprendidos entre dos y cuatro, cabe mencionar que este corte presento la dureza más baja (después de la milanesa) al tiempo cero y la menor dureza (mayor terneza) después de doce semanas de congelación.

Después de la muerte del animal, la transformación del músculo en carne, y sobre todo el fenómeno de renderización, son el resultado del conjunto de cambios estructurales y bioquímicos que tienen lugar en la célula muscular. La naturaleza y alcance de estos cambios y, por las características fisiológicas y bioquímicas del músculo, así como por el perfil de pH-temperatura postmortem. En el proceso de transformación del músculo en carne, éste pasa por dos fases sucesivas: en la primera se desarrolla el rigor mortis, que conduce a la acidificación y pérdida de la elasticidad del tejido muscular, el cual alcanza la máxima dureza. La segunda fase, la maduración o renderización corresponde a un aumento gradual de la terneza, durante el

almacenamiento post mortem aunque empieza ya a partir de la muerte del animal. En esta última fase se producen una serie de cambios estructurales y bioquímicos en la fibra muscular. Hasta hace poco tiempo se pensaba que una de las principales causas de la renderización era la desaparición de la línea Z de la estructura miofibrilar, sin embargo, no parece que la degradación del material de dicha línea por sí sola sea la responsable directa de la tenderización, ya que la fragmentación de la miofibrillas a menudo tiene lugar en zonas adyacentes a las líneas Z, apareciendo estas intactas por los filamentos delgados (Gil, 1996).

Una vez sacrificado el animal, la recuperación parcial de la ternera y jugosidad se deben a acción enzimática. El almacenamiento del músculo provoca una disminución de su dureza, rápida durante los primeros días y lenta a medida que se continúa la maduración y que depende de la especie de que se trate, así como de la temperatura de almacenamiento (Hui, *et. al.*, 2006).

Al hablar de razas de animal de abasto, en general no hay diferencia notable en la ternera; sin embargo, hay una diferencia marcada entre ganado cebuino y ganado europeo. Así mismo, la cantidad de grasa intramuscular aumenta la ternera en bovinos, aunque un exceso de grasa dorsal no la afecta (Kock, *et. al.*, 1988).

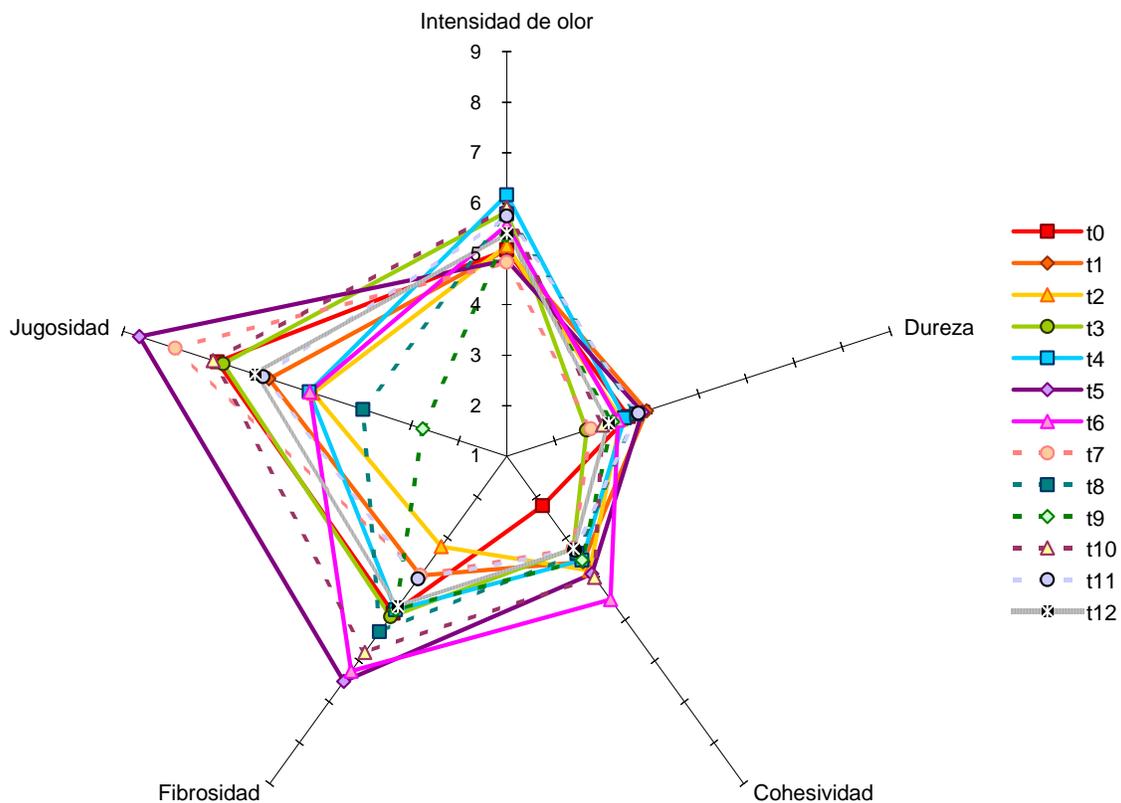


Figura 6.30 Perfil sensorial de los atributos de textura cruda para el corte: sirloin

En las evaluaciones de la apariencia cocida, el color aumento su intensidad rojo-ladrillo al transcurrir del tiempo, en el resto de los atributos aunque se encontraron cambios significativos entre las muestras a lo largo del tiempo, estos cambios no siguieron una tendencia clara.

Tabla 6.30 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cocida del corte de sirloin

	Homogeneidad	Color	Grasa Sup.	Grasa Intr.	Jugosidad	Brillo	Cont. Nervio	Fibrosidad
t0	6.5 ± 1.1 ^{abc}	2.9 ± 0.9 ^a	4.4 ± 1.5 ^{fg}	1.3 ± 0.5 ^a	5.4 ± 0.8 ^{abc}	5.4 ± 0.9 ^{abc}	1.7 ± 1.0 ^a	4.5 ± 1.2 ^{cde}
t1	6.7 ± 1.6 ^{bcd}	3.8 ± 1.0 ^{bc}	3.2 ± 0.9 ^{bcde}	1.7 ± 0.9 ^{abc}	5.6 ± 0.6 ^{abcd}	5.6 ± 0.7 ^{abc}	2.7 ± 1.8 ^{bcd}	4.5 ± 1.7 ^{cde}
t2	6.9 ± 0.9 ^{cd}	4.0 ± 0.8 ^{bcd}	2.6 ± 1.2 ^{ab}	1.4 ± 0.5 ^a	5.9 ± 1.1 ^{bcd}	6.0 ± 1.1 ^{cd}	1.7 ± 1.3 ^a	2.0 ± 1.2 ^a
t3	6.2 ± 0.9 ^{ab}	5.0 ± 0.9 ^e	4.4 ± 1.7 ^{fg}	2.3 ± 1.4 ^{cde}	6.2 ± 1.0 ^d	6.3 ± 1.2 ^e	2.8 ± 2.1 ^{bcd}	4.6 ± 1.1 ^{de}
t4	6.0 ± 0.8 ^a	4.2 ± 1.1 ^{cd}	3.8 ± 1.3 ^{def}	2.9 ± 1.4 ^e	5.9 ± 1.0 ^{bcd}	6.0 ± 0.8 ^{cd}	2.8 ± 1.7 ^{cd}	4.1 ± 1.2 ^{cd}
t5	6.6 ± 1.1 ^{bcd}	3.4 ± 1.3 ^{ab}	3.8 ± 1.3 ^{ef}	1.3 ± 0.4 ^a	5.8 ± 1.2 ^{abcd}	5.3 ± 1.0 ^{abc}	2.0 ± 1.5 ^{abc}	5.9 ± 1.1 ^f
t6	5.9 ± 1.6 ^a	4.3 ± 1.5 ^{cd}	4.8 ± 0.6 ^g	1.4 ± 0.7 ^a	6.0 ± 1.2 ^{cd}	5.8 ± 1.2 ^{cd}	1.8 ± 1.1 ^a	6.9 ± 0.3 ^g
t7	6.5 ± 0.9 ^{abc}	5.0 ± 1.0 ^e	3.6 ± 1.3 ^{cdef}	1.9 ± 1.1 ^{abcd}	5.2 ± 1.5 ^{ab}	5.2 ± 1.6 ^{ab}	2.2 ± 0.9 ^{abc}	3.8 ± 0.9 ^{bc}
t8	7.0 ± 0.5 ^{cd}	3.7 ± 0.7 ^{bc}	2.9 ± 1.0 ^{bc}	1.6 ± 1.0 ^{ab}	5.1 ± 1.3 ^a	5.1 ± 1.2 ^a	2.5 ± 0.8 ^{abcd}	5.2 ± 1.1 ^{ef}
t9	6.1 ± 0.6 ^{ab}	5.2 ± 0.9 ^{ef}	4.0 ± 0.6 ^{fg}	2.2 ± 1.1 ^{bcd}	5.3 ± 1.2 ^{ab}	5.2 ± 1.1 ^{ab}	3.3 ± 0.8 ^d	3.2 ± 0.8 ^c
t10	6.5 ± 0.8 ^{abc}	4.5 ± 1.2 ^{de}	3.1 ± 1.1 ^{bcde}	2.4 ± 0.9 ^{de}	5.4 ± 1.0 ^{ab}	5.1 ± 1.0 ^a	3.1 ± 1.5 ^d	4.0 ± 1.1 ^{cd}
t11	6.7 ± 0.5 ^{bcd}	5.2 ± 1.0 ^{ef}	3.0 ± 1.2 ^{bcd}	1.5 ± 0.5 ^{ab}	5.8 ± 1.2 ^{abcd}	5.9 ± 1.1 ^{cde}	2.0 ± 1.1 ^{ab}	4.1 ± 0.9 ^{cd}
t12	7.2 ± 0.7 ^d	5.8 ± 0.4 ^f	2.0 ± 1.0 ^a	1.8 ± 0.6 ^{abcd}	5.3 ± 0.8 ^{ab}	5.5 ± 1.3 ^{abc}	2.2 ± 1.1 ^{abc}	4.2 ± 0.7 ^{cd}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

En la Figura 6.31 se encuentran representados los valores para el atributo de apariencia cocida. Se puede observar que existe una cantidad importante de grasa superficial (se encuentran valores hasta de cinco puntos para el tiempo seis) así como de grasa intramuscular y contenido de nervio y sin embargo es un corte homogéneo.

También se puede observar que tanto el atributo de brillo como jugosidad fueron evaluados de manera muy similar por el panel, con valores medio altos. El atributo que más variabilidad presentó en el estudio es el de fibrosidad, presentando valores desde muy bajos (2 en la segunda semana) hasta valores altos (7 en la sexta semana).

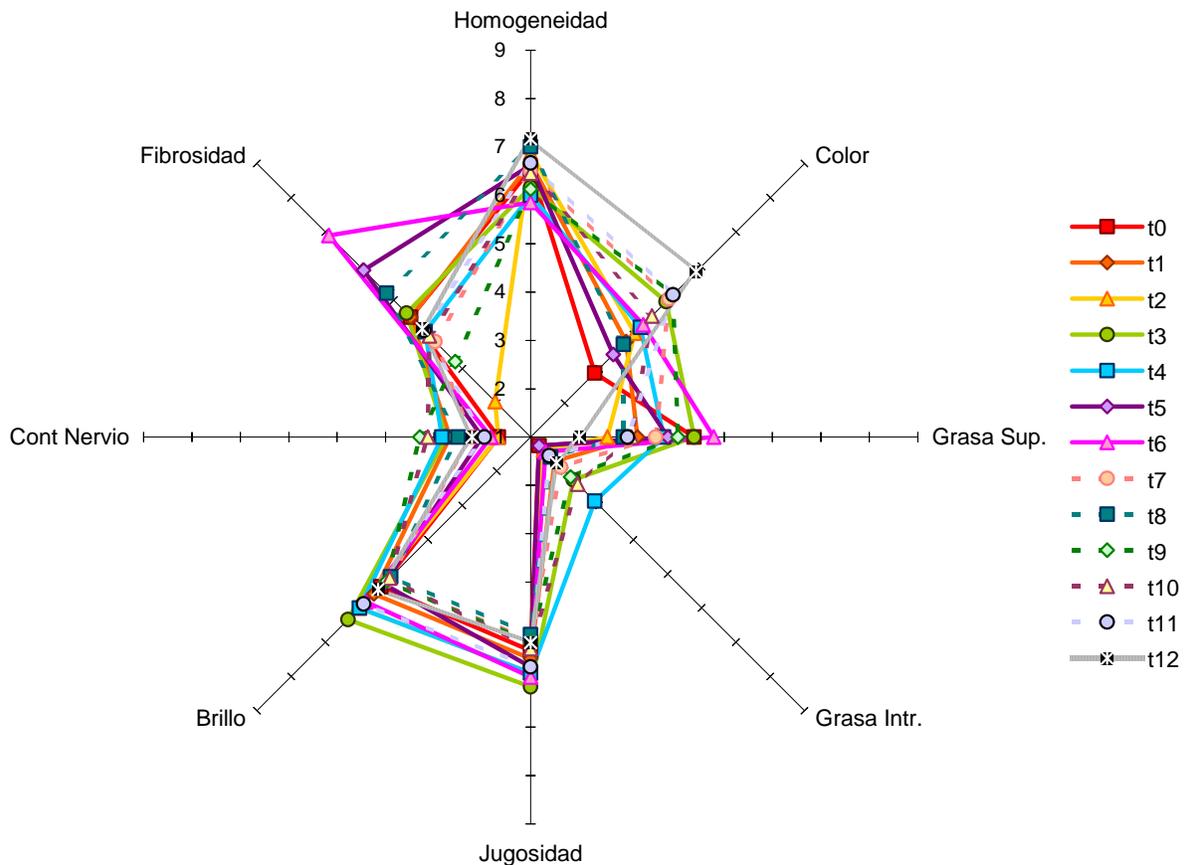


Figura 6.31 Perfil sensorial de los atributos de apariencia cocida para el corte: sirloin

Como se puede observar en la Tabla 6.31, al evaluar la textura en carne cocida, se observó que tanto el atributo de dureza como masticabilidad disminuyeron con la primer semana en congelación y presentaron las menores intensidades después de 11 semana almacenamiento; por otro lado la cohesividad disminuyo y el sabor aumento al aumentar el tiempo. La jugosidad fue el atributo donde no se observa diferencia (a excepción de la semana 7 y 11) y la fibrosidad y olor mostraron cambios sin seguir una tendencia clara.

Tabla 6.31 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura, olor y sabor en carne cocida del corte de sirloin

	Dureza	Masticabilidad	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad	Sabor	Olor
t0	3.3 ± 1.4 ^c	5.0 ± 1.2 ^c	3.9 ± 1.6 ^b	3.9 ± 1.5 ^{ab}	4.6 ± 1.5 ^{ab}	4.2 ± 1.3 ^a	4.9 ± 2.0 ^{ab}
t1	2.6 ± 1.0 ^{abc}	4.2 ± 1.5 ^{abc}	2.8 ± 1.8 ^{ab}	4.3 ± 1.4 ^{abc}	4.8 ± 1.7 ^{ab}	4.8 ± 1.4 ^{ab}	5.4 ± 1.4 ^{abc}
t2	3.1 ± 1.9 ^{abc}	4.3 ± 1.9 ^{abc}	3.2 ± 1.6 ^{ab}	3.3 ± 1.9 ^a	4.6 ± 1.6 ^{ab}	4.5 ± 1.7 ^{ab}	5.3 ± 1.8 ^{abc}
t3	3.2 ± 1.8 ^c	4.5 ± 1.6 ^{abc}	3.7 ± 1.7 ^{ab}	4.0 ± 1.4 ^{ab}	4.8 ± 1.9 ^{ab}	4.9 ± 1.7 ^{ab}	5.3 ± 1.3 ^{abc}
t4	3.3 ± 1.8 ^c	4.0 ± 1.7 ^{ab}	3.5 ± 2.1 ^{ab}	4.5 ± 1.6 ^{bc}	4.3 ± 1.4 ^{ab}	4.6 ± 1.7 ^{ab}	4.5 ± 1.2 ^a
t5	3.2 ± 1.5 ^c	5.0 ± 1.8 ^c	3.8 ± 1.6 ^b	3.9 ± 1.5 ^{ab}	4.6 ± 1.3 ^{ab}	4.5 ± 1.4 ^{ab}	5.3 ± 1.2 ^{abc}
t6	3.2 ± 1.6 ^c	4.7 ± 1.6 ^{bc}	3.6 ± 1.6 ^{ab}	5.6 ± 1.8 ^a	4.7 ± 1.2 ^{ab}	4.9 ± 1.4 ^{ab}	4.5 ± 0.7 ^a
t7	2.5 ± 1.5 ^{abc}	3.5 ± 1.4 ^a	2.9 ± 1.2 ^{ab}	4.0 ± 1.5 ^{ab}	5.1 ± 1.4 ^b	4.6 ± 1.7 ^{ab}	6.1 ± 1.6 ^{cd}
t8	3.4 ± 1.2 ^c	4.9 ± 1.4 ^{bc}	3.8 ± 1.8 ^b	5.2 ± 1.5 ^{cd}	5.0 ± 1.0 ^{ab}	5.3 ± 1.5 ^b	6.5 ± 0.3 ^d
t9	2.5 ± 0.8 ^{abc}	4.3 ± 1.3 ^{abc}	3.1 ± 1.5 ^{ab}	4.0 ± 1.5 ^{ab}	4.2 ± 1.1 ^{ab}	4.8 ± 1.0 ^{ab}	5.8 ± 1.3 ^{bcd}
t10	3.1 ± 1.0 ^{bc}	4.8 ± 1.4 ^{bc}	3.8 ± 1.2 ^{ab}	5.2 ± 1.1 ^{cd}	4.7 ± 1.4 ^{ab}	4.8 ± 1.1 ^{ab}	5.6 ± 1.5 ^{bcd}
t11	2.2 ± 0.9 ^a	3.5 ± 0.8 ^a	2.7 ± 1.7 ^a	4.3 ± 0.9 ^{abc}	4.0 ± 1.3 ^a	5.0 ± 1.3 ^{ab}	5.2 ± 1.7 ^{abc}
t12	2.2 ± 0.9 ^{ab}	3.5 ± 1.0 ^a	3.1 ± 1.4 ^{ab}	4.4 ± 1.2 ^{bc}	4.4 ± 1.6 ^{ab}	4.6 ± 1.4 ^{ab}	6.0 ± 1.2 ^{cd}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas
t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

En la Figura 6.32 se puede observar un perfil con un patrón a lo largo de las trece semanas de estudio, no se aprecian cambios marcados en algún tiempo y la dispersión de los datos es baja.

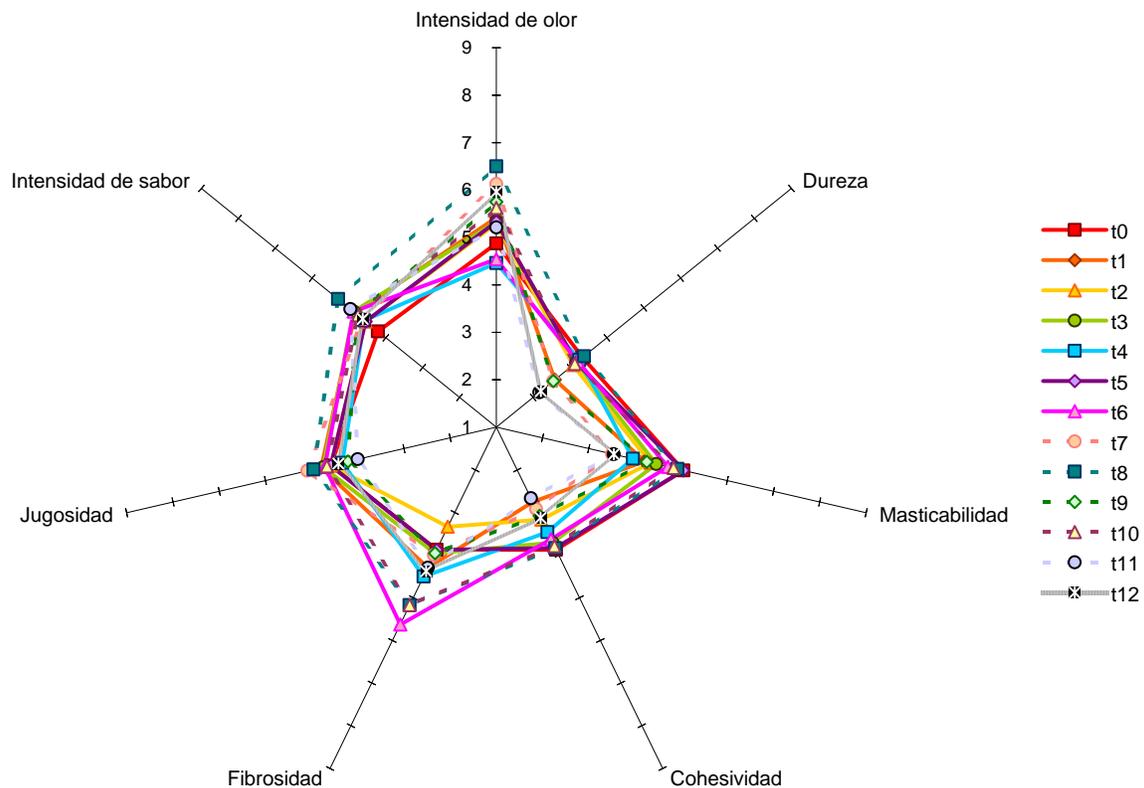


Figura 6.32 Perfil sensorial de los atributos de textura cocida para el corte: sirloin

CHAMBARETE

De los cortes estudiados, el chambarete es el que menos homogeneidad presenta; al evaluarse este atributo no se encuentra una tendencia clara, sin embargo los atributos de grasa superficial e intramuscular así como el contenido de nervio se ven afectados por el almacenamiento en congelación ya que tienden a disminuir su apreciación al transcurrir el tiempo. Por otro lado, la fibrosidad aumento percibiéndose más claramente las fibras en las últimas semanas, sucediendo lo contrario en el contenido de nervio puesto que en las cuatro últimas semanas disminuyo significativamente la apreciación del mismo. Para el resto de los atributos aunque hay cambios significativos a lo largo del tiempo no se observó una tendencia clara (Tabla 6.32).

Tabla 6.32 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cruda del corte de chambarete

	Homogeneidad	Color	Grasa Sup.	Grasa intr.	Jugosidad	Brillo	Cont. Nervio	Fibrosidad
t0	4.6 ± 0.6 ^{def}	6.2 ± 0.4 ^{bc}	3.6 ± 1.7 ^{bcde}	3.5 ± 1.1 ^{bcde}	6.4 ± 0.6 ^{bcd}	6.3 ± 1.0 ^{abcd}	5.6 ± 1.4 ^{abc}	2.8 ± 1.2 ^{abc}
t1	4.0 ± 0.5 ^{bc}	5.7 ± 0.6 ^{ab}	6.3 ± 0.9 ^g	4.3 ± 0.5 ^e	6.9 ± 0.9 ^{cd}	6.1 ± 1.6 ^{abcd}	5.4 ± 1.6 ^{ab}	3.3 ± 1.1 ^{bcd}
t2	2.6 ± 1.0 ^a	6.2 ± 0.7 ^{bc}	5.4 ± 1.8 ^{fg}	4.1 ± 1.2 ^{de}	5.9 ± 1.1 ^{ab}	5.5 ± 1.6 ^a	6.0 ± 1.2 ^{abcd}	2.3 ± 1.0 ^a
t3	3.9 ± 0.6 ^{bc}	6.9 ± 0.6 ^{ef}	4.3 ± 0.6 ^{de}	3.7 ± 1.3 ^{cde}	7.2 ± 0.9 ^d	6.8 ± 1.2 ^{cde}	6.3 ± 1.1 ^{bcd}	2.5 ± 0.9 ^{ab}
t4	4.1 ± 0.5 ^{bcd}	7.3 ± 0.5 ^f	4.6 ± 1.2 ^{ef}	3.7 ± 1.2 ^{cde}	6.2 ± 1.1 ^{abc}	6.2 ± 1.3 ^{abcd}	5.0 ± 1.0 ^a	2.6 ± 1.5 ^{ab}
t5	4.8 ± 0.7 ^{ef}	6.9 ± 0.6 ^{ef}	3.7 ± 1.6 ^{bcde}	3.2 ± 1.1 ^{abcd}	6.9 ± 1.1 ^{cd}	7.4 ± 0.7 ^e	5.8 ± 1.5 ^{abcd}	3.6 ± 1.0 ^{cde}
t6	4.3 ± 0.9 ^{bcde}	6.9 ± 0.8 ^{ef}	3.9 ± 1.4 ^{cde}	3.3 ± 1.9 ^{abcde}	6.7 ± 1.4 ^{bcd}	6.2 ± 0.9 ^{abcd}	5.6 ± 1.4 ^{abc}	4.5 ± 0.8 ^e
t7	3.7 ± 0.8 ^b	6.3 ± 0.8 ^{cd}	3.4 ± 1.1 ^{abcd}	3.2 ± 1.1 ^{abcd}	6.3 ± 1.1 ^{bcd}	5.8 ± 1.4 ^{ab}	6.5 ± 1.1 ^{cd}	3.9 ± 1.6 ^{de}
t8	4.0 ± 0.5 ^{bcd}	6.8 ± 0.5 ^{de}	3.0 ± 1.5 ^{abc}	2.3 ± 1.3 ^a	7.0 ± 1.3 ^{cd}	7.0 ± 1.2 ^{de}	6.8 ± 1.1 ^d	3.3 ± 1.3 ^{bcd}
t9	5.0 ± 0.8 ^f	5.2 ± 0.6 ^a	2.5 ± 1.0 ^a	2.5 ± 1.2 ^{ab}	6.3 ± 1.0 ^{abc}	6.4 ± 0.9 ^{bcd}	5.3 ± 1.0 ^{ab}	3.8 ± 1.3 ^{cde}
t10	4.4 ± 0.9 ^{cde}	6.8 ± 0.5 ^{def}	3.1 ± 1.1 ^{abc}	2.3 ± 1.2 ^a	5.4 ± 1.6 ^a	5.9 ± 1.0 ^{abc}	5.4 ± 1.8 ^{ab}	3.5 ± 1.1 ^{bcd}
t11	3.8 ± 0.6 ^{bc}	5.9 ± 0.8 ^{bc}	4.4 ± 0.7 ^{def}	3.6 ± 1.3 ^{cde}	6.2 ± 1.3 ^{abc}	6.4 ± 1.0 ^{abcd}	5.3 ± 1.4 ^{ab}	3.1 ± 1.1 ^{abcd}
t12	4.9 ± 0.8 ^{ef}	6.9 ± 0.6 ^{ef}	2.8 ± 1.3 ^{ab}	2.9 ± 1.9 ^{abc}	6.9 ± 0.7 ^{cd}	6.8 ± 1.1 ^{cde}	5.1 ± 1.3 ^a	3.7 ± 1.5 ^{cde}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

La representación gráfica de los resultados se muestra en la Figura 6.33 en ella se pueden observar cambios para un mismo atributo a lo largo del tiempo, sin embargo a pesar de estos cambios, el perfil sensorial del chambarete mantiene una forma similar sobresaliendo la grasa superficial al tiempo uno y dos y disminuyendo como ya se explicó. En la Figura 6.33 se encuentra representada de manera gráfica los valores para los atributos de apariencia cruda para el chambarete. Siendo este el último corte de estudio, podemos observar que cada uno de los cortes presenta un perfil característico al ser evaluada su apariencia cruda.

Para el caso del chambarete se puede observar que es el corte menos homogéneo, al tener valores bajos en este atributo. Es uno de los cortes que presenta una coloración mas intensa, así mismo, al observar las evaluaciones por tiempo para el contenido de nervio, grasa superficial e intramuscular se confirma lo que en un principio se había dicho: es el corte que presenta mayor intensidad en estos atributos. En la grasa superficial podemos ver que los valores más altos se observaron en las primeras semanas de congelación, mientras que los más bajos se dan en la novena y doceava semana.

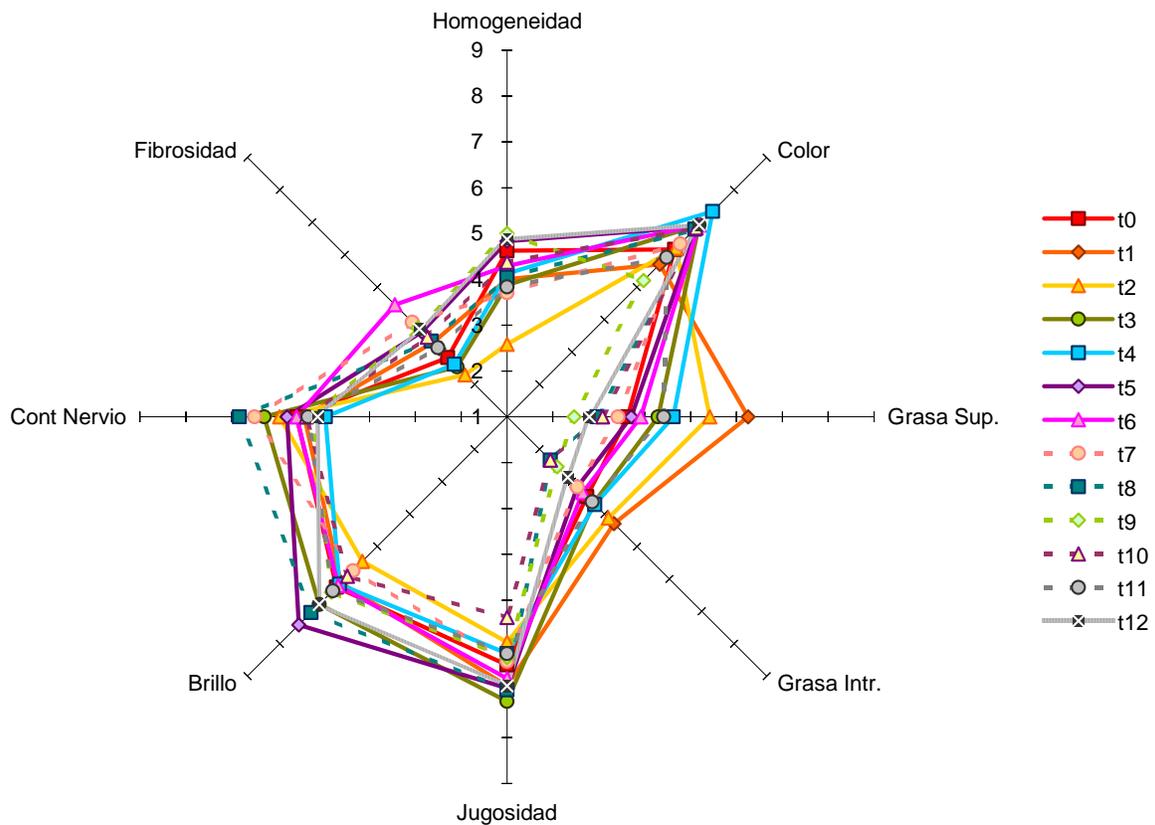


Figura 6.33 Perfil sensorial de los atributos de apariencia cruda para el corte: chambarete

Al evaluar la textura cruda del chambarete se observó un aumento en la cohesividad y el olor al aumentar el tiempo de almacenamiento y una modificación en el resto de los atributos sin mostrar una tendencia clara (Tabla 6.33).

Tabla 6.33 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura y olor en carne cruda del corte de chambarete

	Dureza	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad	olor
T0	4.6 ± 1.0 ^{bc}	3.1 ± 1.6 ^a	3.7 ± 1.7 ^{bcde}	6.7 ± 0.7 ^{bc}	5.2 ± 1.2 ^{ab}
T1	3.8 ± 0.9 ^{ab}	4.9 ± 1.3 ^e	3.9 ± 0.9 ^{cde}	7.0 ± 0.9 ^{bcd}	4.7 ± 1.6 ^a
T2	4.6 ± 1.2 ^{bc}	4.5 ± 1.6 ^{de}	3.0 ± 1.1 ^{abc}	4.4 ± 1.8 ^a	6.3 ± 1.0 ^c
T3	4.2 ± 0.7 ^{abc}	4.3 ± 1.5 ^{cde}	2.5 ± 0.8 ^a	4.8 ± 2.1 ^a	6.1 ± 0.8 ^{bc}
T4	3.8 ± 1.3 ^{ab}	5.3 ± 1.1 ^e	3.4 ± 1.7 ^{abcde}	6.7 ± 1.4 ^{bc}	5.8 ± 1.2 ^{bc}
T5	3.7 ± 1.0 ^a	5.1 ± 1.7 ^e	3.3 ± 1.1 ^{abcd}	7.9 ± 0.6 ^{de}	5.3 ± 1.0 ^{ab}
T6	3.6 ± 1.3 ^a	4.9 ± 1.8 ^e	3.6 ± 1.1 ^{bcde}	8.4 ± 0.4 ^e	6.5 ± 1.4 ^c
T7	4.5 ± 1.1 ^{abc}	3.6 ± 1.0 ^{abcd}	3.2 ± 1.5 ^{abcd}	6.3 ± 0.9 ^b	5.8 ± 1.2 ^{bc}
T8	4.7 ± 1.6 ^{bc}	3.7 ± 0.9 ^{abcd}	2.8 ± 1.0 ^{ab}	6.3 ± 0.9 ^b	6.5 ± 1.3 ^c
T9	3.8 ± 1.2 ^{ab}	3.3 ± 1.1 ^{abc}	4.3 ± 1.5 ^e	6.7 ± 0.7 ^{bc}	6.4 ± 1.4 ^c
t10	4.9 ± 1.4 ^c	4.7 ± 1.3 ^{de}	3.1 ± 0.9 ^{abcd}	4.3 ± 0.9 ^a	6.0 ± 1.1 ^{bc}
t11	4.2 ± 1.3 ^{abc}	4.3 ± 1.4 ^{bcde}	2.8 ± 0.9 ^{ab}	4.3 ± 1.1 ^a	6.3 ± 1.3 ^c
t12	5.0 ± 1.2 ^c	3.2 ± 2.0 ^{ab}	4.0 ± 1.3 ^{de}	7.5 ± 0.8 ^{cd}	6.3 ± 1.3 ^c

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

El perfil sensorial de los atributos de textura en la carne cruda se pueden apreciar de manera gráfica en la Figura 6.34, como ya se mencionó anteriormente no es posible apreciar una tendencia en alguno de los atributos; por ejemplo la jugosidad presentó el punto más alto al tiempo seis y el punto más bajo a los tiempos 10 y 11, para volver a aumentar drásticamente en la última semana.

La representación gráfica de los atributos de textura cruda se pueden apreciar en la Figura 6.34; a pesar de que el perfil muestra el mismo patrón que para los otros cuatro cortes, se ve un aumento en el atributo de cohesividad. Al igual que en el sirloin, existe una gran dispersión de datos en la jugosidad, encontrando el punto más alto en la sexta semana de almacenamiento y el más bajo en la onceava.

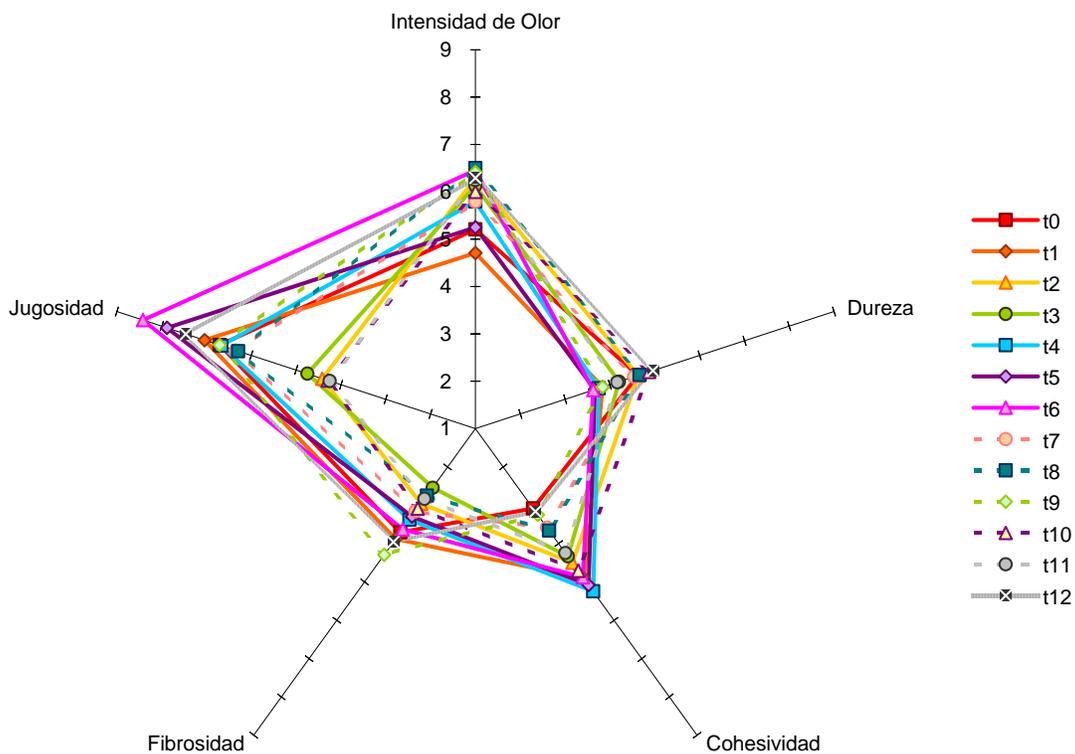


Figura 6.34 Perfil sensorial de los atributos de textura cruda para el corte: chambarete

Los resultados de la evaluación de los atributos de apariencia cocida se muestran en la Tabla 6.34, en general se observó que la intensidad de color marrón aumento, la apreciación de la grasa superficial e intramuscular disminuyó a lo largo de las doce semanas, esto se pude ver con mayor claridad en la Figura 6.35; la jugosidad y el brillo también disminuyeron, sin embargo en las semanas 11 y 12 se vuelve a observar un incremento, casi al punto de ser evaluado con el mismo valor al tiempo cero. En el resto de los atributos hay cambios significativos pero que no siguen una tendencia clara.

Tabla 6.34 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cocida del corte de chambarete

	Homogeneidad	Color	Grasa Sup.	Grasa Intr.	Jugosidad	Brillo	Cont. Nervio	Fibrosidad
t0	4.2 ± 1.2 ^{abc}	3.8 ± 0.5 ^a	4.4 ± 2.0 ^d	3.4 ± 2.1 ^c	6.1 ± 0.7 ^e	6.0 ± 1.1 ^e	5.9 ± 1.6 ^{ab}	4.2 ± 1.3 ^{bc}
t1	4.6 ± 1.2 ^{cde}	3.7 ± 0.6 ^a	4.3 ± 1.3 ^d	3.3 ± 0.9 ^c	4.7 ± 1.1 ^{bcd}	4.8 ± 1.1 ^{cd}	5.1 ± 1.5 ^a	5.7 ± 1.1 ^d
t2	3.8 ± 1.1 ^{ab}	6.1 ± 0.9 ^{fg}	2.2 ± 1.3 ^a	1.7 ± 0.8 ^a	3.8 ± 1.6 ^a	3.4 ± 1.7 ^a	7.4 ± 0.8 ^c	4.0 ± 1.4 ^{ab}
t3	4.1 ± 0.5 ^{abc}	4.6 ± 0.7 ^b	3.9 ± 0.8 ^{cd}	3.0 ± 1.4 ^{bc}	3.9 ± 1.0 ^{ab}	3.6 ± 1.2 ^{ab}	6.0 ± 1.1 ^b	4.0 ± 0.7 ^{abc}
t4	3.8 ± 0.6 ^{ab}	6.6 ± 0.7 ^g	3.7 ± 2.1 ^{bcd}	2.5 ± 1.2 ^{abc}	3.8 ± 0.7 ^{ab}	3.8 ± 0.9 ^{ab}	7.7 ± 0.4 ^c	3.3 ± 1.6 ^a
t5	4.2 ± 0.7 ^{abc}	4.7 ± 0.5 ^b	2.4 ± 1.4 ^a	2.1 ± 1.4 ^{ab}	4.8 ± 0.7 ^{cd}	4.4 ± 0.6 ^{bc}	7.1 ± 0.9 ^c	4.3 ± 1.2 ^{bc}
t6	4.3 ± 0.7 ^{abc}	5.8 ± 1.0 ^{def}	2.8 ± 1.0 ^{abc}	1.5 ± 0.9 ^a	4.4 ± 0.8 ^{abc}	4.1 ± 0.9 ^{abc}	6.1 ± 0.9 ^b	4.9 ± 0.8 ^{cd}
t7	4.5 ± 0.8 ^{cd}	5.5 ± 0.9 ^{cdef}	2.2 ± 1.0 ^a	2.0 ± 1.4 ^{ab}	3.9 ± 1.2 ^{abc}	4.2 ± 0.9 ^{abc}	6.3 ± 1.1 ^b	4.5 ± 1.4 ^{bc}
t8	3.5 ± 1.1 ^a	6.6 ± 0.9 ^g	2.6 ± 1.7 ^a	2.3 ± 1.7 ^{abc}	3.7 ± 1.5 ^a	3.6 ± 1.4 ^{ab}	7.2 ± 1.0 ^c	4.1 ± 1.3 ^{abc}
t9	5.4 ± 1.2 ^f	5.0 ± 1.4 ^{bc}	2.0 ± 0.6 ^a	2.1 ± 0.9 ^{ab}	4.0 ± 1.0 ^{abc}	4.0 ± 1.2 ^{abc}	5.5 ± 1.1 ^{ab}	3.9 ± 0.8 ^{ab}
t10	5.3 ± 1.0 ^{ef}	5.1 ± 1.0 ^{bcd}	3.0 ± 1.0 ^{abc}	2.5 ± 1.5 ^{abc}	3.6 ± 1.1 ^a	3.8 ± 1.4 ^{ab}	5.1 ± 1.0 ^a	4.1 ± 0.9 ^{abc}
t11	5.3 ± 0.8 ^{def}	5.3 ± 0.7 ^{bcde}	3.0 ± 1.2 ^{abc}	2.1 ± 1.0 ^{ab}	5.8 ± 1.2 ^e	5.8 ± 1.1 ^e	5.6 ± 0.8 ^{ab}	4.5 ± 0.8 ^{bc}
t12	4.3 ± 0.8 ^{bc}	5.9 ± 0.6 ^{ef}	2.8 ± 1.4 ^{ab}	2.5 ± 1.3 ^{abc}	5.4 ± 0.8 ^{de}	5.3 ± 0.7 ^{de}	6.1 ± 1.2 ^b	4.0 ± 0.9 ^{ab}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas
t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

En la Figura 6.35 se puede apreciar el perfil para la apariencia cocida. Sobresale el tiempo cero en los atributos de jugosidad, brillo, grasa superficial e intramuscular. Al comparar la gráfica de este corte con el resto de los cortes se puede ver que es el corte con la mayor cantidad de contenido de nervio. Así mismo se observa una dispersión importante en los atributos de brillo y jugosidad.

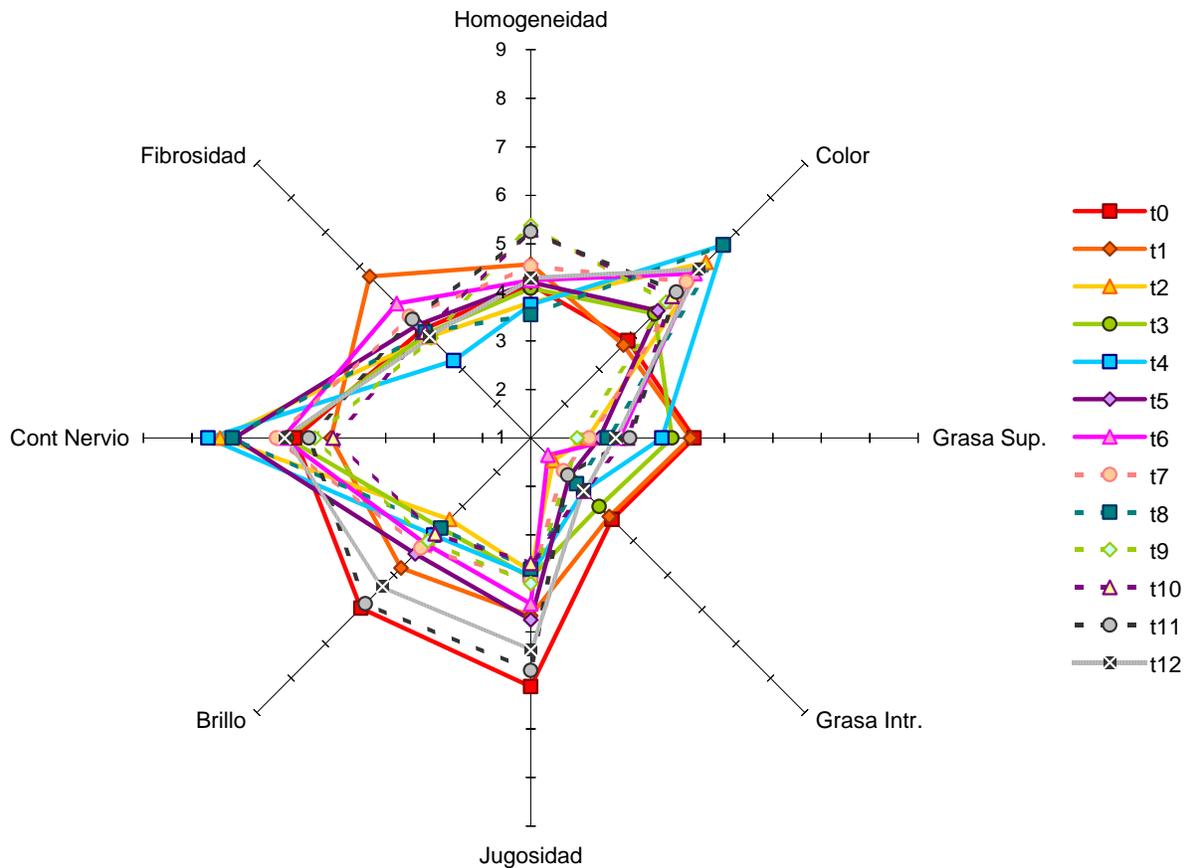


Figura 6.35 Perfil sensorial de los atributos de apariencia cocida para el corte: chambarete

Al observar los resultados para los atributos de textura en carne cocida (Tabla 6.35) la jugosidad no presenta diferencia estadísticamente significativa a lo largo del estudio. El olor presenta una mayor intensidad al aumentar el tiempo, pero como ya se ha mencionado al no haber realizado una evaluación por notas es imposible saber cuáles fueron las que se intensificaron.

El atributo de sabor al igual que el de dureza no presentó una tendencia clara (Tabla 6.35), sin embargo en la semana doce se observa una mayor dureza.

Existe una gran variación individual, en la calidad de la carne entre animales de la misma raza, sexo y entorno, que no se conoce muy bien. Esta variación se debe probablemente a diferencias en varios factores intrínsecos y extrínsecos, que interactúan entre sí y determinan el resultado de los procesos metabólicos en el periodo pre y postmortem. Una de las características del músculo esquelético es su diversidad, estando compuesto por distintos tipos de fibras, que además varían entre sí (Pette y Staron, 1990). Hay marcadas diferencias en la composición de

las fibras de los distintos músculos, y entre animales, que pueden influir en la calidad de la carne, y depende de factores tales como la localización corporal, la edad, el peso y la raza (Cassnes y Cooper, 1971; Essen-Gustavsson, 1995).

Griffin (1984), encontró mayor porcentaje de fibras rojas en el músculo de aquellos animales cuya carne era más dura, lo que se puede explicar porque un mayor porcentaje de fibras rojas conlleva un mayor acortamiento del músculo y también una mayor coloración, lo que implica mayor dureza de la carne. El contenido total de colágeno (Dransfield, 1977; Griffin, 1984) y, en menor medida, la cantidad de colágeno soluble (Dransfield, 1977), también condicionan la dureza de la carne. En cuanto al contenido, es más importante la variación debida al tipo de músculo que al individuo.

Dransfield (1977), situó en una escala con menor dureza a los músculos Longissimus dorsi (lomo) y Psoas mayor (solomillo) y con mayor dureza al Extensor carpi radialis (brazuelo), estando otros como el Semitendinosus (redondo) o Sememembranosus (tapa) en una posición intermedia. A su vez Buson (1985), obtuvo menor cantidad de colágeno para el Longissimus dorsi que para el Semimembranosus o el Semitendinosus. De todo esto se deduce la dificultad de predecir la dureza en un músculo y la variabilidad observada entre los diferentes cortes estudiados.

Tabla 6.35 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura, sabor y olor en carne cocida del corte de chambarete

	Dureza	Masticabilidad	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad	Sabor	Olor
t0	3.8 ± 1.1 ^{cd}	4.5 ± 1.0 ^b	3.0 ± 1.8 ^{ab}	4.0 ± 1.6 ^{ab}	5.0 ± 0.8 ^a	4.8 ± 1.1 ^a	5.9 ± 1.1 ^{bc}
t1	3.6 ± 0.8 ^{bcd}	4.0 ± 1.1 ^{ab}	3.0 ± 1.4 ^{ab}	4.5 ± 1.5 ^{ab}	4.6 ± 1.0 ^a	4.8 ± 0.8 ^a	5.3 ± 0.7 ^{ab}
t2	4.3 ± 0.7 ^d	6.2 ± 1.0 ^d	5.3 ± 1.4 ^d	3.8 ± 1.6 ^a	4.3 ± 1.4 ^a	5.1 ± 0.9 ^{ab}	5.8 ± 1.9 ^{bc}
t3	3.1 ± 1.6 ^{bc}	4.0 ± 1.2 ^{ab}	3.3 ± 1.6 ^{ab}	4.8 ± 2.2 ^{ab}	4.7 ± 1.3 ^a	5.5 ± 1.2 ^{ab}	5.3 ± 1.3 ^{ab}
t4	3.9 ± 1.4 ^{cd}	4.8 ± 1.7 ^{bc}	3.7 ± 1.6 ^{bc}	4.3 ± 1.4 ^{ab}	4.6 ± 1.1 ^a	4.9 ± 1.2 ^a	5.9 ± 1.0 ^{bc}
t5	2.9 ± 1.0 ^b	4.0 ± 1.2 ^{ab}	3.4 ± 1.5 ^{ab}	3.8 ± 1.1 ^a	4.2 ± 1.3 ^a	5.0 ± 1.5 ^{ab}	6.3 ± 1.3 ^c
t6	3.8 ± 1.2 ^{cd}	4.7 ± 1.6 ^{bc}	3.4 ± 1.4 ^{ab}	3.8 ± 1.2 ^a	4.7 ± 1.1 ^a	4.9 ± 1.5 ^a	7.2 ± 0.3 ^d
t7	3.7 ± 0.9 ^{bcd}	5.5 ± 0.9 ^{cd}	4.7 ± 1.2 ^{cd}	4.8 ± 0.8 ^{ab}	4.5 ± 0.9 ^a	4.8 ± 1.0 ^a	4.7 ± 1.1 ^a
t8	3.8 ± 0.8 ^{cd}	4.3 ± 1.0 ^b	3.6 ± 1.2 ^{bc}	4.5 ± 1.4 ^{ab}	4.6 ± 0.9 ^a	5.4 ± 1.0 ^{ab}	7.3 ± 0.8 ^d
t9	3.6 ± 0.7 ^{bcd}	5.5 ± 1.6 ^{cd}	4.8 ± 1.6 ^{cd}	4.3 ± 1.3 ^{ab}	4.3 ± 1.2 ^a	4.8 ± 0.6 ^a	6.3 ± 1.3 ^c
t10	3.8 ± 1.3 ^{cd}	4.7 ± 1.6 ^{bc}	3.9 ± 1.7 ^{bc}	5.1 ± 1.0 ^b	4.3 ± 1.2 ^a	5.8 ± 0.7 ^b	6.3 ± 1.1 ^c
t11	2.0 ± 0.4 ^a	3.1 ± 1.0 ^a	2.3 ± 1.0 ^a	4.0 ± 1.5 ^{ab}	4.8 ± 1.3 ^a	5.1 ± 1.0 ^{ab}	6.2 ± 0.8 ^c
t12	4.1 ± 0.8 ^d	5.7 ± 1.0 ^{cd}	4.7 ± 1.6 ^{cd}	4.3 ± 1.2 ^{ab}	4.4 ± 0.8 ^a	5.1 ± 0.9 ^{ab}	6.3 ± 0.6 ^c

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

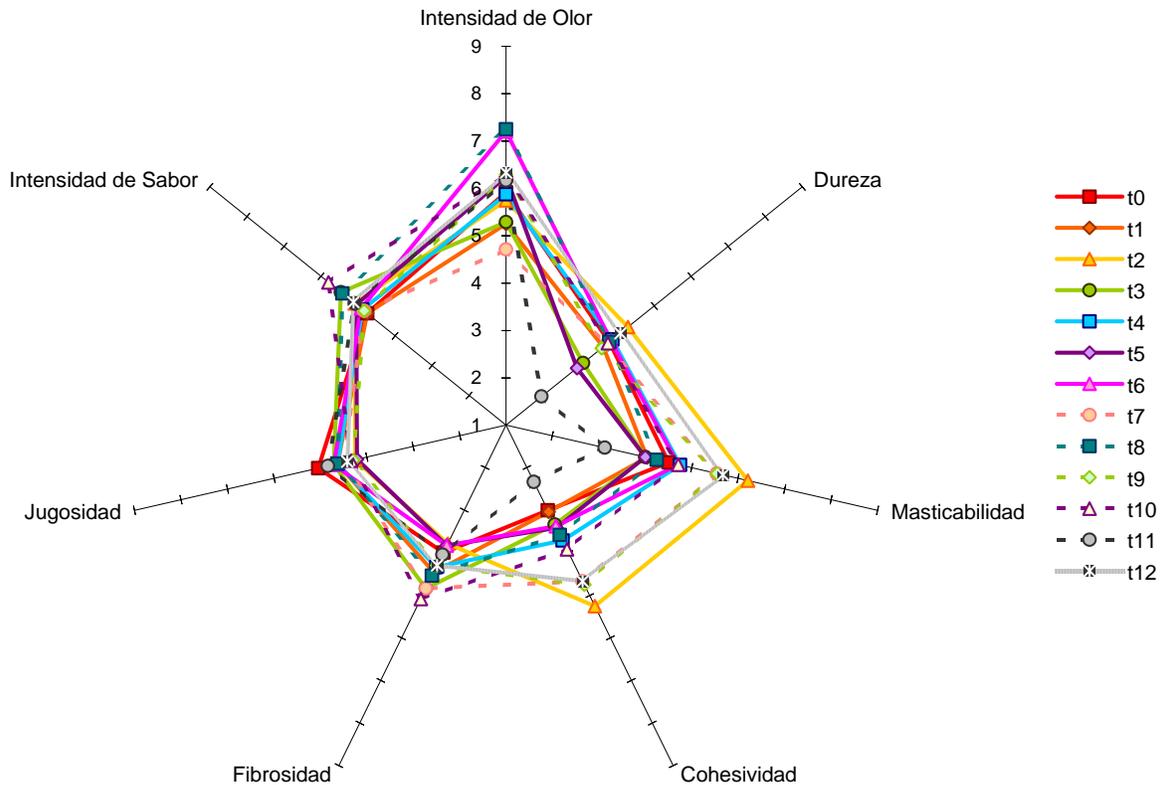


Figura 6.36 Perfil sensorial de los atributos de textura cocida para el corte: chambarete

6.4 Evaluación Instrumental de color

Los resultados de la comparación de la medida instrumental de color de los cortes en estudio se muestran en las Tablas 6.36 y 6.37, correspondientes al tiempo cero y al tiempo doce respectivamente; así como su representación de manera gráfica en las Figuras 6.38 y 6.39.

6.4.1 Comparación de la evaluación instrumental de color entre cortes al tiempo cero

En la Tabla 6.36 se muestran los resultados arrojados por el colorímetro Minolta. La coordenada L, es la secuencia de gradientes entre L=0 (negro) y L=100 (blanco), donde además un valor mayor a 60 indica que el color es "claro", y un valor por debajo de este número indica que el color evaluado es "oscuro" (Escamilla, 2006), el valor L* es el índice más claramente relacionado con las variaciones visuales del consumidor relacionados directamente con la luminosidad de la carne. Los cortes evaluados al tiempo cero (sometidos únicamente a refrigeración), presentaron en general una coloración oscura, siendo el corte más "oscuro" el

chambarete y el más "claro" la milanesa, sin embargo no hubo diferencia significativa entre la milanesa y el cuete, y entre el filete y el sirloin.

Varios autores mencionan que la luminosidad de la carne depende de varios factores como el pH, la capacidad de retención de agua, la humedad, la integridad de la estructura muscular, y en menor medida del grado de oxidación de los hemopigmentos (Palombo & Wijngaards, 1990; Sayas, 1997). En un trabajo realizado por Pérez-Alvarez *et. al.* (1998) con carne de pollo, cerdo y ternera, llegan a la conclusión de que el contenido en grasa es otro factor a tener en cuenta sobre esta coordenada, pues las materias primas con mayor contenido en grasa, son las que presentan mayores valores de L*. De las materias primas clasificadas como "carnes magras", observó que los mayores valores de L* corresponden al pollo, seguido del magro de cerdo y de la ternera. Estos resultados parecen indicar la existencia de una posible relación inversa entre la concentración de mioglobina de la carne y la coordenada L* a valores de pH similares, pues los mayores valores de L* correspondieron al pollo, especie que presenta la menor concentración de mioglobina de las tres carnes, y los menores a la carne de ternera, especie que presenta la mayor concentración de dicho hemopigmento.

Los ejes a* y b*, como se mencionó anteriormente en el apartado de antecedentes, configuran un diagrama de cromaticidad en el cual el atributo positivo de a* es "rojo" y el negativo es "verde" y está relacionada con el contenido de mioglobina. En esta afirmación coinciden Pérez-Alvarez *et. al.* (1998), quienes encuentran un mayor valor de a* en aquellas carnes con mayor contenido en mioglobina, La Coordenada b* en el polo positivo es "amarillo" y en el negativo es "azul", ha sido relacionada con los distintos estados de la mioglobina; sin embargo, se ha encontrado que la concentración de la misma no es un factor determinante sobre esta coordenada, ya que si esta hemoproteína fuese la determinante, cabría esperar un comportamiento similar al obtenido para la coordenada a* (Pérez-Alvarez *et. al.*, 1998).

Como se puede observar (Tabla 6.36) no se encontraron valores negativos en las evaluaciones de los cortes, sin embargo los valores arrojados fueron bajos, tanto para la coordenada a* como para la coordenada b*, tendiendo nuevamente diferencia estadísticamente significativa el chambarete con respecto al resto de los cortes, presentando una mayor coloración roja y más hacia el color marrón, pues el valor de b es el más bajo.

Para el atributo C, que indica la cromaticidad o saturación del color, es decir, indica la concentración del color en la muestra (Lawless, 1998), se puede ver que todos los cortes presentan diferencias estadísticas significativas, encontrando la saturación más baja en el cuete y la más alta en la milanesa (Figura 6.38).

El último atributo del sistema CIE es el h° , que indica el ángulo donde se ubica el color de la muestra, simulando que los atributos a^* y b^* se encuentren graficados sobre un círculo de 360° , este valor se relaciona directamente con el color (Lawless, 1998), en la Figura 6.37 se presentan los ángulos de esta figura geométrica y la representación de los atributos de color. Los valores de h° representan el valor de un ángulo, que a su vez indica la ubicación del tono de la muestra, considerando que las características cromáticas están ubicadas en un círculo, en el caso de los cortes de bovino estudiados representan tonos rojos. En este parámetro, nuevamente es el chambarete el que presenta el valor más bajo y por lo tanto un tono más intenso con respecto al resto de los cortes (Figura 6.38).

Tabla 6.36 Resultados de la evaluación instrumental de color al tiempo cero

	L*	a*	b*	C*	h°
milanesa	50.27 ± 1.99 ^c	9.73 ± 0.98 ^b	15.33 ± 0.82 ^d	18.30 ± 0.91 ^c	56.70 ± 3.22 ^c
cuete	50.00 ± 1.65 ^c	6.76 ± 2.03 ^a	12.92 ± 2.25 ^{bc}	14.61 ± 2.86 ^a	61.85 ± 3.11 ^d
filete	44.63 ± 1.74 ^b	10.22 ± 3.72 ^c	12.99 ± 1.38 ^{bc}	16.75 ± 3.11 ^{bc}	51.45 ± 8.35 ^b
sirloin	44.54 ± 2.77 ^b	9.73 ± 0.91 ^b	12.19 ± 1.40 ^b	15.71 ± 1.31 ^{ab}	50.57 ± 3.49 ^b
chambarete	37.89 ± 1.48 ^a	12.48 ± 3.05 ^d	10.63 ± 2.30 ^a	16.43 ± 3.66 ^{abc}	39.70 ± 2.84 ^a

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.
Los resultados son un promedio de 12 réplicas

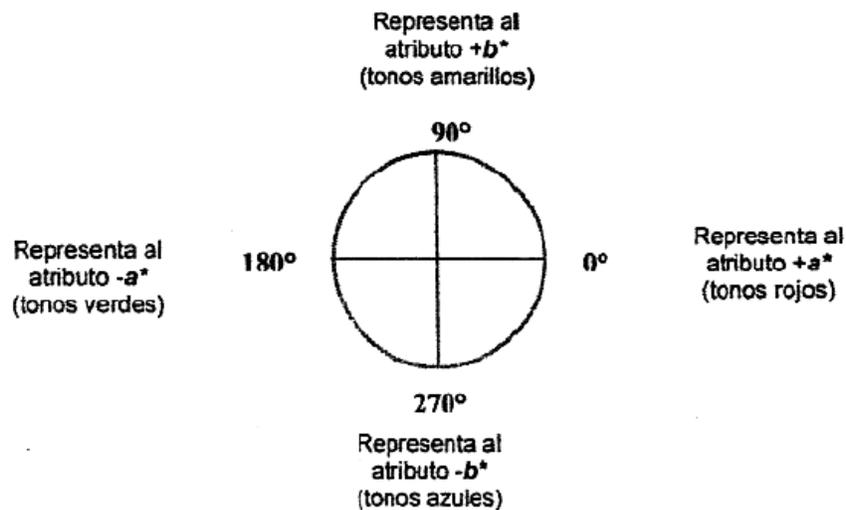


Figura 6.37 Ángulos representativos de los atributos de color

Al observar la Figura 6.38, podemos ver que el chambarete difiere de manera estadísticamente significativa en 4 de los cinco atributos de color, siendo el menos iluminado (valor de L* más bajo) el que presenta la coloración roja más intensa (valor de a* más alto y valor de h° más bajo). Estos resultados coinciden con los obtenidos por el panel de jueces, puesto que ambos arrojan que este corte fue el más rojo.

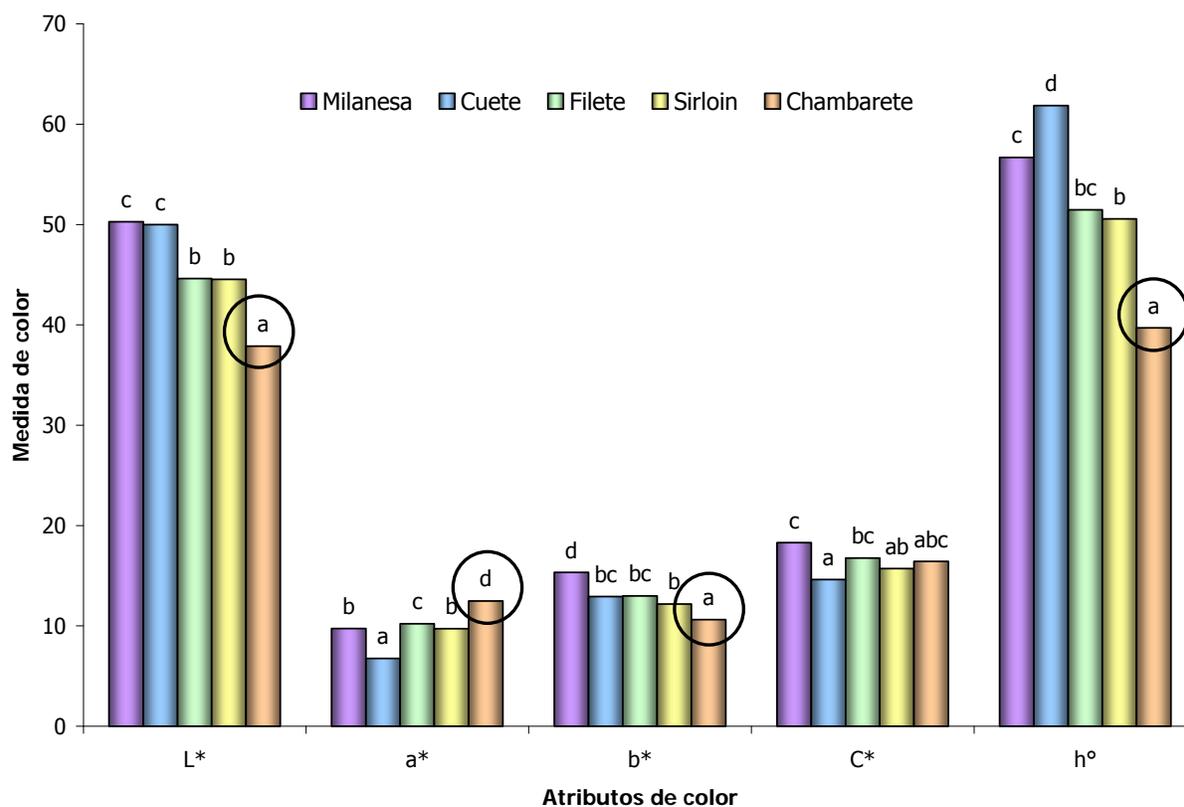


Figura 6.38 Atributos de color evaluados en las muestras al tiempo cero

abc Distinta letra que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.
 Los resultados de cada barra son un promedio de 12 réplicas

6.4.2 Comparación de la evaluación instrumental de color entre cortes después de 12 semanas de congelación

Después de doce semanas de almacenamiento en congelación, los valores de luminosidad (L*) comparados con el tiempo cero disminuyeron para la milanesa, el cuete, filete y sirloin, y aumentó para el chambarete, el corte que presentó diferencias significativas en esta coordenada fue el filete (Tabla 6.37, Figura 6.39), presentándose ahora como el más "oscuro" de los cortes; sin embargo, en general los cortes se tornaron más oscuros en comparación con el inicio del estudio.

Así mismo, en la Tabla 6.37, se puede observar que los valores para las coordenadas de a^* y b^* también disminuyeron en comparación a los valores arrojados al tiempo cero, es decir, las muestras se tornaron más rojas y más oscuras.

En el color de la carne influyen factores antemortem, como la raza, el sexo, el tipo de músculo, el sistema de explotación, el tipo de dieta, etc. También influyen factores tecnológicos como la duración del período de enfriamiento, la temperatura de almacenamiento y la iluminación en el punto de venta (Beraiin, 1997).

El contenido de mioglobina de un músculo dado, así como la molécula de mioglobina varía en función de la especie animal. La adaptación metabólica a las necesidades de oxígeno de cada una de las especies determina las diferentes concentraciones de pigmentos hemínicos presentes en el músculo. Los músculos de ganado vacuno tienen un mayor contenido de mioglobina y casi todas las fibras musculares bovinas contienen, al menos, un poco de mioglobina; esto puede explicar el hecho que después de tres meses de almacenamiento en congelación los cortes presenten un color menos luminoso y más oscuro, puesto que a pesar de encontrarse en un sistema cerrado y a bajas temperaturas, la mioglobina de las fibras puede sufrir oxidación y por lo tanto presentar una coloración oscura.

Tabla 6.37 Resultados de la evaluación instrumental de color al tiempo doce

Trial#	L*	a*	b*	C*	h°
milanesa	44.52 ± 1.94 ^b	9.02 ± 1.76 ^c	12.10 ± 1.82 ^b	15.21 ± 2.36 ^c	52.70 ± 4.11 ^b
cuete	45.18 ± 2.53 ^b	6.04 ± 1.52 ^a	11.22 ± 0.82 ^b	12.79 ± 1.20 ^a	63.22 ± 5.25 ^c
filete	38.38 ± 1.36 ^a	9.17 ± 1.39 ^c	9.13 ± 1.32 ^a	13.01 ± 1.84 ^{ab}	44.50 ± 2.80 ^a
sirloin	44.42 ± 2.20 ^b	8.30 ± 2.57 ^{bc}	12.18 ± 2.73 ^b	14.76 ± 3.63 ^{bc}	55.21 ± 3.12 ^b
chambarete	42.52 ± 8.67 ^b	7.06 ± 2.39 ^{ab}	8.58 ± 1.05 ^a	11.13 ± 2.28 ^a	52.95 ± 10.17 ^b

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

Otros factores que pueden influir en la estabilidad del color de la carne son la contaminación microbiana y la oxidación de lípidos. Por este motivo, se están desarrollando nuevas tecnologías de envasado, a vacío o en atmósferas modificadas, que frenen los procesos de degradación de la carne de consumo en fresco con el fin de aumentar su vida útil. En condiciones de vacío, la carne muestra un color rojo púrpura; posteriormente, una vez en contacto con el oxígeno del aire, adquiere el color rojo brillante característico (Ordoñez *et. al.*, 1992).

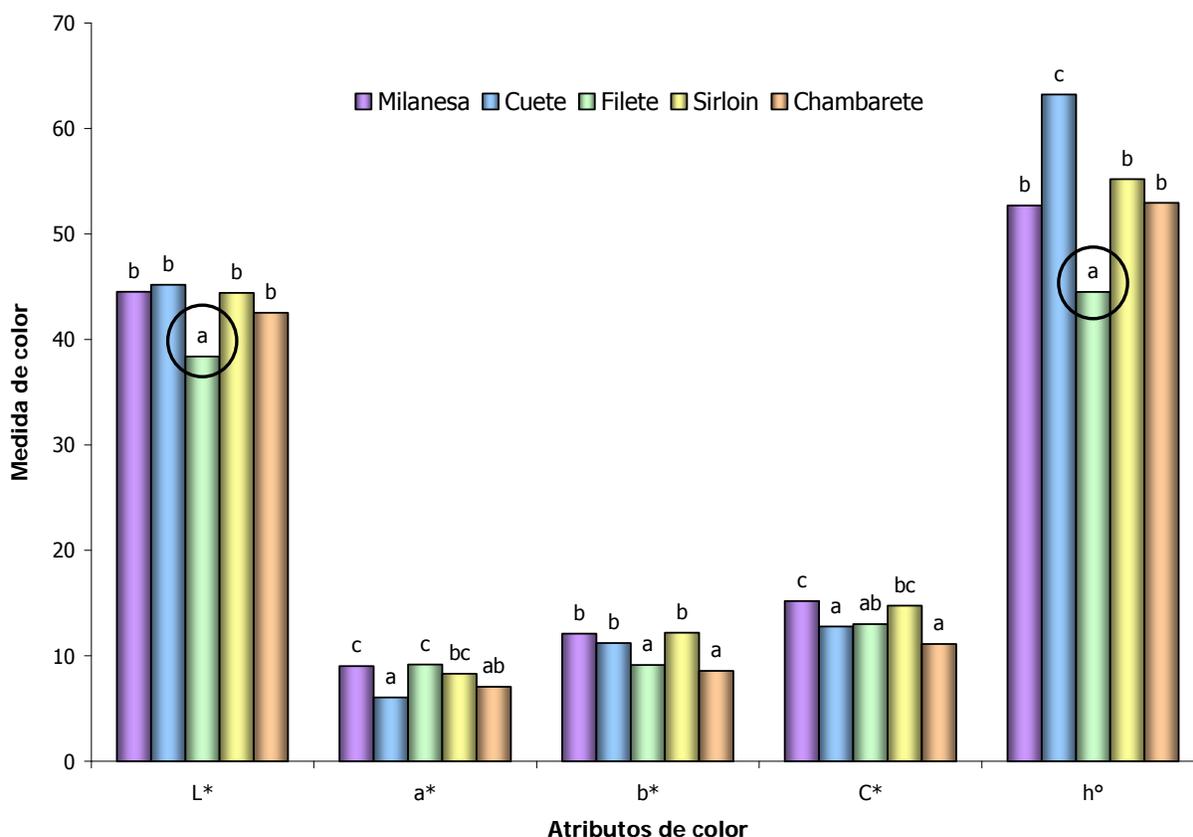


Figura 6.39 Atributos de color evaluados en las muestras al tiempo doce

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.
Los resultados de cada barra son un promedio de 12 réplicas

6.4.3 Evaluación instrumental de color por corte durante 12 semanas

MILANESA

Al analizar la Tabla 6.38, se puede observar que se trata de un corte con luminosidad intermedia, pero oscuro, comprendiendo valores entre 44 y 50, habiendo diferencias estadísticamente significativas a lo largo de todo el estudio. Con ayuda de la Figura 6.40 se observa una tendencia a disminuir el valor de esta coordenada al transcurrir el tiempo. La misma tendencia ocurre en las coordenadas b* y C*, tenemos valores de 15 hasta 11 para la primera y de 18 hasta 13 en la segunda. Esto se ve reflejado mucho mejor en las Figuras 6.40 y 6.41.

Los valores de la coordenada a* son los más bajos de las cinco coordenadas estudiadas, tratándose de un corte que presenta colores rojos, oscuros y pardos.

Tabla 6.38 Resultados de la evaluación instrumental de color del corte milanesa

	L*	a*	b*	C*	h°
t0	50.27 ± 1.99 ^{fg}	9.73 ± 0.98 ^{cd}	15.33 ± 0.82 ^h	18.30 ± 0.91 ^{fg}	56.70 ± 3.22 ^{cd}
t1	48.63 ± 1.85 ^{ef}	9.06 ± 1.41 ^{bc}	14.86 ± 0.54 ^{gh}	17.45 ± 0.81 ^{efg}	57.38 ± 5.12 ^{cd}
t2	45.84 ± 2.25 ^{abc}	11.97 ± 1.80 ^e	14.19 ± 1.64 ^{fgh}	18.59 ± 2.19 ^g	49.92 ± 3.38 ^a
t3	50.66 ± 2.31 ^g	8.58 ± 1.86 ^{abc}	14.27 ± 1.63 ^{fgh}	16.70 ± 2.30 ^{def}	58.32 ± 3.85 ^d
t4	46.14 ± 2.34 ^{abcd}	8.67 ± 3.01 ^{abc}	12.74 ± 1.78 ^{bcde}	15.56 ± 3.23 ^{cd}	55.30 ± 6.07 ^{bcd}
t5	45.76 ± 3.23 ^{abc}	11.23 ± 1.91 ^{de}	13.44 ± 1.93 ^{def}	17.54 ± 2.51 ^{efg}	51.23 ± 3.79 ^a
t6	46.97 ± 2.09 ^{cde}	9.24 ± 2.32 ^c	13.26 ± 2.06 ^{cdef}	16.19 ± 2.93 ^{cde}	54.84 ± 3.39 ^{bc}
t7	45.08 ± 1.74 ^{ab}	7.45 ± 1.47 ^a	10.91 ± 1.60 ^a	13.32 ± 2.03 ^a	55.14 ± 4.14 ^{bcd}
t8	44.52 ± 1.90 ^a	8.23 ± 2.48 ^{abc}	12.07 ± 1.50 ^{abc}	14.76 ± 2.44 ^{abc}	54.84 ± 6.26 ^{bc}
t9	46.28 ± 2.63 ^{bcd}	7.21 ± 0.98 ^a	11.51 ± 1.26 ^{ab}	13.73 ± 1.59 ^{ab}	57.16 ± 3.92 ^{cd}
t10	47.75 ± 1.29 ^{de}	9.53 ± 2.08 ^c	13.93 ± 1.21 ^{efg}	16.89 ± 1.84 ^{defg}	56.29 ± 3.89 ^{cd}
t11	45.99 ± 1.69 ^{abc}	7.61 ± 1.27 ^{ab}	12.25 ± 1.42 ^{bcd}	14.46 ± 1.75 ^{abc}	57.93 ± 3.09 ^{cd}
t12	44.52 ± 1.94 ^a	9.02 ± 1.76 ^{bc}	12.10 ± 1.82 ^{abc}	15.21 ± 2.36 ^{bcd}	52.70 ± 4.11 ^{ab}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas
t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

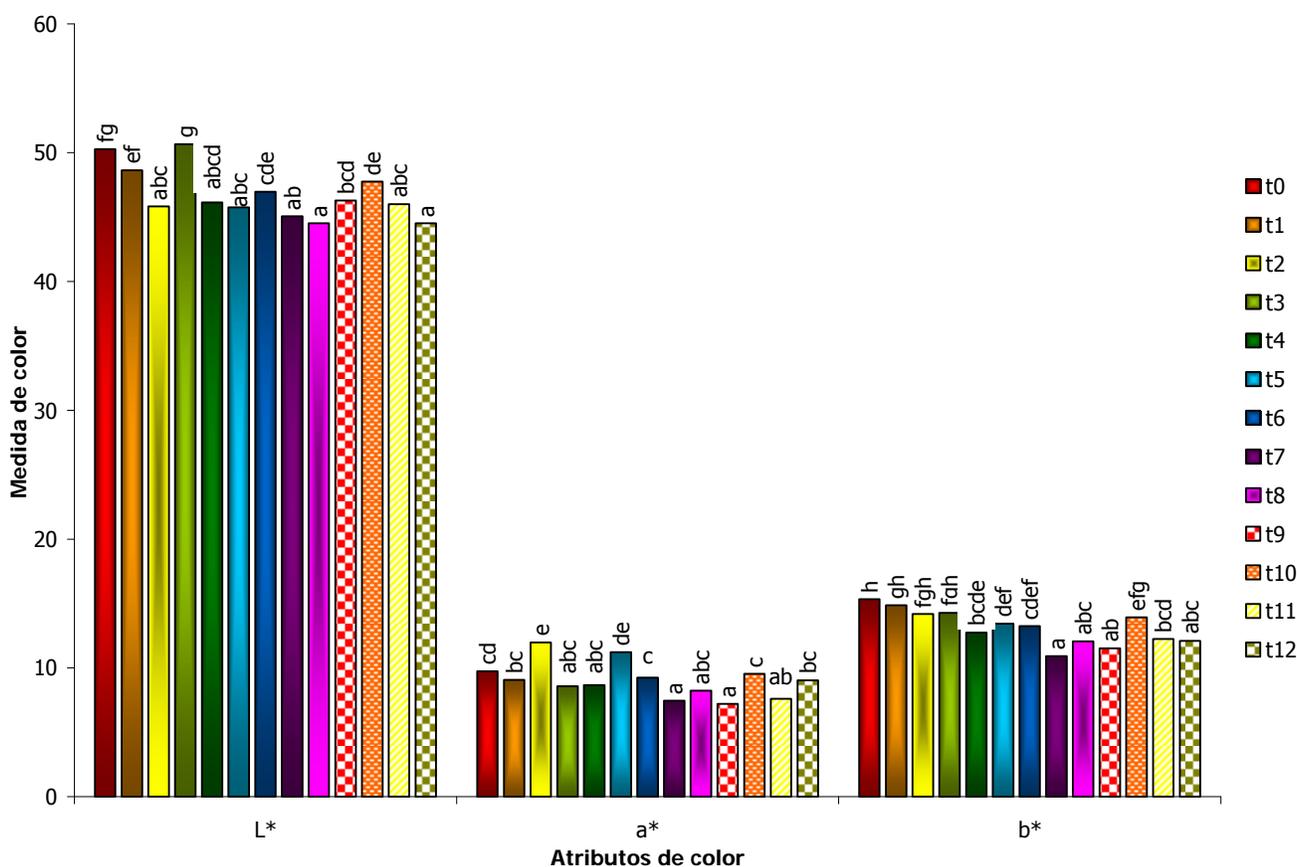


Figura 6.40 Atributos de color L*a*b* evaluados en carne de bovino, corte: milanesa

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados de cada barra son un promedio de 12 réplicas

Al observar la Figura 6.41 se puede apreciar que los valores para la coordenada C* disminuyen a lo largo del tiempo indicando que la muestra estaba más saturada al inicio del estudio. Para la coordenada h° no se ve una tendencia y no hubo cambios a lo largo del estudio, esto es lógico puesto que solo habla de un ángulo como ya se explico con anterioridad; en este caso, el ángulo que presenta la milanesa oscila entre 50 y 60° siempre en el primer cuadrante.

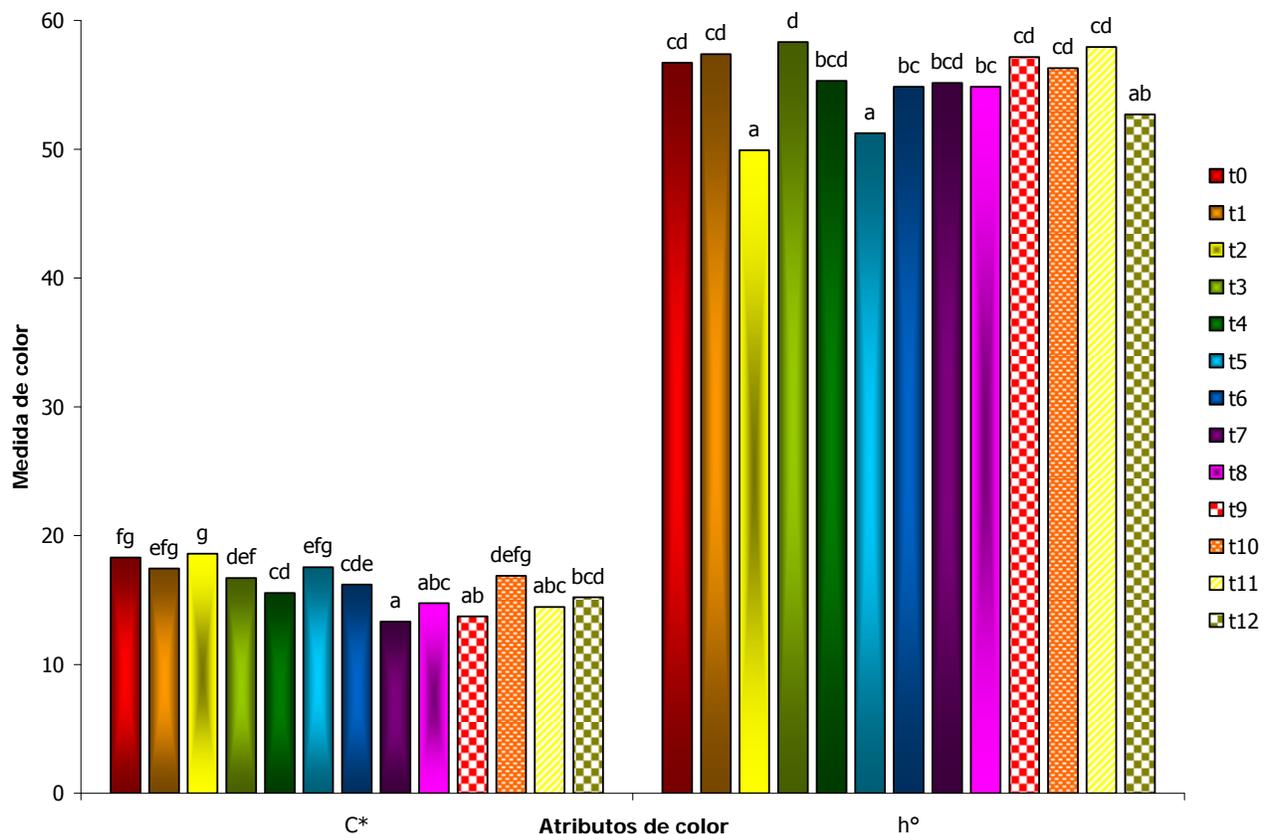


Figura 6.41 Atributos de color C*h° evaluados en carne de bovino, corte: milanesa

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.
Los resultados de cada barra son un promedio de 12 réplicas

CUETE

En este corte a diferencia del anterior, no se observa un patrón característico en la coordenada de luminosidad (L*), en este el rango de valores es más amplio, ya que se encuentran valores más bajos (41) y mucho más altos (56), sin embargo también es un corte oscuro (Tabla 6.39). Para la coordenada a*, el cuete presentó valores más bajos que la milanesa, lo que habla de un corte con una tonalidad roja más oscura. Los valores encontrados para la coordenada b* son ligeramente más altos que para a* y positivos, lo cual habla de tonos amarillos pero oscuros

pues son valores bajos. Estos valores de rojo oscuro y amarillo oscuro se pueden traducir en una coloración marrón la cual esta asociada a la presencia de metamioglobina, ya que es en este estado de oxidación que la mioglobina presenta esa coloración característica (Hui, *et. al.*, 2006). Sin embargo, este autor recomienda analizar las gráficas de los espectros de IR con el fin de analizar las distintas bandas presentes y asegurar la presencia de la metamioglobina.

Las diferencias en cuanto a la concentración de mioglobina y a la estabilidad de los músculos son importantes condicionantes del distinto color que presentan los músculos de un mismo individuo, si bien hay una tendencia a que existan variaciones en claridad en todos los músculos de un individuo. Dentro de un mismo animal, existe gran variabilidad en el contenido en pigmentos entre los distintos músculos, en función de la composición de fibras rojas, ricas en mioglobina, o fibras blancas, pobres en mioglobina. A esto hay que añadir la distinta estabilidad del color en los diferentes músculos, siendo menor en los músculos rojos y oxidativos (Renerre *et. al.*, 1996). También influye en este aspecto, la distinta actividad que realizan los distintos músculos, de forma que los que realizan más ejercicio, se oxigenan más y por ello presentan coloración más oscura, que aquellos que se ven sometidos a una menor actividad.

La espectroscopia visible parece ser útil para la caracterización de los colores de la carne, los espectros podrían proporcionar información complementaria a los espectros visibles, tales como el cambio en la terneza de la carne (debido a la proteólisis y la desnaturalización de las proteínas durante el almacenamiento) (Liu *et. al.*, 2003)

Con respecto a la saturación (C^*) y al ángulo de matiz (h°) existe diferencia estadísticamente significativa a lo largo de todo el estudio, habiendo valores desde 12 hasta 18 para la saturación y de 49 hasta 66° para el ángulo de matiz.

Tabla 6.39 Resultados de la evaluación instrumental de color del corte cuete

	L*	a*	b*	C*	h°
t0	50.00 ± 1.65 ^e	6.76 ± 2.03 ^a	12.92 ± 2.25 ^{cd}	14.61 ± 2.86 ^{abc}	61.85 ± 3.11 ^e
t1	46.52 ± 2.27 ^{cd}	9.50 ± 2.57 ^{cd}	13.05 ± 1.48 ^{cd}	16.20 ± 2.59 ^{cd}	53.23 ± 4.41 ^{bc}
t2	50.13 ± 1.17 ^e	7.30 ± 1.10 ^{ab}	14.08 ± 1.36 ^{de}	15.87 ± 1.58 ^{cd}	61.90 ± 2.59 ^e
t3	50.31 ± 2.17 ^e	5.81 ± 0.77 ^a	13.07 ± 0.80 ^{cd}	14.33 ± 0.97 ^{abc}	65.53 ± 2.10 ^f
t4	51.66 ± 2.31 ^e	7.10 ± 1.55 ^{ab}	13.35 ± 1.88 ^{de}	15.18 ± 2.28 ^{bcd}	61.33 ± 3.60 ^e
t5	43.97 ± 1.95 ^b	9.99 ± 2.35 ^{cd}	11.84 ± 1.69 ^{bc}	15.54 ± 2.60 ^{cd}	51.86 ± 4.82 ^{ab}
t6	51.24 ± 0.95 ^e	9.62 ± 1.85 ^{cd}	15.66 ± 1.22 ^f	18.44 ± 1.84 ^e	57.58 ± 3.63 ^d
t7	56.15 ± 1.58 ^f	6.19 ± 0.99 ^a	14.64 ± 1.34 ^{ef}	15.95 ± 1.52 ^{cd}	66.38 ± 2.02 ^f
t8	46.47 ± 2.60 ^{cd}	9.40 ± 2.16 ^{cd}	13.74 ± 1.61 ^{de}	16.80 ± 2.61 ^{de}	54.96 ± 4.71 ^{bcd}
t9	41.98 ± 1.59 ^a	8.49 ± 0.94 ^{bc}	10.45 ± 1.11 ^a	13.47 ± 1.31 ^{ab}	49.73 ± 3.64 ^a
t10	47.70 ± 2.43 ^d	11.86 ± 2.24 ^e	14.02 ± 2.27 ^{de}	18.44 ± 3.09 ^e	49.15 ± 2.31 ^a
t11	46.32 ± 3.67 ^{cd}	10.38 ± 4.55 ^{de}	13.10 ± 3.14 ^{cd}	16.83 ± 5.13 ^{de}	55.72 ± 7.96 ^{cd}
t12	45.18 ± 2.53 ^{bc}	6.04 ± 1.52 ^a	11.22 ± 0.82 ^{ab}	12.79 ± 1.20 ^a	63.22 ± 5.25 ^{ef}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

En la Figura 6.42 se puede observar que los valores de L* se encuentran por debajo de 60, lo cual, como ya se mencionó anteriormente habla de un corte de carne "oscuro", los valores de a* están alrededor de 10 y para b* son ligeramente más elevados, sin embargo, no se observa una tendencia bien definida en los cambios de color.

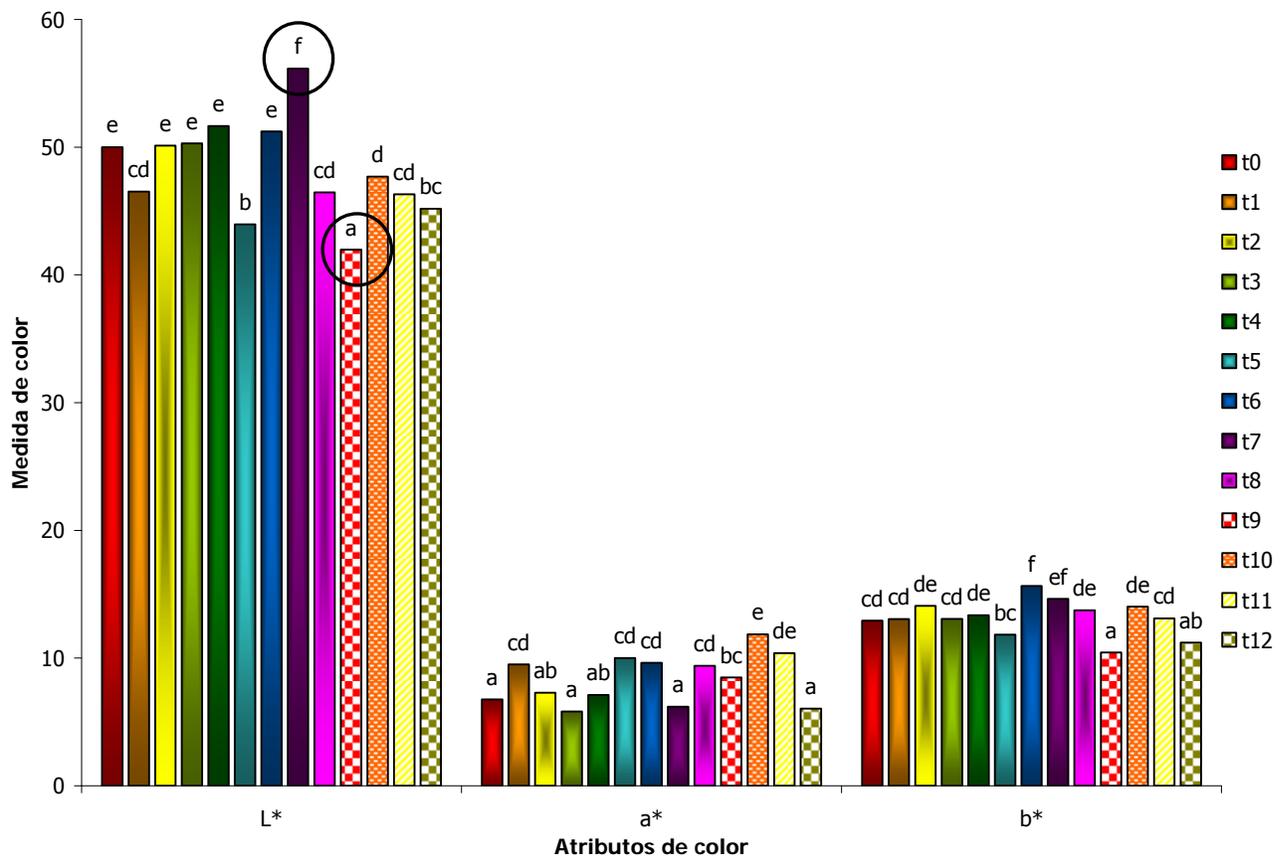


Figura 6.42 Atributos de color L*a*b* evaluados en carne de bovino, corte: cuete

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados de cada barra son un promedio de 12 réplicas

Al observar la Figura 6.43 se puede ver de una manera más directa las diferencias entre tiempos de las coordenadas graficadas (C^* y h°); esta diferencia es todavía más marcada en el ángulo de matiz al encontrar el valor más alto en el tiempo siete y los más bajos en las semanas 9 y 10.

Los valores de L^* y h° están relacionados, si se observan las Figuras 6.42 y 6.43 los valores siguen la misma tendencia en las primeras nueve semanas y al tiempo siete se encuentran los valores más altos para ambas coordenadas y al tiempo 9 los valores más bajos.

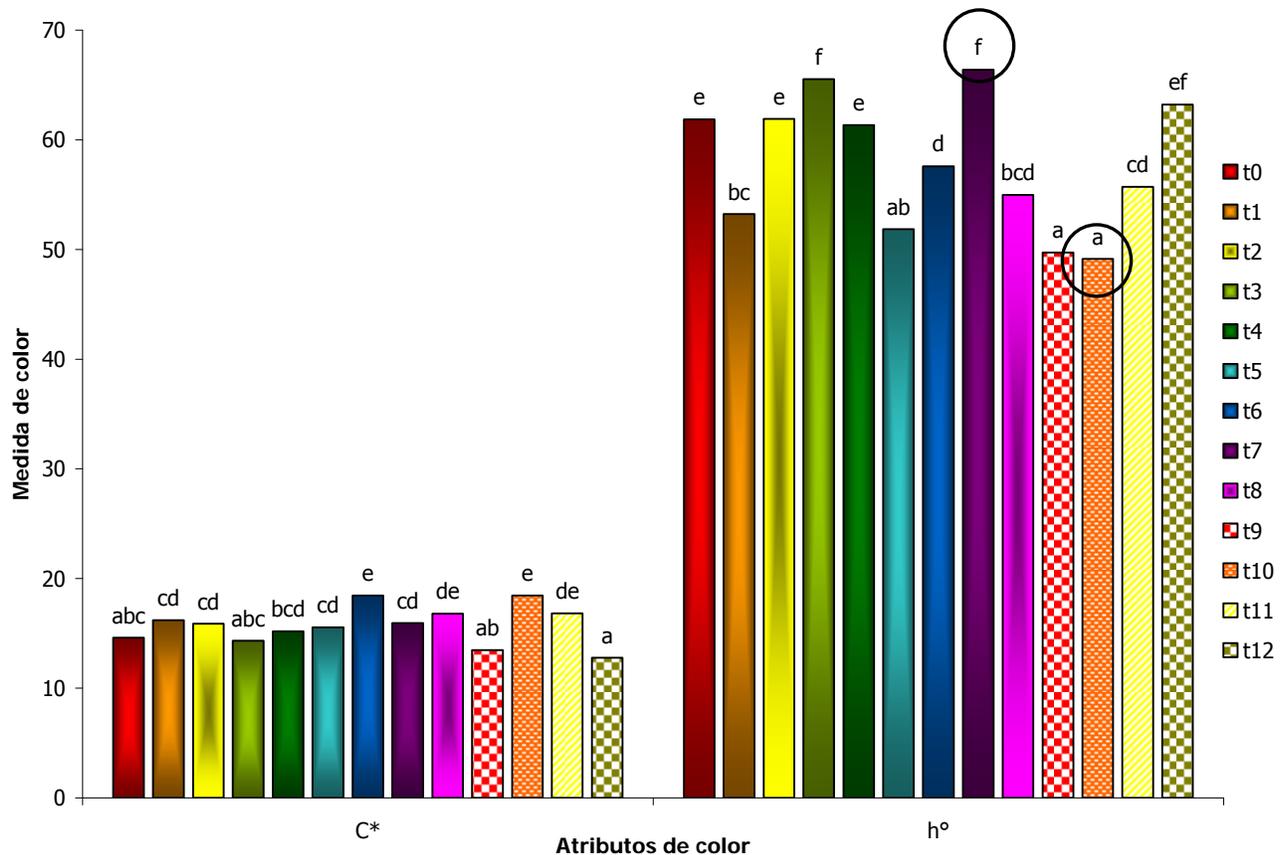


Figura 6.43 Atributos de color C* h° evaluados en carne de bovino, corte: cuete

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.
 Los resultados de cada barra son un promedio de 12 réplicas

FILETE

Una vez analizados los primeros cortes (milanesa y cuete) al llegar a este y analizar los valores de luminosidad arrojados por el colorímetro Minolta, se puede ver que los valores son los más bajos y que la diferencia entre el valor más bajo (36) y el más alto (48) es muy grande ($\Delta 12$) (Tabla 6.40), existen diferencias estadísticamente significativas en todos los tiempos.

El color de la carne congelada es controlado por la velocidad de congelación, la temperatura de almacenamiento, la intensidad de la luz durante la visualización y el método de embalaje. La carne congelada lentamente es excesivamente oscura, mientras que la carne congelada con nitrógeno líquido es normalmente pálida (Jakobsson & Bengtsson, 1973). La gran variación en la luminosidad es el resultado de las diferencias en la tasa de crecimiento de cristales de hielo. Cristales pequeños, formados por una congelación rápida dan una mayor dispersión a la luz en comparación con cristales grandes formados por una congelación lenta; por lo tanto la carne

congelada de manera rápida es pálida y opaca y la carne congelada de manera lenta es translúcida y oscura (MacDougall, 1982).

Al realizar el análisis estadístico se observó que en los valores de a^* y b^* se encuentran diferencias estadísticamente significativas, siendo los valores de a^* ligeramente más bajos que los de b^* . Los valores de b^* encontrados para este corte son aún más bajos que los encontrados para la milanesa y el cuete, siguen siendo colores marrones, sin embargo este corte es aún más oscuro y con una tonalidad marrón más oscura, sin embargo la saturación de color es ligeramente menor, teniendo valores que van de 9 a 17. Al comparar estos resultados con los encontrados en este estudio para el corte de filete (Tabla 6.40) se puede observar que los valores de a^* están por debajo de los encontrados por otros autores, mientras que los de b^* caen en la media.

Se han realizado estudios de color en la carne de res con diferentes equipos; con el Colorímetro Minolta CR200 se determinaron los valores de los tres atributos cromáticos $L^* = 39.57$, $a^* = 15.76$ y $b^* = 3.07$, después de 24 horas postmortem en ganado bovino de Korea (Kim, 2003). En otro estudio sobre carne de res se usó el equipo Colorimétrico Hunterlab Miniscan, con luz de día y 10° de observación, se determinó $L^* = 41.7$, $a^* = 20.7$ y $b^* = 21.1$ (Raes *et. al.*, 2003) y Barbut determinó $L^* = 34.5$, $a^* = 18.5$ y $b^* = 8.7$, usando el Colorímetro Minolta CM-1000 (Barbut, 2001).

Tabla 6.40 Resultados de la evaluación instrumental de color del corte filete

	L^*	a^*	b^*	C^*	h°
t0	44.63 ± 1.74 ^{ef}	10.22 ± 3.72 ^{gh}	12.99 ± 1.38 ^{efg}	16.75 ± 3.11 ^{gh}	51.45 ± 8.35 ^{cd}
t1	36.70 ± 1.68 ^a	7.93 ± 0.67 ^{cde}	8.42 ± 1.22 ^a	11.63 ± 1.28 ^{bc}	45.98 ± 2.90 ^{ab}
t2	48.65 ± 1.25 ^g	9.47 ± 0.86 ^{fgh}	13.91 ± 1.20 ^g	16.89 ± 1.41 ^{gh}	55.32 ± 2.26 ^{ef}
t3	42.04 ± 1.46 ^d	10.79 ± 1.11 ^h	12.76 ± 1.33 ^{ef}	16.94 ± 1.43 ^h	48.55 ± 3.02 ^{bc}
t4	44.77 ± 1.44 ^{ef}	5.80 ± 0.84 ^{ab}	10.16 ± 2.00 ^{bc}	11.50 ± 2.17 ^b	60.99 ± 4.20 ^h
t5	39.88 ± 1.21 ^c	5.47 ± 0.90 ^a	8.10 ± 1.05 ^a	9.78 ± 1.34 ^a	55.53 ± 1.28 ^{ef}
t6	43.98 ± 1.97 ^e	6.98 ± 0.92 ^{bc}	10.99 ± 0.89 ^{cd}	13.17 ± 0.88 ^d	56.35 ± 3.97 ^{fg}
t7	40.94 ± 2.99 ^{cd}	7.97 ± 1.33 ^{cde}	10.66 ± 0.99 ^c	13.35 ± 1.45 ^d	52.77 ± 3.73 ^{de}
t8	46.06 ± 2.89 ^f	10.55 ± 3.15 ^h	13.69 ± 2.28 ^{fg}	17.25 ± 3.41 ^h	58.24 ± 5.11 ^{fgh}
t9	48.66 ± 1.73 ^g	7.56 ± 0.50 ^{cd}	13.01 ± 0.88 ^{efg}	15.12 ± 0.91 ^{ef}	59.36 ± 2.29 ^{gh}
t10	42.22 ± 2.03 ^d	9.45 ± 1.95 ^{fgh}	12.06 ± 0.99 ^{de}	15.42 ± 1.91 ^{fg}	51.21 ± 4.49 ^{cd}
t11	41.37 ± 1.20 ^{cd}	8.75 ± 0.81 ^{def}	10.73 ± 0.88 ^c	13.88 ± 1.20 ^{de}	50.39 ± 1.90 ^{cd}
t12	38.38 ± 1.36 ^b	9.17 ± 1.39 ^{efg}	9.13 ± 1.32 ^{ab}	13.01 ± 1.84 ^{cd}	44.50 ± 2.80 ^a

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

Como se puede observar en la Figura 6.44 se observan diferencias estadísticamente significativas en todo el estudio para los atributos cromáticos L*, a* y b*. Para L* encontramos el valor más bajo al tiempo uno.

Al comparar las graficas de los atributos de luminosidad y tonalidad amarillo-azul se puede apreciar un comportamiento parecido entre ellos. Al igual que en L* en b* se tiene uno de los valores más bajos en el tiempo uno y al siguiente el valor más alto (segunda semana).

Los atributos cromáticos a* y C* también tienen un comportamiento similar, encontrando el valor más bajo al tiempo cinco. Esto coincide con lo reportado por otros autores quienes también han encontrado relación entre estos atributos (Strange *et. al.*, 1994; Renerre y Mazuel, 1985) correlacionan positivamente la apreciación del color de la carne por el consumidor con el parámetro a*, lo que permite afirmar que el color de la carne mejora con la maduración; también se encontró que la maduración origina un aumento en los parámetros a* y C* que determina la aparición de un color más rojo (>a*) y más intenso (>C*) en la carne.

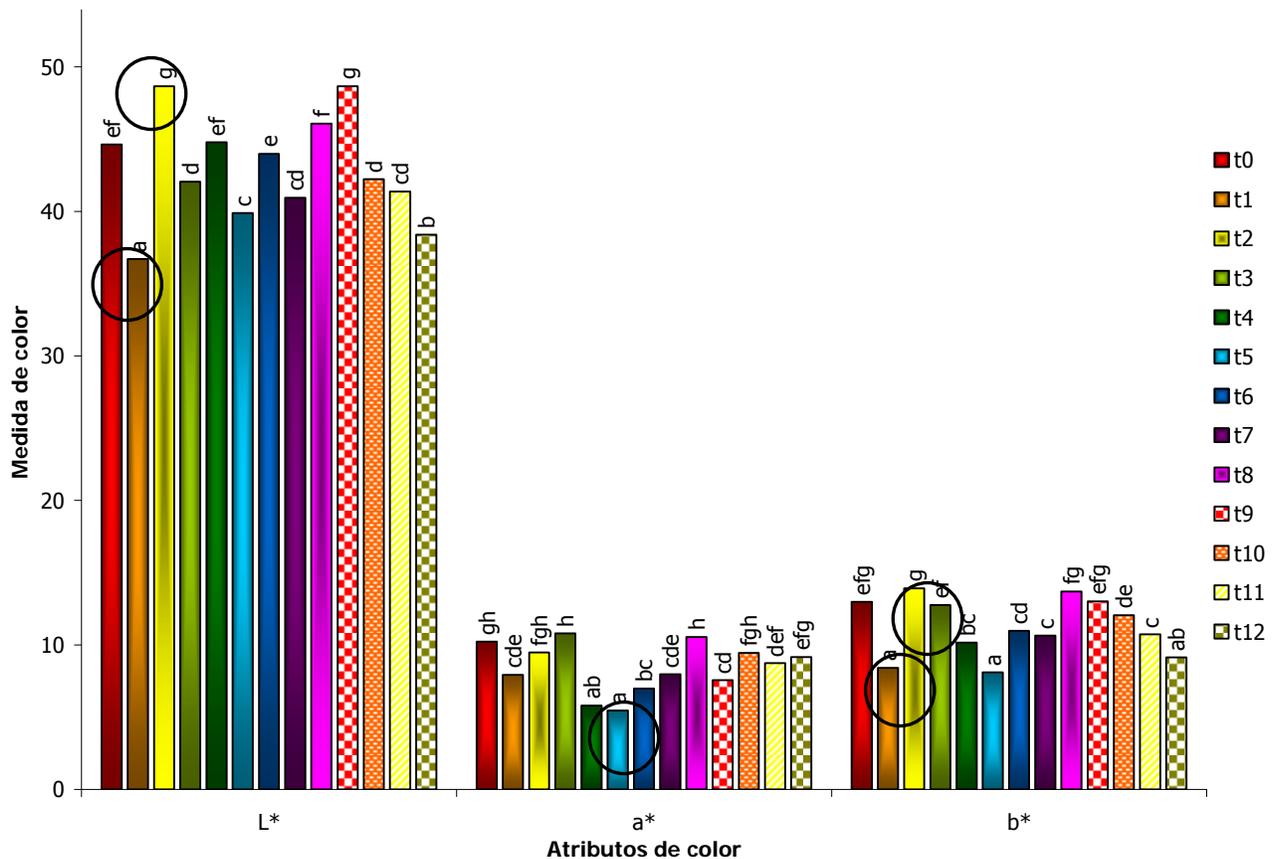


Figura 6.44 Atributos de color L*a*b* evaluados en carne de bovino, corte: filete

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados de cada barra son un promedio de 12 réplicas

En la Figura 6.45 están representados de manera gráfica los valores encontrados para C^* y h° ; como se puede observar existen diferencias estadísticamente significativas en los valores de ambas coordenadas a lo largo de todo el estudio. No se observa una tendencia clara, ya que se encuentran valores altos en las primeras semanas y bajos en las últimas, como se puede ver para el valor de h° en el tiempo cuatro que es el más alto y el valor al tiempo doce que es el más bajo. Para C^* se encuentra el valor más bajo al tiempo cinco y valores más altos antes y después.

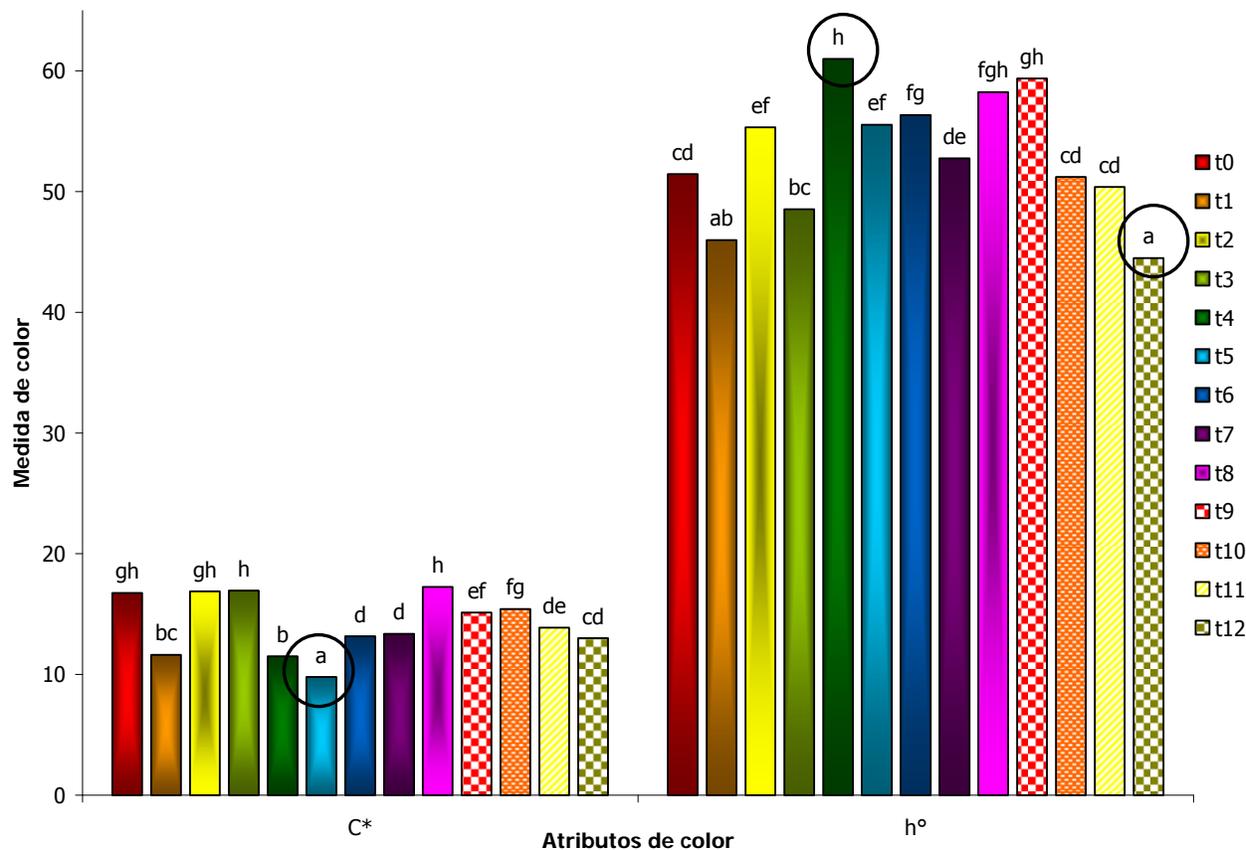


Figura 6.45 Atributos de color C^* h° evaluados en carne de bovino, corte: filete

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.
Los resultados de cada barra son un promedio de 12 réplicas

SIRLOIN

En la Tabla 6.41 se resumen las variaciones de los atributos cromáticos L^* , a^* , b^* , C^* y h° para el corte sirloin. El análisis de color CIE Lab sugirió que el corte en general es oscuro, con tonalidades marrones, una saturación elevada (en comparación con los cortes anteriores) y con ángulos situados en el primer cuadrante, que van desde tonos rojos (36°) hasta amarillos (57°).

Con respecto a la luminosidad, la diferencia entre el valor más grande (47) y el más pequeño (35) es similar a los cortes anteriores ($\Delta 12$); se ha encontrado que una diferencia de 5 unidades se distingue fácilmente; otra de las razones para encontrar tal variabilidad en la luminosidad de la carne es atribuible a cambios en la estructura de las proteínas provocada por las diferencias en la velocidad de enfriamiento en todo el músculo (MacDougall, 1982).

La concentración de pigmentos hemínicos presentes en las fibras de carne también es un factor importante a considerar, como ya se ha dicho; sin embargo la relación de la luminosidad (L^*), las tonalidades rojo – verde y amarillo – azul con la concentración de pigmentos no es lineal. Se ha encontrado que un cambio de 0.5 mg de hemoglobina por gramo de carne produce una diferencia en L^* de 4 unidades, así pequeñas diferencias (aumento o disminución) en la concentración de mioglobina puede ser percibido por el consumidor al momento de la compra. Así, un aumento en los valores de luminosidad, ya sea por la disminución en la concentración de pigmento o incremento de la dispersión, se acompaña por un aumento en el tono amarillo. (MacDougall, 1982). El cambio en el tono y la saturación se debe al dicroísmo del espectro de oximioglobina (Wright, 1969).

Tabla 6.41 Resultados de la evaluación instrumental de color del corte sirloin

	L^*	a^*	b^*	C^*	h°
t0	44.54 ± 2.77 ^f	9.73 ± 0.91 ^{bc}	12.19 ± 1.40 ^{def}	15.71 ± 1.31 ^{ab}	50.57 ± 3.49 ^{cd}
t1	44.37 ± 1.49 ^f	9.52 ± 1.31 ^{bc}	11.86 ± 1.04 ^{cdef}	15.34 ± 1.34 ^{ab}	50.61 ± 3.61 ^{cd}
t2	36.39 ± 0.97 ^{ab}	12.52 ± 1.30 ^e	9.43 ± 0.74 ^a	15.71 ± 1.50 ^{ab}	36.78 ± 1.31 ^a
t3	35.56 ± 1.43 ^a	11.92 ± 1.52 ^{de}	9.33 ± 1.36 ^a	15.16 ± 1.88 ^a	37.65 ± 2.49 ^a
t4	37.70 ± 1.72 ^{bc}	12.12 ± 2.12 ^{de}	9.64 ± 1.38 ^{ab}	15.53 ± 2.29 ^{ab}	37.71 ± 2.88 ^a
t5	47.06 ± 1.95 ^g	7.71 ± 1.23 ^a	12.40 ± 1.28 ^{ef}	14.67 ± 1.76 ^a	57.79 ± 2.38 ^f
t6	39.30 ± 1.90 ^d	11.44 ± 2.70 ^{de}	10.69 ± 2.08 ^{bc}	15.68 ± 3.30 ^{ab}	42.43 ± 2.75 ^b
t7	39.29 ± 1.52 ^d	17.22 ± 2.44 ^f	12.70 ± 1.52 ^f	21.40 ± 2.80 ^c	36.37 ± 1.59 ^a
t8	42.93 ± 2.17 ^e	8.89 ± 2.19 ^{ab}	11.18 ± 0.70 ^{cd}	14.39 ± 1.73 ^a	50.18 ± 4.75 ^c
t9	37.46 ± 1.30 ^{bc}	10.90 ± 1.09 ^{cd}	9.61 ± 0.94 ^{ab}	14.55 ± 1.18 ^a	41.00 ± 2.74 ^b
t10	38.77 ± 1.27 ^{cd}	12.56 ± 2.22 ^e	11.21 ± 1.20 ^{cd}	16.90 ± 2.05 ^b	40.95 ± 2.45 ^b
t11	43.55 ± 1.61 ^{ef}	8.53 ± 0.88 ^{ab}	11.39 ± 1.40 ^{cde}	14.30 ± 1.39 ^a	52.78 ± 4.09 ^{de}
t12	44.42 ± 2.20 ^f	8.30 ± 2.57 ^{ab}	12.18 ± 2.73 ^{def}	14.76 ± 3.63 ^a	55.21 ± 3.12 ^e

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

En la Figura 6.46 se pueden observar las diferencias estadísticamente significativas a lo largo del estudio durante cada uno de los tiempos para los atributos L*, a* y b*. No es posible observar algún patrón o tendencia entre los atributos.

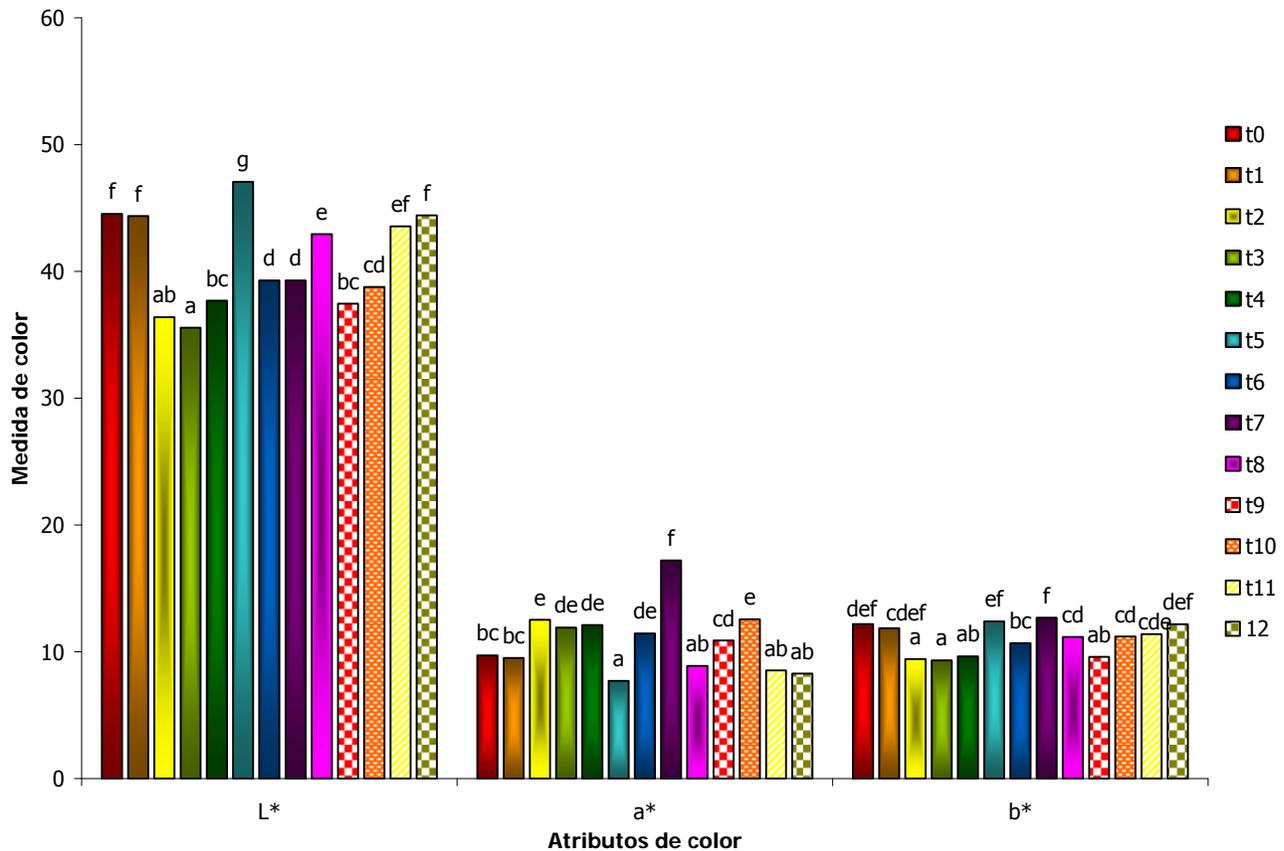


Figura 6.46 Atributos de color L*a*b* evaluados en carne de bovino, corte: sirloin

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados de cada barra son un promedio de 12 réplicas

Sin embargo, en la Figura 6.47, se puede ver que en la saturación del color no se encuentran grandes diferencias en los valores encontrados a lo largo del estudio, los valores se encuentran alrededor de 15, teniendo el punto más alto en el tiempo 7 disparándose el valor por arriba de 20. Para el atributo cromático de h° se puede ver una gran variabilidad en los valores, habiendo valores por debajo de 40 (para los tiempos 2, 3 y 4) y casi llegando a 60 (en el tiempo 5) encontrando diferencias estadísticamente significativas.

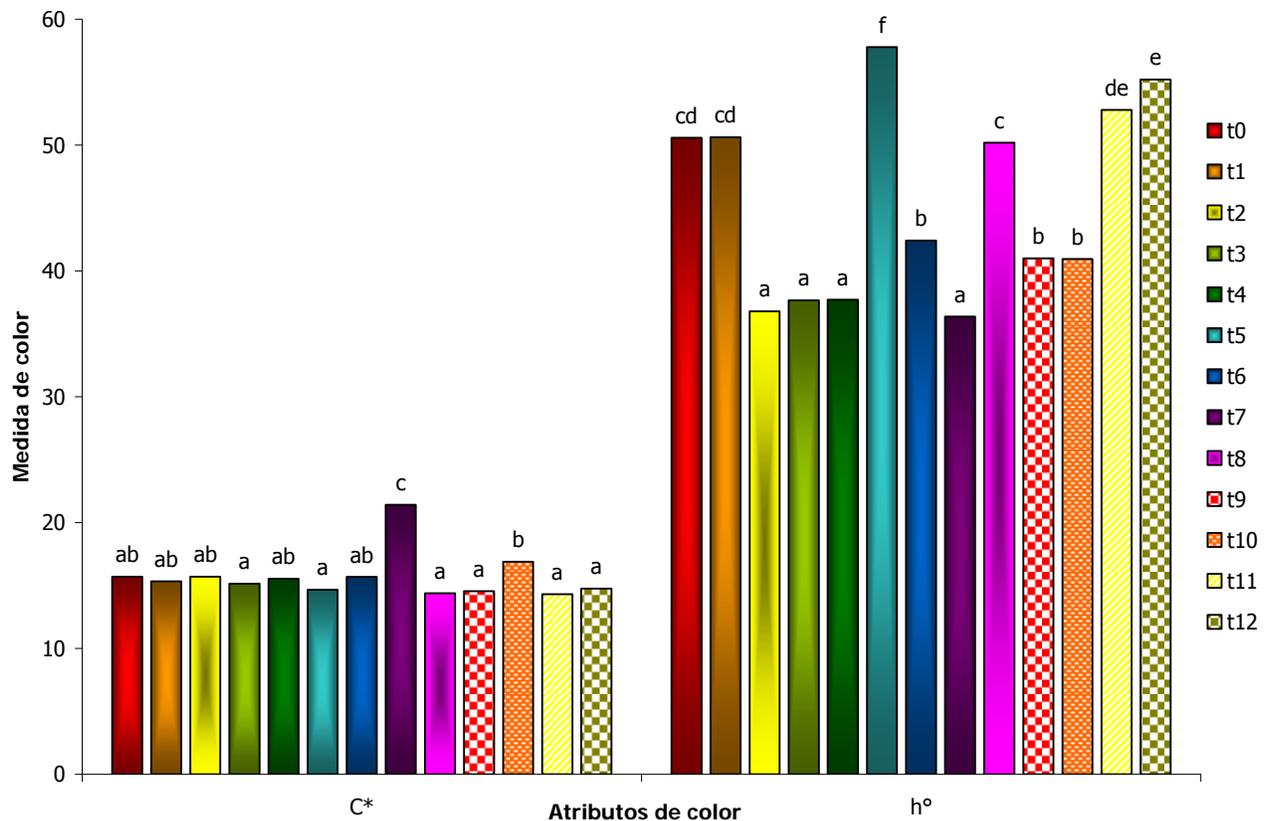


Figura 6.47 Atributos de color evaluados en carne de bovino, corte: sirloin

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.
 Los resultados de cada barra son un promedio de 12 réplicas

CHAMBARETE

En la Tabla 6.42 están los resultados de la evaluación instrumental de color para el chambarete. Los valores de luminosidad son muy parecidos a los de los cortes anteriores; sin embargo los atributos cromáticos a^* , b^* y C^* presentan valores un poco más altos, esta diferencia es aún más evidente en la saturación del color, en donde el valor más bajo es 11 (para el tiempo 12) y el más alto 22 (para el tiempo 6). Esto podría deberse, entre otros factores, al tipo de empaque en el cual se guarda la carne durante su almacenamiento; la carne envasada libremente en bolsas de plástico desarrolla rápidamente quemaduras por frío (MacDougall, 1982).

Otros autores han encontrado que el sexo también influye en el índice de rojo y amarillo, encontrándose los valores más favorables en las hembras (Sánchez *et. al.*, 1997). Las hembras presentan mayor concentración de mioglobina que los machos a la misma edad, al ser más precoces que éstos. Según un estudio realizado por Wulf *et. al.* (1997) encontró valores

superiores de coordenadas a* y b* en la carne de machos que de hembras, no existiendo diferencias en la coordenada L*.

Tabla 6.42 Resultados de la evaluación instrumental de color del corte chambarete

	L*	a*	b*	C*	h°
t0	37.89 ± 1.48 ^a	12.48 ± 3.05 ^{bcd}	10.63 ± 2.30 ^b	16.43 ± 3.66 ^{cd}	39.70 ± 2.84 ^b
t1	50.05 ± 6.34 ^e	5.24 ± 1.99 ^a	11.56 ± 2.82 ^{bc}	12.89 ± 2.83 ^{ab}	62.90 ± 8.26 ^h
t2	42.60 ± 0.93 ^{bc}	13.74 ± 1.41 ^{cd}	13.65 ± 1.23 ^{efg}	19.41 ± 1.74 ^e	44.55 ± 1.88 ^{def}
t3	42.25 ± 2.06 ^{bc}	13.68 ± 2.74 ^{cd}	13.26 ± 2.02 ^{def}	19.10 ± 3.11 ^e	46.82 ± 4.97 ^{ef}
t4	38.52 ± 2.80 ^a	11.88 ± 3.03 ^{bc}	8.38 ± 3.24 ^a	14.63 ± 4.09 ^{bc}	33.27 ± 8.35 ^a
t5	42.90 ± 4.28 ^{bc}	13.92 ± 2.72 ^d	12.76 ± 1.18 ^{cde}	18.85 ± 2.69 ^e	44.27 ± 5.95 ^{cdef}
t6	45.15 ± 4.70 ^{cd}	16.26 ± 2.25 ^e	14.83 ± 1.66 ^g	22.07 ± 2.20 ^{ef}	43.97 ± 5.90 ^{bcde}
t7	46.67 ± 2.61 ^b	13.72 ± 2.65 ^{cd}	14.04 ± 2.25 ^{efg}	19.79 ± 3.46 ^e	45.26 ± 3.06 ^{def}
t8	40.86 ± 3.28 ^{ab}	13.82 ± 2.83 ^d	11.73 ± 2.78 ^{bcd}	18.15 ± 3.83 ^{de}	41.58 ± 4.03 ^{bcd}
t9	44.49 ± 1.94 ^{cd}	10.91 ± 0.93 ^b	11.89 ± 1.21 ^{bcd}	16.15 ± 1.30 ^{cd}	46.95 ± 2.34 ^{ef}
t10	40.64 ± 1.02 ^{ab}	12.30 ± 1.35 ^{bcd}	10.43 ± 0.67 ^b	16.13 ± 1.37 ^{cd}	39.99 ± 1.83 ^{bc}
t11	46.29 ± 1.50 ^d	12.85 ± 1.80 ^{cd}	14.47 ± 0.83 ^{fg}	19.33 ± 1.66 ^e	48.80 ± 3.85 ^{fg}
t12	42.52 ± 8.67 ^{bc}	7.06 ± 2.39 ^a	8.58 ± 1.05 ^a	11.13 ± 2.28 ^a	52.95 ± 10.17 ^g

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

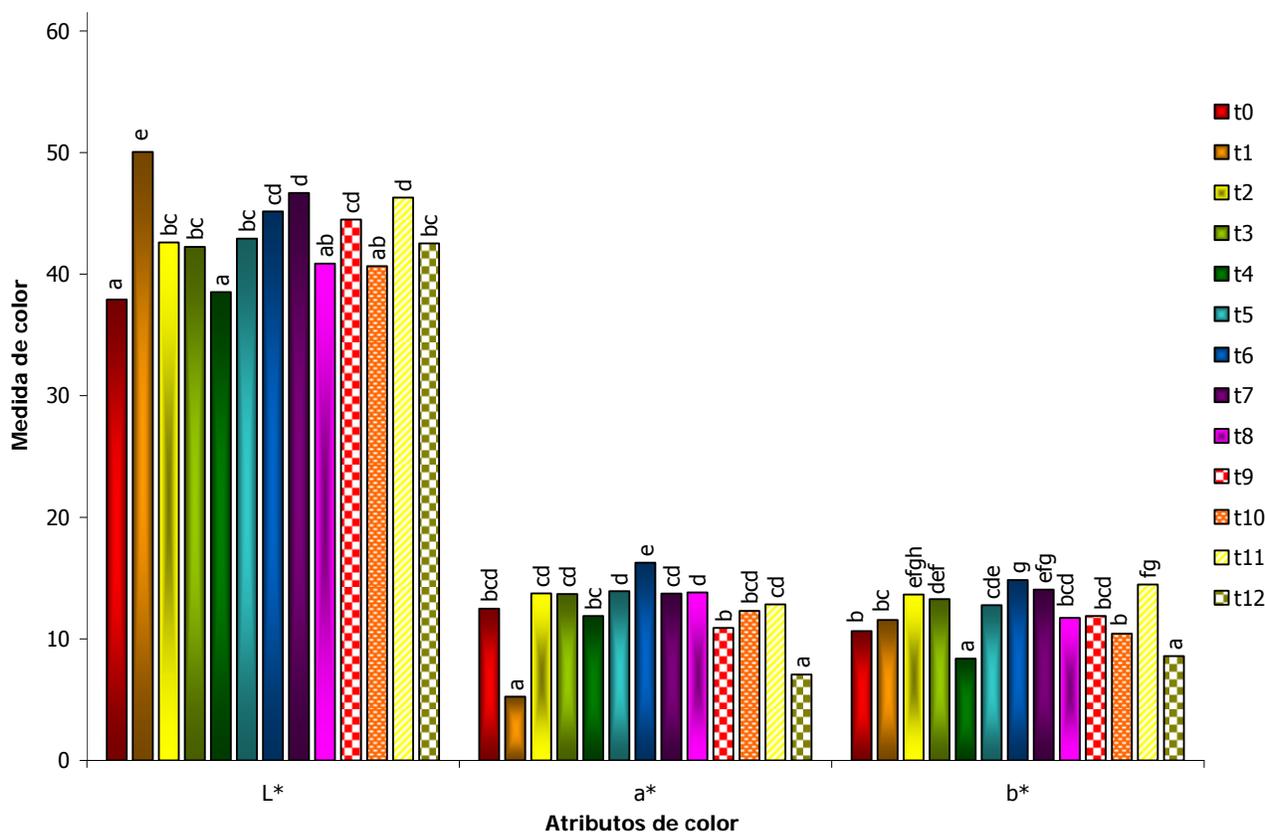


Figura 6.48 Atributos de color L*a*b* evaluados en carne de bovino, corte: chambarete

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados de cada barra son un promedio de 12 réplicas

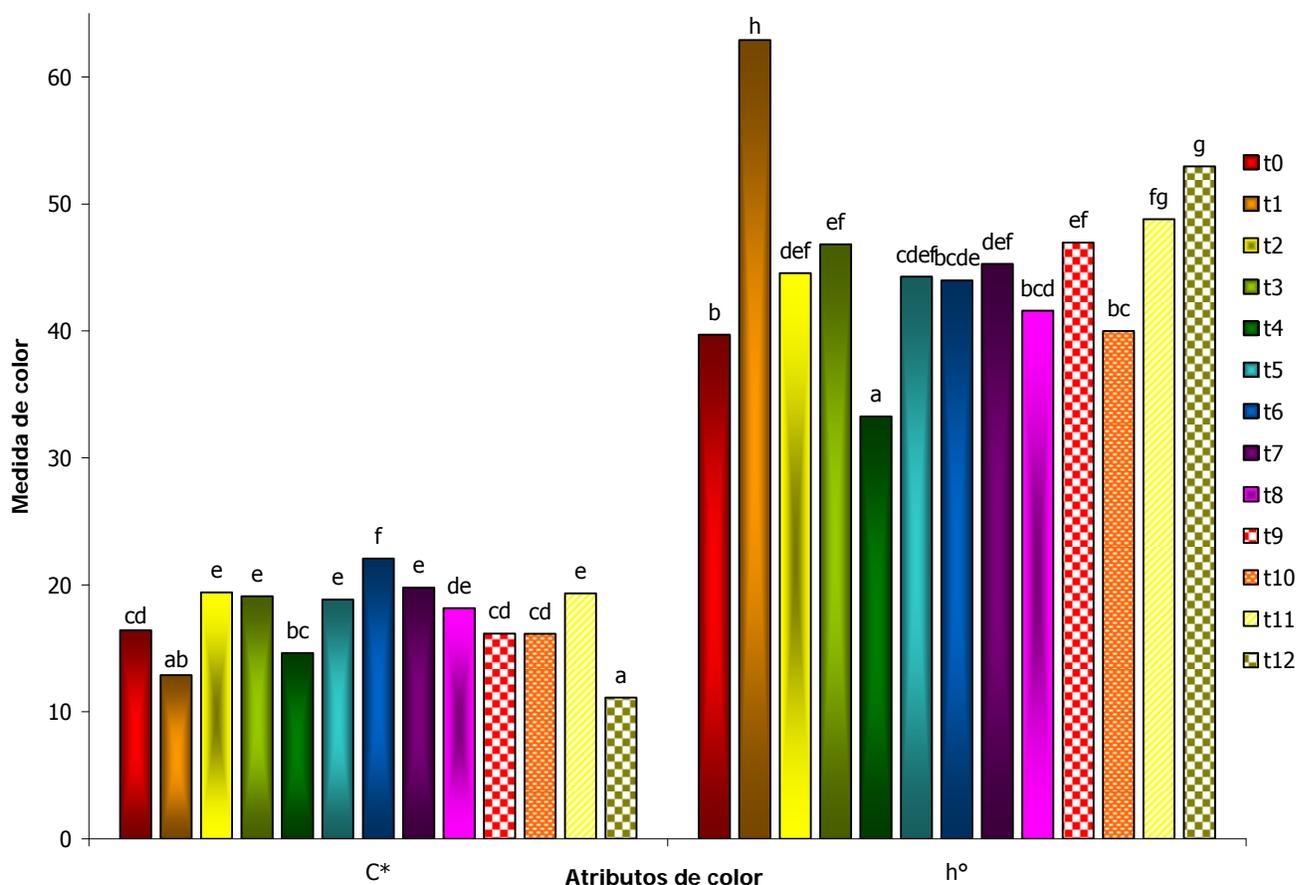


Figura 6.49 Atributos de color C*h° evaluados en carne de bovino, corte: chambarete

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados de cada barra son un promedio de 12 réplicas

6.4.4 Evaluación Instrumental de color. Discusión

Como ya se ha mencionado anteriormente el color de la carne es uno de los atributos más valorados por el consumidor en el momento de la compra, hasta el punto de ser considerado como uno de los criterios preferenciales para el consumidor.

El consumidor en general prefiere carne de color rojo brillante, mientras que rechaza la de color apagado o pardo. No obstante, en la aceptación del color influyen factores geográficos, sociales, culturales, por lo que la generalización en este parámetro es compleja.

Según Honikel (1998), existen tres fuentes en la variación del color de la carne. La primera, de tipo intrínseco, es el contenido en pigmentos del músculo, el cual depende de factores de producción tales como la especie, edad y régimen nutricional; la segunda fuente se refiere a las condiciones de manejo en los periodos pre sacrificio, sacrificio y postsacrificio, por la influencia en el pH y en

la temperatura; la tercera, está relacionada con el tiempo de almacenamiento y con los procesos de oxigenación y oxidación. Junto a estas fuentes de variación del color de la carne, otro de los factores que influye es el instrumento de medida y las condiciones en que ésta se realiza. Esto tiene gran importancia a la hora de comparar resultados (Honikel, 1998).

6.5 Correlación de las evaluaciones para los cortes de alto precio

6.5.1 Correlación de los atributos sensoriales

La Tabla 6.43 se muestra la matriz de correlación entre los atributos sensoriales de apariencia y textura para la carne cruda, independientemente del corte. Se puede ver que se encontró una correlación de más del 70% entre varios atributos (valores marcados en rojo).

Se encontró correlación entre el color y el olor (0.70), es decir, que los panelistas interpretaron que a un mayor color existía mayor olor en la carne. Es importante observar que esta correlación se dio al final del estudio y al principio del mismo.

La grasa superficial se correlacionó con la grasa intramuscular, al principio del estudio la correlación fue más alta (0.82) que al final del mismo (0.72), sin embargo. Así mismo, se encontró correlación de este atributo con los atributos de contenido de nervio (0.76) y jugosidad (0.87) al principio del estudio, es decir, al existir grasa superficial, el contenido de nervio y jugosidad se percibieron de una manera más intensa. Finalmente con el atributo de cohesividad se encontró correlación al final del estudio (0.85) con la grasa superficial.

Se encontró una alta correlación entre el atributo de grasa intramuscular con el contenido de nervio, esta correlación estuvo presente desde el inicio del proyecto (0.92) y hasta el final del mismo (0.72). Es importante destacar que estos atributos fueron con los que más problemas se enfrentaron los panelistas al momento de evaluar, sin embargo, al realizar la matriz de correlación se puede observar que ambos atributos están muy relacionados entre sí. El atributo de grasa intramuscular también tuvo relación con el atributo de jugosidad, aunque al final de proyecto esta relación ya no existe.

Para la apariencia de jugosidad se encontró una correlación alta con el brillo, esta relación se mantuvo igual durante todo el proyecto (0.91-0.92), hay que recordar que la manera de evaluar ambos atributos también estuvo relacionada, es decir, se definió jugosidad como seco y

húmedo, en donde seco se refería a una carne que no presentaba humedad superficial. Cuando un corte era muy húmedo se reflejaba mayor cantidad de luz, de ahí la correlación tan alta en estos atributos. También se encontró correlación entre la jugosidad y el brillo (atributos de apariencia) con el olor, la dureza y la jugosidad (atributos de textura), lo que indica que a una mayor jugosidad y brillo; el olor, la dureza y la jugosidad fueron percibidos de manera más intensa.

El contenido de nervio, además de las correlaciones mencionadas anteriormente, también se correlacionó con el olor (0.79) y la jugosidad (atributo de textura, 0.75) al inicio del estudio y con la dureza (0.73) al final del mismo, es decir, en un principio los panelistas encontraban que al existir contenido de nervio, la intensidad de olor y la jugosidad se percibieron como más intensos.

Los atributos de cohesividad y fibrosidad estuvieron altamente correlacionados entre ellos. La apariencia fibrosa de la carne estuvo relacionada muy fuertemente con la textura fibrosa de la misma.

El olor, además de las correlaciones mencionadas anteriormente, se correlacionó con la dureza (0.71) al final del estudio, con la cohesividad y la fibrosidad durante todo el estudio, y con la jugosidad al principio del estudio.

Tabla 6.43 Matriz de correlación entre los atributos de Apariencia y Textura para carne cruda

		Atributo												
		Apariencia Cruda							Textura Cruda					
		Homogeneidad	Color	Grasa sup.	Grasa int.	Jugosidad	Brillo	Cont. Nervio	Fibrosidad	Olor	Dureza	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad
Homogeneidad	t0													
	t12													
Color	t0	0.50												
	t12	-0.06												
Grasa sup.	t0	-0.26	-0.29											
	t12	0.00	0.46											
Grasa int.	t0	-0.13	0.35	0.82										
	t12	-0.07	0.60	0.72										
Jugosidad A	t0	0.06	0.21	0.63	0.67									
	t12	0.15	0.56	0.51	0.61									
Brillo	t0	0.17	0.26	0.64	0.69	0.91								
	t12	0.24	0.60	0.57	0.66	0.92								
Cont. Nervio	t0	-0.15	0.44	0.76	0.92	0.60	0.61							
	t12	-0.47	0.51	0.48	0.72	0.59	0.58							
Fibrosidad A	t0	0.58	0.44	0.39	0.30	0.34	0.49	0.35						
	t12	0.51	0.40	0.68	0.59	0.41	0.56	0.18						
Olor	t0	0.27	0.58	0.67	0.79	0.70	0.75	0.79	0.64					
	t12	0.09	0.70	0.68	0.75	0.75	0.81	0.69	0.69					
Dureza	t0	0.39	0.42	0.28	0.53	0.77	0.80	0.46	0.31	0.60				
	t12	0.00	0.50	0.38	0.65	0.85	0.77	0.73	0.33	0.71				
Cohesividad	t0	0.44	0.48	0.33	0.54	0.67	0.75	0.48	0.57	0.70	0.75			
	t12	0.13	0.57	0.85	0.58	0.59	0.70	0.57	0.77	0.79	0.57			
Fibrosidad T	t0	0.46	0.48	0.56	0.56	0.54	0.67	0.56	0.85	0.76	0.53	0.61		
	t12	0.50	0.36	0.66	0.53	0.58	0.67	0.22	0.89	0.74	0.47	0.73		
Jugosidad T	t0	-0.30	0.12	0.87	0.81	0.72	0.72	0.75	0.33	0.71	0.33	0.41	0.48	
	t12	0.58	0.43	0.12	0.34	0.71	0.74	0.27	0.45	0.61	0.67	0.38	0.55	

En la Tabla 6.44 se muestran las correlaciones entre los atributos de apariencia y textura en carne cocida. Al igual que las correlaciones para los atributos de apariencia y textura en carne cruda se obtuvieron correlaciones mayores al 70% (0.7).

Existió correlación del atributo de color con los atributos de jugosidad (0.79 – 0.83) y brillo (0.74 – 0.86), aumentando esta correlación al final del estudio, e indicando que al aumentar la intensidad de color los panelistas percibieron una mayor jugosidad y brillo. Se encontró también correlación del color con la dureza al final del estudio (0.83) y con el sabor en un inicio (0.73).

En contraste con la correlación de atributos de apariencia y textura en carne cruda, el atributo de grasa superficial en carne cocida tuvo únicamente correlación con los atributos grasa intramuscular (0.91), jugosidad (0.85), brillo (0.76), contenido de nervio (0.72) y dureza (0.73), únicamente al final del estudio, el aumento de estas correlaciones entre estos atributos fue importante a lo largo del estudio; sobre todo para el atributo de dureza en donde se pudo observar que en un principio no existía prácticamente correlación en estos atributos (0.08) y al final del estudio aumento nueve veces, es decir, al final del estudio a mayor grasa superficial se percibió una mayor dureza en la carne cocida.

La grasa intramuscular se correlacionó con la jugosidad (0.79) únicamente al final del estudio y con el contenido de nervio en todo el estudio, a una mayor cantidad de grasa intramuscular se percibió una mayor cantidad de nervio.

La jugosidad tuvo una correlación constante a lo largo de todo el estudio con el brillo, como ya se ha mencionado tiene relación con la manera de evaluar de ambos atributos, y al igual que en la carne cruda, en la carne cocida esta correlación se mantuvo y fue muy alta. Existió además, correlación durante todo el estudio con el atributo de olor (0.71), los panelistas percibían una intensidad mayor de olor si la jugosidad también era alta. También se observa relación con el atributo de fibrosidad tanto en apariencia como en textura, para la fibrosidad en apariencia, el valor al principio del estudio fue alto (0.73), y disminuyó al final del mismo (0.30), pero para el atributo de fibrosidad en textura ocurre lo contrario, se tiene un valor bajo al inicio del estudio (0.57) y aumenta al final (0.72). En un principio se observó correlación entre la jugosidad en apariencia con la jugosidad en textura y el sabor, esta correlación disminuye al finalizar el

estudio, esto debido probablemente a que la carne sufrió pérdida de agua por quemaduras debidas a la congelación.

Para el atributo de brillo, se encontró correlación en un inicio con los atributos de fibrosidad en apariencia (0.79), jugosidad (0.78) y sabor (0.72), es decir, al ser la carne más brillante entonces se percibió más fibrosa, más jugosa y con un sabor más intenso. Por el contrario en los atributos de dureza y olor la correlación se observó al final del estudio, siendo una carne más dura y con un olor más intenso.

Finalmente, dentro de los atributos de apariencia, se encontró correlación para el atributo de fibrosidad con la masticabilidad (0.70), la cohesividad (0.80), la jugosidad (0.82) y el sabor (0.79), a una mayor fibrosidad la carne se percibía más cohesiva, más jugosa y con un sabor más intenso.

Tabla 6.44 Matriz de correlación entre los atributos de Apariencia y Textura para carne cruda

		Atributo											
		Apariencia Cruda						Textura Cruda					
		Homogeneidad	Color	Grasa sup.	Grasa int.	Jugosidad	Brillo	Cont. Nervio	Fibrosidad	Olor	Dureza	Cohesividad	Fibrosidad
Homogeneidad	t0												
	t12												
Color	t0	0.50											
	t12	-0.06											
Grasa sup.	t0	-0.26	-0.29										
	t12	0.00	0.46										
Grasa int.	t0	-0.13	0.35	0.82									
	t12	-0.07	0.60	0.72									
Jugosidad A	t0	0.06	0.21	0.63	0.67								
	t12	0.15	0.56	0.51	0.61								
Brillo	t0	0.17	0.26	0.64	0.69	0.91							
	t12	0.24	0.60	0.57	0.66	0.92							
Cont. Nervio	t0	-0.15	0.44	0.76	0.92	0.60	0.61						
	t12	-0.47	0.51	0.48	0.72	0.59	0.58						
Fibrosidad A	t0	0.58	0.44	0.39	0.30	0.34	0.49	0.35					
	t12	0.51	0.40	0.68	0.59	0.41	0.56	0.18					
Olor	t0	0.27	0.58	0.67	0.79	0.70	0.75	0.79	0.64				
	t12	0.09	0.70	0.68	0.75	0.75	0.81	0.69	0.69				
Dureza	t0	0.39	0.42	0.28	0.53	0.77	0.80	0.46	0.31	0.60			
	t12	0.00	0.50	0.38	0.65	0.85	0.77	0.73	0.33	0.71			
Cohesividad	t0	0.44	0.48	0.33	0.54	0.67	0.75	0.48	0.57	0.70	0.75		
	t12	0.13	0.57	0.85	0.58	0.59	0.70	0.57	0.77	0.79	0.57		
Fibrosidad T	t0	0.46	0.48	0.56	0.56	0.54	0.67	0.56	0.85	0.76	0.53	0.61	
	t12	0.50	0.36	0.66	0.53	0.58	0.67	0.22	0.89	0.74	0.47	0.73	
Jugosidad T	t0	-0.30	0.12	0.87	0.81	0.72	0.72	0.75	0.33	0.71	0.33	0.41	0.48
	t12	0.58	0.43	0.12	0.34	0.71	0.74	0.27	0.45	0.61	0.67	0.38	0.55

6.5.2 Correlación de la evaluación instrumental de color con la evaluación sensorial de color

En la Tabla 6.45, se muestran las correlaciones por corte entre la evaluación instrumental de color y la evaluación sensorial de color. Como se puede observar, las correlaciones existentes entre la evaluación sensorial y la de color fueron muy altas (arriba del 80%) para todos los cortes evaluados. Indicando que tanto los panelistas como el colorímetro evaluaron de una manera similar.

Tabla 6.45 Matriz de correlación entre las evaluaciones instrumentales y sensoriales de color

Milanesa		L*	a*	b*	C*	h°
sensorial	t0	0.90	0.94	0.91	0.87	0.86
	t12	0.93	0.82	0.89	0.87	0.84
Cuete						
sensorial	t0	0.85	0.83	0.86	0.85	0.91
	t12	0.89	0.91	0.91	0.93	0.80
Filete						
sensorial	t0	0.95	0.94	0.92	0.93	0.94
	t12	0.98	0.88	0.94	0.89	0.95
Sirloin						
sensorial	t0	0.98	0.97	0.91	0.92	0.94
	t12	0.96	0.88	0.95	0.93	0.97
Chambarete						
sensorial	t0	0.91	0.92	0.83	0.89	0.95
	t12	0.82	0.93	0.87	0.91	0.94

6.6 Cortes de alto consumo

6.6.1 Estudio de las características sensoriales

Los cortes que se decidió estudiar fueron falda y espaldilla por ser cortes de alto consumo y bajo precio y a que en estudios previos se encontró que estaban entre los preferidos por los consumidores de la Ciudad de México. En este mismo estudio se encontró que las características de mayor importancia fueron las sensoriales, no encontrando diferencia estadísticamente significativa entre ellas, es decir, que el consumidor las considera igual de importantes, le siguen la limpieza del lugar de venta y la textura que presente la carne, el sabor de la carne que presento diferencia estadísticamente significativa con todas las demás características, el tamaño, el precio, la disponibilidad y la cercanía del lugar de venta sin encontrarse diferencia estadísticamente significativa entre estas últimas. De los cortes de res que más **gustaron** se encuentra la bola y el costillar, seguidos de la falda, lomo, sirloin, aguaron, espaldilla, cuete, agujas, t-bone y pulpa, por último están la pancita, el pecho y el pescuezo. La bola (este corte

decidió estudiarse en el apartado de alto precio pero como milanesa) es el corte más **consumido** seguido de falda y espaldilla (Escamilla, 2006).

Los resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cruda y cocida se encuentran en las Tabla 6.46 y 6.47 respectivamente; se realizaron las evaluaciones con carne fresca ya que al ser cortes de alto consumo normalmente no son almacenados en congelación.

No existió diferencia estadísticamente significativa entre estos cortes en los atributos de grasa superficial e intramuscular, jugosidad, brillo y contenido de nervio, sin embargo, sí la hay en la homogeneidad, el color y la fibrosidad; siendo la falda la que presenta una mayor intensidad en estos atributos.

Tabla 6.46 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cruda para cortes de alto consumo

	Homogeneidad	Color	Grasa Sup.	Grasa Intr.	Jugosidad	Brillo	Cont Nervio	Fibrosidad
falda	5.9 ± 0.7 ^b	6.0 ± 0.7 ^b	2.9 ± 0.9 ^a	2.4 ± 0.8 ^a	5.1 ± 1.0 ^a	4.6 ± 1.2 ^a	2.6 ± 0.8 ^a	5.7 ± 1.1 ^b
espaldilla	4.8 ± 1.4 ^a	4.8 ± 1.2 ^a	3.2 ± 1.3 ^a	2.6 ± 1.3 ^a	5.0 ± 1.3 ^a	5.0 ± 0.9 ^a	2.9 ± 1.0 ^a	4.8 ± 1.2 ^a

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

En la Figura 6.50 se puede apreciar que el perfil de ambos cortes difiere en los atributos de fibrosidad, homogeneidad y color, siendo la falda la que sobresale, sin embargo en el resto de los atributos el perfil de ambos cortes es muy similar.

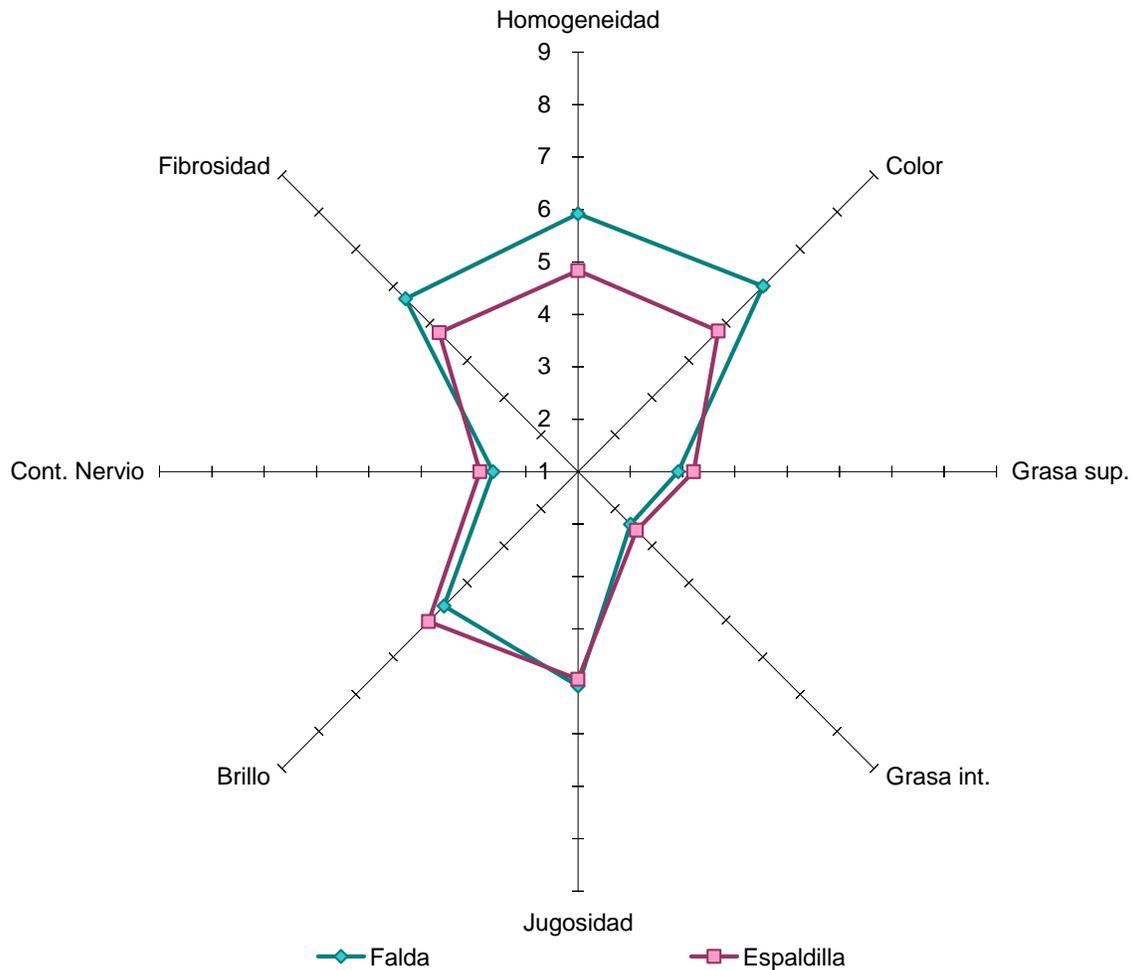


Figura 6.50 Perfil sensorial de los atributos de apariencia en carne cruda de cortes de alto consumo

Los resultados para la textura en carne cruda están en la Tabla 6.47. De cinco atributos evaluados no se encontró diferencia estadísticamente significativa en dos: intensidad de olor y jugosidad. Para la dureza y la fibrosidad la falda resulto ser el corte más duro y fibroso, pero el menos cohesivo.

Tabla 6.47 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura en carne cruda para cortes de alto consumo

	Intensidad olor	Dureza	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad
falda	4.8 ± 1.6 ^a	4.4 ± 1.1 ^b	3.5 ± 1.4 ^a	5.9 ± 0.8 ^b	2.9 ± 1.4 ^a
espaldilla	5.4 ± 1.1 ^a	3.8 ± 1.2 ^a	4.9 ± 0.9 ^b	4.6 ± 1.8 ^a	3.3 ± 1.5 ^a

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.
Los resultados son un promedio de 12 réplicas

En la Figura 6.51 se observa que la jugosidad y la intensidad de olor fueron evaluados de manera muy similar para ambos cortes, siendo ligeramente menos jugoso y con una intensidad de olor

menor la falda. En la dureza tampoco se observa una diferencia tan grande; sin embargo en la fibrosidad y la cohesividad el perfil de ambos cortes fue diferente.

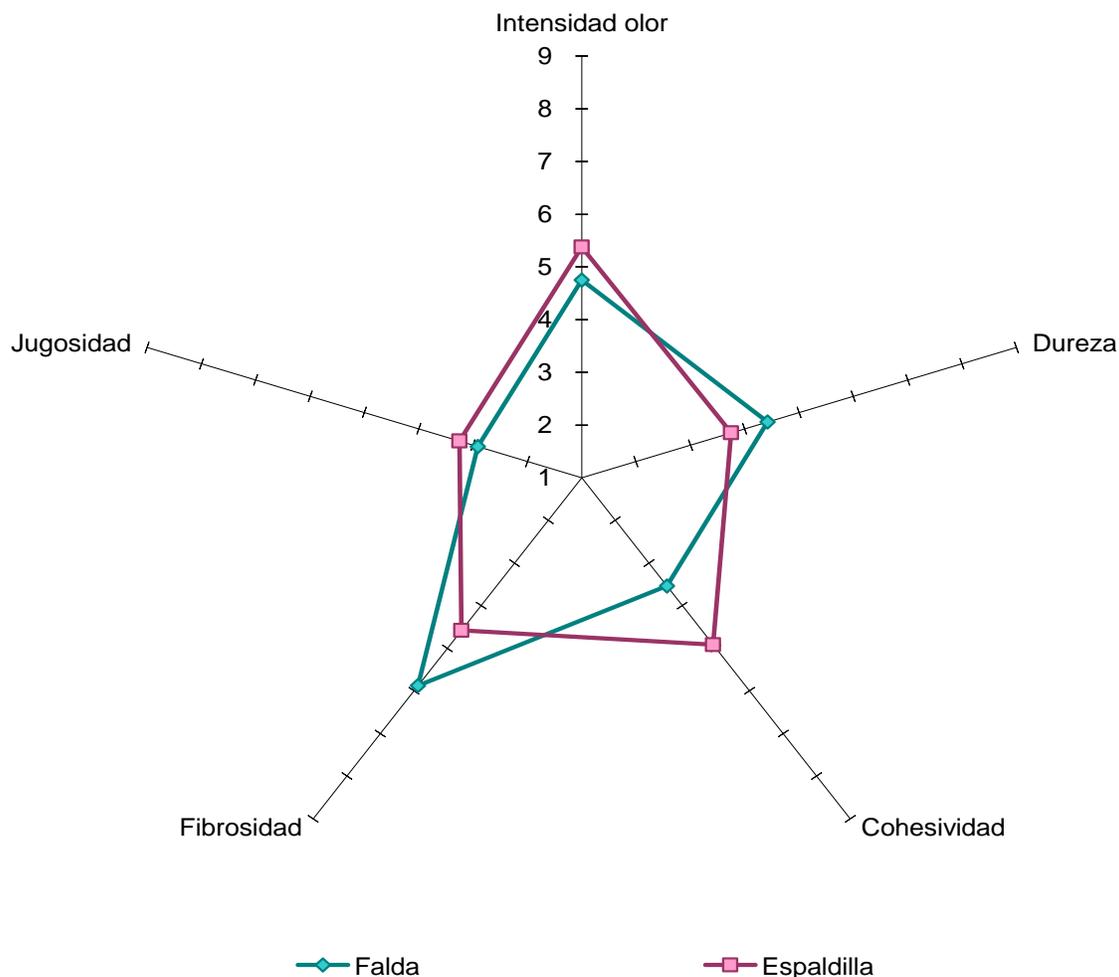


Figura 6.51 Perfil sensorial de los atributos de textura en carne cruda de cortes de alto consumo

Los resultados de la evaluación sensorial de la carne cocida están en la Tabla 6.48. En los atributos de color y grasa superficial no se encontraron diferencias significativas entre los cortes, ambos atributos fueron evaluados con una intensidad baja. Se encontró que la falda tiene una homogeneidad más marcada

Tabla 6.48 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cocida para cortes de alto consumo

	Homogeneidad	Color	Grasa Sup.	Grasa Intr.	Jugosidad	Brillo	Cont Nervio	Fibrosidad
falda	7.1 ± 0.9 ^b	3.1 ± 0.9 ^a	2.0 ± 0.6 ^a	1.3 ± 0.3 ^a	4.8 ± 0.8 ^a	4.5 ± 1.2 ^a	1.8 ± 0.8 ^a	6.4 ± 0.7 ^b
espaldilla	5.0 ± 1.1 ^a	3.5 ± 1.0 ^a	2.9 ± 1.4 ^a	2.8 ± 1.5 ^b	5.5 ± 0.9 ^b	5.4 ± 0.8 ^b	4.1 ± 1.8 ^b	5.6 ± 0.8 ^a

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

En la Figura 6.52 se observa el perfil sensorial de ambos cortes. Como se puede ver ambos perfiles son completamente diferentes; la intensidad de la grasa intramuscular y el contenido de nervio es mínimo en la falda, sin embargo la intensidad de la homogeneidad fue alta. La espaldilla sobresale en los atributos de contenido de nervio, brillo, jugosidad, grasa intramuscular y superficial. Al comparar este perfil con el de la carne cruda se observa que la cocción modificó totalmente el perfil de ambas muestras.

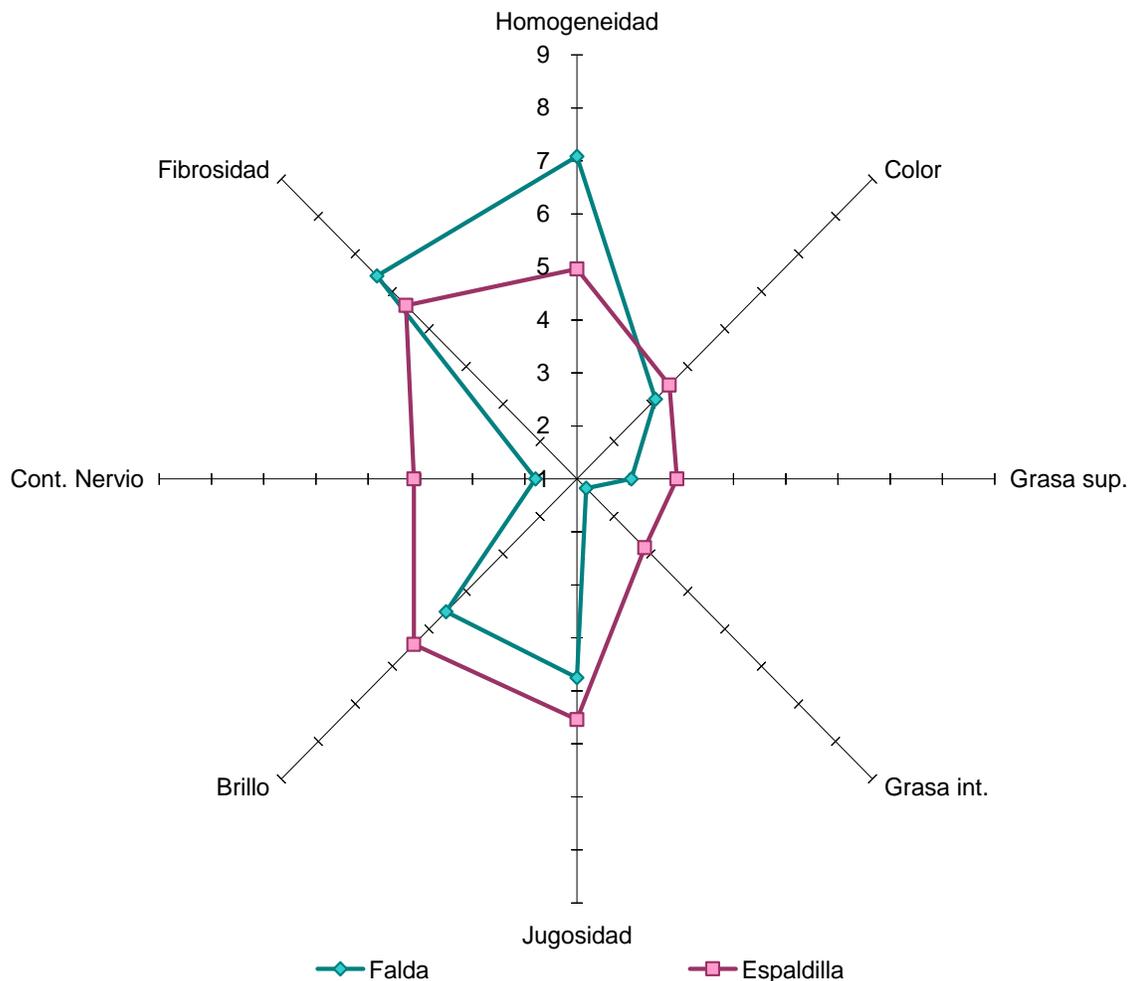


Figura 6.52 Perfil sensorial de los atributos de apariencia en carne cocida de cortes de alto consumo

Finalmente para los atributos de dureza, jugosidad y olor de textura en carne cocida no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. En los atributos de masticabilidad, cohesividad y sabor, la espaldilla fue evaluada de manera más intensa.

Tabla 6.49 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura, sabor y olor en carne cocida para cortes de alto consumo

	Dureza	Masticabilidad	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad	Sabor	Olor
falda	3.9 ± 0.7	4.8 ± 0.9	3.3 ± 1.0	5.4 ± 1.8	4.0 ± 1.0	4.3 ± 1.2	5.5 ± 1.4
espaldilla	3.1 ± 1.0	4.8 ± 1.5	3.9 ± 1.1	4.8 ± 1.3	4.2 ± 1.2	5.2 ± 0.8	6.0 ± 0.9

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.
 Los resultados son un promedio de 12 réplicas

En la Figura 6.53 se observan los perfiles de ambos cortes, a pesar de haber encontrado diferencias estadísticamente significativas los perfiles no son tan diferentes, siendo muy similares en los atributos de masticabilidad y jugosidad.

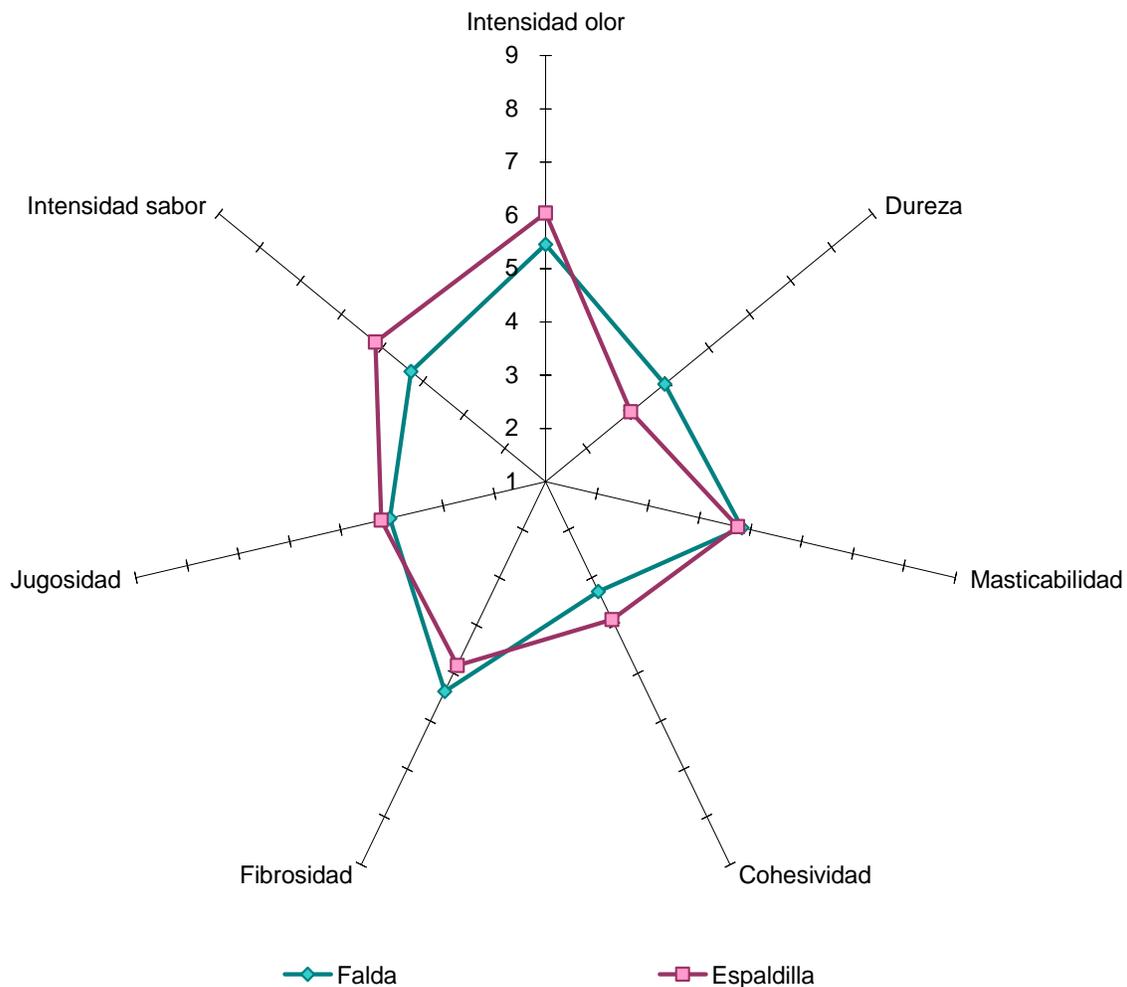


Figura 6.53 Perfil sensorial de los atributos de textura en carne cocida de cortes de alto consumo

6.6.2 Evaluación Instrumental de color

Al realizar el análisis estadístico de la evaluación instrumental de color se observa que los cortes son oscuros ya que presenta valores de L* del orden de 40, mostrando ambos cortes diferencia estadísticamente significativa en este atributo, en los valores de a* y b*, la falda presento un valor más bajo que la espaldilla, hablando de un color menos rojo y oscuro; mientras que la espaldilla presenta valores más altos en estos atributos y también en la saturación, hablando de un corte con una tonalidad más roja y más intensa.

Los valores de los atributos L* y a* encontrados en este estudio para la falda y espaldilla fueron muy parecidos a los encontrados en la literatura (Tabla 6.50, Figura 6.54), sin embargo para los atributos de b*, C* y h° se encontraron en las muestras de este estudio valores más altos, hablando de un corte más intenso y hacia tonos más amarillos.

Tabla 6.50 Resultados de la evaluación instrumental de color en cortes de alto consumo

	L*	a*	b*	C*	h°
falda	46.84 ± 1.11 ^b	11.86 ± 1.61 ^a	13.77 ± 1.05 ^a	18.26 ± 1.83 ^a	49.02 ± 2.38 ^b
espaldilla	42.90 ± 1.50 ^a	16.80 ± 2.14 ^b	14.44 ± 1.06 ^a	22.19 ± 1.98 ^b	40.85 ± 3.57 ^a

Espaldilla					
	CIE L*a*b*				
Tienda	L*	a*	b*	C*	h
Bodega Aurrera	36.81 ^a	9.41 ^a	5.87 ^a	11.09 ^a	31.95 ^a
Superama	39.94 ^b	12.78 ^b	9.25 ^b	15.79 ^b	36.00 ^b
Wal Mart	45.62 ^c	14.35 ^b	12.33 ^c	18.92 ^b	40.69 ^c
Falda					
	CIE L*a*b*				
Tienda	L*	a*	b*	C*	h
Bodega Aurrera	45.65 ^c	9.46 ^a	9.07 ^b	13.11 ^b	43.84 ^c
Superama	37.20 ^a	8.64 ^a	4.87 ^a	9.92 ^a	29.38 ^a
Wal Mart	39.47 ^b	13.35 ^b	10.60 ^c	17.05 ^c	38.51 ^b

a, b, c= Características con distintos superíndices indican diferencia estadísticamente significativa

Figura 6.54 Valores numéricos de atributos de color en carne de res (Escamilla, 2006)

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se logró el entrenamiento de un panel descriptivo conformado por catorce panelistas, 5 hombres y 9 mujeres, con edades entre 20 y 25 años.

Así mismo, se planteó una metodología de análisis descriptivo basada en el QDA y TPA para llevar a cabo el análisis sensorial de cortes de bovino de alto precio y alto consumo.

Se generaron 15 descriptores para la evaluación sensorial de los cortes de bovino. Dividiéndose en:

- Apariencia Cruda y cocida: homogeneidad, color, grasa superficial, grasa intramuscular, jugosidad, brillo, contenido de nervio y fibrosidad.
- Textura Cruda: Intensidad de olor, dureza, cohesividad, fibrosidad y jugosidad
- Textura Cocida: Intensidad de olor, dureza, cohesividad, fibrosidad, jugosidad, masticabilidad e intensidad de sabor

Los atributos evaluados permitieron generar el perfil sensorial de los 5 cortes estudiados al tiempo cero y después de 12 semanas de congelación, encontrándose diferencias estadísticamente significativas, entre cortes por atributo. Cada corte evaluado presentó un perfil sensorial diferente que permitió diferenciar los distintos cortes, lo que dependiendo del tipo de músculo presente, confiere diferencias en fibrosidad, dureza, masticabilidad, etc.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los atributos de cohesividad y fibrosidad en ninguno de los tiempos para ningún corte, tanto para carne cocida como para carne cruda, es decir, los cortes evaluados presentan la misma cohesividad y fibrosidad en congelación y refrigeración por un periodo de tres meses. Así mismo, los perfiles de los atributos de jugosidad e intensidad de sabor y olor para los distintos cortes no se vieron modificados de manera significativa a lo largo del estudio.

Milanesa

A lo largo de todo el estudio, este corte resultó ser el más suave. Esta misma característica sensorial prevaleció al tiempo cero, en cada uno de los tiempos de evaluación y al final del trabajo.

Cuete

Resultó ser el segundo corte más duro y más homogéneo, y de coloración intensa; tanto en carne cruda como cocida. Los atributos como grasa superficial e intramuscular presentaron intensidades bajas, así como el contenido de nervio.

Filete

Fue el corte más homogéneo de los cinco evaluados, por lo mismo, presentó menor cantidad de grasa superficial e intramuscular. Al evaluar la textura cruda y cocida de este corte se encontraron valores medios para todos los atributos en las doce semanas de evaluación.

Sirloin

Este corte fue el que presentó menor intensidad de olor y una alta homogeneidad.

Chambarete

El chambarete fue evaluado en la apariencia cruda, de manera baja en el atributo de fibrosidad, de forma media en los atributos de homogeneidad, grasa superficial e intramuscular y contenido de nervio, y con intensidad alta en el atributo de jugosidad, color y brillo. En la apariencia y textura cocida, así como en la textura cruda todos los atributos fueron evaluados con intensidad media, excepto en el contenido de nervio, donde los jueces dieron valores altos.

Aportaciones

El presente trabajo aportará parte de las bases para el macroproyecto "Productividad sostenible de los hatos de cría de pastoreo. Área alimentos: calidad inocuidad y desarrollo de productos cárnicos", al haberse generado los perfiles sensoriales para cinco cortes de alto consumo en refrigeración y congelación, así, al implementar la metodología sensorial y generar los perfiles para dichos cortes conservados a altas presiones se podrá realizar la comparación de los mismos.

Recomendaciones

El autor de este trabajo recomienda realizar un estudio factorial con 10 animales diferentes, de la misma raza, edad y sexo evaluando los cinco cortes para controlar la variabilidad por animal, para garantizar que los cambios que se observen sean debidos al tipo de almacenamiento (refrigeración o congelación) y no a la variabilidad que presenta la carne de diferentes animales debidos a la raza, sexo o a la edad de los mismos.

Sería importante realizar el Perfil de Textura Instrumental (TPA), para correlacionar la evaluación instrumental y sensorial, ya que los atributos de textura son importantes en este tipo de matrices (carne).

8. ANEXOS

ENCUESTA GENERAL PARA LA SELECCIÓN DE MIEMBROS DE UN PANEL DE CATADORES ENTRENADOS

Por favor, conteste verazmente las preguntas que se le presentan a continuación:

1.- DATOS PERSONALES

Fecha: _____

Nombre: _____ Edad: _____ Sexo: _____

Teléfono o lugar de contacto: _____

Correo electrónico: _____

2.- HÁBITOS DE CONSUMO

Horario habitual de comidas:

Desayuno: _____ a.m.

Comida: _____ p.m.

Cena: _____ p.m.

¿Fuma? NO _____ SI _____ ¿Cuántos cigarrillos al día? _____

3.- CONSUMO DE CARNES

¿Consume carne de res?

NO _____ SI _____.

¿Con que frecuencia?

Diario _____ 3 vez por semana _____ 1 vez por semana _____ 1 vez por quincena _____
1 vez por mes _____ Otra _____

¿Cómo la consumes? (tacha tu respuesta)

Asada Guisada Adobada A la plancha Otra(s) forma (s) _____

¿Consume carne cerdo?

NO _____ SI _____.

¿Con que frecuencia?

Diario _____ 3 vez por semana _____ 1 vez por semana _____ 1 vez por quincena _____
1 vez por mes _____ Otra _____

¿Consume carne pollo?

NO _____ SI _____.

¿Con que frecuencia?

Diario _____ 3 vez por semana _____ 1 vez por semana _____ 1 vez por quincena _____
1 vez por mes _____ Otra _____

¿Consume carne pescado?

NO _____ SI _____.

¿Con que frecuencia?

Diario _____ 3 vez por semana _____ 1 vez por semana _____ 1 vez por quincena _____
 1 vez por mes _____ Otra _____

¿Consume carne de borrego?

NO _____ SI _____.

¿Con que frecuencia?

Diario _____ 3 vez por semana _____ 1 vez por semana _____ 1 vez por quincena _____
 1 vez por mes _____ Otra _____

2.- SALUD

Padece alguna enfermedad que pueda afectar los sentidos como resfriados, anosmia (perdida del olfato), augeia (no percibe sabores) o daltonismo.

NO _____ SI _____

¿Cuál(es) y con que frecuencia? _____

¿Tienes dentadura postiza?

Total: NO _____ SI _____

Parcial: NO _____ SI _____

¿Es alérgico? a:

Alimentos: NO _____ SI _____ ¿Cual(es)? _____

Medicamentos: NO _____ SI _____ ¿Cual(es)? _____

Otros: NO _____ SI _____ ¿Cual(es)? _____

¿Le disgusta en particular algún alimento como para no participar en su degustación?

NO _____ SI _____ ¿Cual(es)? _____

¿Padece de alguna intolerancia a algún alimento? NO _____ SI _____

¿Cuál(es)? _____

Tiene disponibilidad de tiempo para asistir a las catas los siguientes días. Marque con una cruz el día y horario

Día	Horario
Martes	14:00 – 15:00
Martes	15:00 – 16:00
Miércoles	12:00 – 13:00
Miércoles	13:00 – 14:00
Jueves	11:00 – 12:00
Jueves	12:00 – 13:00
Jueves	13:00 – 14:00



Proyecto: "Evaluación Sensorial de Carne de Bovino"

Evaluación Descriptores de Apariencia

INSTRUCCIONES

Ante usted se presenta una muestra de carne, en ella empezará evaluando la apariencia. Obsérvela cuidadosamente a una distancia aproximada de 30 cm., si es necesario manipule la muestra.

A continuación, para cada caso, evalúe los siguientes atributos empleando la escala propuesta, en donde 5 significa intensidad media del atributo. Gracias

DESCRIPTOR	ESCALA
Homogeneidad	
Color	
Grasa Superficial	
Grasa Intramuscular	
Jugosidad	
Brillo	
Contenido de nervio	
Fibrosidad	

Tabla 1A. Umbrales de cada juez para los distintos gustos

No. Juez	Umbral Salado	Umbral Ácido	Umbral Amargo
1	0.120	0.026	0.028
2	0.088	0.014	0.026
3	0.175	0.024	0.048
4	0.109	0.022	0.026
5	0.131	0.033	0.028
6	0.120	supra	0.048
7	0.166	0.033	0.048
8	0.088	0.024	0.028
9	0.088	0.016	0.019
10	0.077	0.024	0.041
11	0.120	0.018	0.021
12	0.088	0.033	0.048
13	0.120	0.022	0.056
14	0.088	0.026	0.032
15	0.120	0.024	0.028
16	0.109	0.028	0.048
17	0.120	0.022	0.032
18	supra	0.033	0.048
19	0.077	0.060	0.041
20	0.088	supra	0.026
21	0.109	0.020	0.023
22	0.188	0.022	0.041
23	0.109	0.020	0.041
24	0.109	0.060	0.036

Tabla 2A. Evaluaciones preliminares para los atributos de apariencia

		APARIENCIA CRUDA			APARIENCIA COCIDA		
		Promedio	DS	CV	Promedio	DS	CV
Chambarete	Homogeneidad	4.1	1.8	42.7	4.2	2.1	50.1
	Color	5.6	1.6	28.3	2.4	1.0	42.0
	Grasa superficial	3.0	1.9	64.5	3.4	2.6	77.3
	Grasa intramuscular	3.6	2.0	56.2	3.8	2.5	66.4
	Jugosidad	5.8	1.9	32.7	6.0	1.2	19.5
	Brillo	6.0	1.4	23.3	5.9	1.6	27.6
	Cont. Nervio	4.7	2.3	48.2	5.4	1.7	30.5
	Fibrosidad	4.7	1.8	39.0	7.0	0.8	11.9
Cuete	Homogeneidad	7.1	1.0	14.4	7.1	1.0	14.4
	Color	5.1	1.4	28.0	5.1	1.4	28.0
	Grasa superficial	2.2	1.3	60.5	2.2	1.3	60.5
	Grasa intramuscular	1.6	1.2	78.8	1.6	1.2	78.8
	Jugosidad	5.9	1.0	17.7	5.9	1.0	17.7
	Brillo	6.1	1.5	24.6	6.1	1.5	24.6
	Cont. Nervio	2.1	1.7	81.6	2.1	1.7	81.6
	Fibrosidad	3.1	0.8	24.5	3.1	0.8	24.5
Filete	Homogeneidad	8.0	1.5	18.0	7.8	1.1	14.7
	Color	6.4	1.1	17.4	2.8	1.0	36.8
	Grasa superficial	1.2	0.6	51.2	1.3	1.0	79.8

	Grasa intramuscular	1.6	1.6	96.4	1.0	0.9	84.5
	Jugosidad	6.9	1.1	16.3	5.2	1.6	30.8
	Brillo	6.7	1.1	16.8	5.3	1.6	30.6
	Cont. Nervio	1.3	1.1	83.4	3.2	2.1	65.1
	Fibrosidad	5.2	1.3	24.2	6.7	0.9	13.1
Milanesa	Homogeneidad	6.2	1.4	22.5	8.2	0.8	10.0
	Color	5.5	1.0	17.5	3.7	1.9	50.5
	Grasa superficial	1.3	0.6	47.5	1.1	0.7	61.8
	Grasa intramuscular	2.0	1.0	50.0	1.5	1.3	85.2
	Jugosidad	6.4	0.9	13.2	5.9	1.6	27.3
	Brillo	6.2	1.1	16.9	5.8	1.6	27.9
	Cont. Nervio	3.0	2.2	74.1	2.1	1.6	73.5
	Fibrosidad	5.1	0.9	18.5	6.2	0.8	13.7
Sirloin	Homogeneidad	6.8	1.4	20.1	6.3	1.3	21.5
	Color	5.2	1.2	23.6	3.5	1.2	35.0
	Grasa superficial	1.7	1.0	58.4	2.0	3.6	55.0
	Grasa intramuscular	1.6	0.9	56.2	1.3	0.8	57.4
	Jugosidad	6.5	1.2	17.8	5.9	1.6	27.1
	Brillo	6.5	1.1	17.2	6.1	2.0	32.3
	Cont. Nervio	1.8	0.7	37.3	3.1	2.3	75.9
	Fibrosidad	4.3	1.8	42.7	5.0	1.4	28.9
Bola	Homogeneidad	7.6	0.9	12.1	7.9	0.8	10.0
	Color	5.5	1.6	28.9	3.2	1.6	50.0
	Grasa superficial	1.1	0.3	31.6	1.3	0.7	50.6
	Grasa intramuscular	1.5	1.1	75.1	1.3	1.0	78.1
	Jugosidad	6.0	0.9	14.5	5.5	1.5	28.0
	Brillo	5.7	1.2	21.2	5.2	2.0	37.8
	Cont. Nervio	2.2	2.1	94.0	1.6	1.1	65.8
	Fibrosidad	3.4	1.6	46.7	5.3	1.3	24.3
Falda	Homogeneidad	5.0	1.8	35.8	7.7	0.6	7.8
	Color	5.5	0.8	15.2	3.1	1.6	50.5
	Grasa superficial	2.4	1.7	71.4	1.1	0.5	45.4
	Grasa intramuscular	3.2	2.0	62.2	1.2	0.4	37.0
	Jugosidad	6.3	1.0	15.9	6.6	0.9	14.2
	Brillo	5.9	1.3	22.0	6.5	0.9	13.2
	Cont. Nervio	3.4	2.1	61.5	1.4	1.2	85.9
	Fibrosidad	6.1	1.2	20.4	6.8	1.2	17.0
Espaldilla	Homogeneidad	4.9	1.7	33.9	5.1	1.4	28.4
	Color	4.9	1.5	31.3	3.6	1.4	38.4
	Grasa superficial	3.3	1.7	50.7	2.9	1.6	54.9
	Grasa intramuscular	2.7	1.5	57.5	3.0	1.9	64.2
	Jugosidad	4.8	1.7	36.5	5.5	1.3	23.5
	Brillo	5.0	1.5	30.2	5.3	1.6	29.4
	Cont. Nervio	2.8	1.2	42.7	4.1	2.2	52.1
	Fibrosidad	4.8	1.6	33.9	5.6	1.0	17.5

Tabla 3A. Evaluaciones preliminares para los atributos de textura

Corte	Descriptor	TEXTURA CRUDA			TEXTURA COCIDA		
		Promedio	DS	CV	Promedio	DS	CV
Chambarete	Olor	5.0	1.9	38.9	5.8	1.8	31.6
	Dureza	4.2	0.9	21.1	2.1	1.0	42.0
	Cohesividad	6.1	1.3	22.1	2.8	1.5	53.0

	Fibrosidad	4.6	2.0	43.1	4.3	1.9	43.4
	Jugosidad	5.1	1.9	36.8	5.5	1.5	28.3
	Masticabilidad				3.6	1.7	47.7
	Sabor				5.6	2.0	36.2
Cuete	Olor	6.3	1.6	25.1	5.7	1.9	33.2
	Dureza	5.3	1.6	31.4	2.6	1.0	37.3
	Cohesividad	3.9	1.5	39.2	3.1	1.8	56.0
	Fibrosidad	3.2	0.7	21.5	3.9	1.8	44.6
	Jugosidad	6.3	1.8	29.0	3.3	1.9	58.6
	Masticabilidad				3.9	1.1	29.4
	Sabor				4.1	1.5	35.5
Filete	Olor	4.3	1.4	33.7	5.2	1.7	32.1
	Dureza	4.8	1.5	30.8	4.4	1.2	27.0
	Cohesividad	4.7	2.1	43.5	3.6	2.0	54.8
	Fibrosidad	5.6	1.3	23.8	4.8	1.7	36.2
	Jugosidad	5.6	1.9	33.3	3.8	1.7	43.4
	Masticabilidad				4.6	1.2	27.0
	Sabor				4.7	2.0	42.8
Milanesa	Olor	6.1	1.3	21.1	6.4	1.4	21.9
	Dureza	3.5	1.2	34.4	2.7	0.9	32.4
	Cohesividad	4.2	1.4	32.7	3.6	1.6	45.6
	Fibrosidad	5.3	1.2	22.6	4.5	2.0	44.4
	Jugosidad	5.7	1.4	24.1	5.0	1.3	25.4
	Masticabilidad				4.6	1.4	31.5
	Sabor				4.4	1.5	34.1
Sirloin	Olor	5.2	1.4	27.5	5.3	1.6	30.7
	Dureza	3.3	1.4	42.0	3.3	1.8	54.7
	Cohesividad	3.3	1.4	42.5	3.3	1.9	56.8
	Fibrosidad	4.4	1.6	36.9	4.2	1.7	41.1
	Jugosidad	6.7	1.8	27.7	4.3	2.0	46.6
	Masticabilidad				5.4	1.6	30.6
	Sabor				4.5	2.0	44.0
Falda	Olor	6.3	1.3	20.8	6.7	1.0	14.7
	Dureza	3.3	0.9	26.2	3.5	1.1	30.2
	Cohesividad	4.9	1.7	35.5	4.2	1.6	37.9
	Fibrosidad	3.9	1.6	41.8	5.3	1.9	35.1
	Jugosidad	4.7	1.4	30.4	5.7	1.8	31.2
	Masticabilidad				5.7	1.5	26.9
	Sabor				5.4	1.2	22.8
Espaldilla	Olor	5.2	1.8	33.7	6.0	1.2	20.1
	Dureza	3.8	1.6	41.5	3.1	1.4	43.5
	Cohesividad	4.9	1.5	31.0	3.9	1.4	34.9
	Fibrosidad	5.2	1.7	32.3	4.9	1.6	32.4
	Jugosidad	3.3	1.9	55.4	4.2	1.4	32.9
	Masticabilidad				4.8	1.9	34.9
	Sabor				5.2	1.1	20.6

8. BIBLIOGRAFÍA

- ★ Aymerich T., Picouet P. A., Monfort J. M., (2008). *Decontamination technologies for meat products*. Meat Science 78: 114 – 129.
- ★ Badui, D. S. (2006). Química de los alimentos. Pearson Educación. 4ª Edición. México, D.F. pp. 432 – 434.
- ★ Barbut, S. (2001). *Effect of illumination source on the appearance of fresh meat cuts*. Meat Science, 59: 187 – 191.
- ★ Baron A., Bayer O., Butz, P., Geisel, B., Gupta, B., Oltersdorf, U (1999). *Consumer perception of high pressure processing: a three country survey*. In European conference on emerging food science and technology.
- ★ Barrios C, G., (2007). *Perfil sensorial de tortillas nixtamalizadas elaboradas con tres variedades de maíz*. Tesis, Facultad de Química, UNAM.
- ★ Belitz, H. D. y Gras, W. (1997). *Química de los Alimentos*. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- ★ Beriain, M.J.; Lizaso, G. (1997). *Calidad de la carne vacuno*. En "Vacuno de carne: aspectos claves". Buxadé C. Ed. Mundi-Prensa. Madrid 493 – 510.
- ★ Boleman, S.J.; Boleman, S. L.; Savell, J. W.; Miller, R. K.; Cross, R. H.; Wheller, T. L.; Koochmaraie, M.; Shackelford, S. D.; Miller, M. F.; West, R. L.; Johnson, D. D. (1995). *Consumer evaluation of beef of known tenderness levels*. Meat Science Technology.
- ★ Boles J. A., Swan J. E. (2002). *Processing and sensory characteristics of cooked roast beef: effect of bread, age, gender and storage conditions*. Meat Science 62: 419 – 427.
- ★ Bouton, P.E.; Harris, P.V.; Shortose, W.R. (1971). *Effect of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton*. Journal Food Science, 36: 435 – 439.
- ★ Bouton, P.E.; Harris, P.V.; Shortose, W.R. (1976). *Factors influencing cooking losses from meat*. Journal Food Science, 41: 1092 – 1095.

- ★ Campo M. M., Nute G. R., Hughes S. I., Enser M., Word J. D., Richardson R. I. (2006). *Flavour perception of oxidation in beef*. Meat Science 72: 303 – 311.
- ★ Cassens, R.G.; Cooper, C.C.; (1971). *Red and white muscle*. Advances in Food Research, 19: 1 – 74.
- ★ Cassens, R. G. (1977). *Muscle biochemistry: the importance of myofiber type*. Food Technology 31: 76.
- ★ Chambers, E.N. y Bowers, J.R. (1993). *Consumer perception of sensory quality in muscle foods*. Food Technology, 116 – 120.
- ★ Ciobanu, A., Lascu, G., Bercescu, V. y Niculescu, L. (1976). *Cooling Technology in the Food Industry*. Bucarest, Rumania.
- ★ Cuatzo L., M. I., (2004). *Implementación de un plan para la evaluación sensorial de aceite de soya*. Tesis, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, México, D.F.
- ★ Collin, D. (1977). *La Carne y el Frío. Producción, transformación, comercialización*. Ed. Paraninfo. España
- ★ Crouse J. D., Koohmaraie M. (1990). *Effect of freezing of beef on subsequent postmortem aging and shear force*. Journal of Food Science 55: 573 – 574.
- ★ Díaz A. G. (1999). *Evaluación del deterioro químico de lípidos de carne de res conservada en congelación*. Tesis, Facultad de Química. UNAM, México, D.F.
- ★ Devine, C. E., & Chrystall, B. B. (1999). Meat science. In F. J. Francis (Ed.), *Wiley encyclopedia of food science and technology* (2nd ed.) (pp. 1584–1604). New York: John Wiley & Sons.
- ★ Duizer L. M.; Gullet E. A.; Findlay C. J. (1996). *The relationship between sensory time – intensity, physiological electromyography and instrumental texture profile analysis measurements of beef tenderness*. Meat Science 42 (vol. 2): 215 – 224.
- ★ Dransfield, E. (1977). *Intramuscular composition and texture of beef muscles*. Journal Science Food Agric, 28: 833 – 842.

- ★ Dransfield, E.; Nute, G.R.; Francombe, M.A. (1984). *Comparison of eating quality of bull and steer beef*. Anim Prod. Vol 39: 37 – 50.
- ★ Escamilla M., M. V. (2006). *Evaluación Instrumental de color en alimentos mexicanos tradicionales y de alto consumo*. Tesis, Facultad de Química, UNAM.
- ★ Essen-Gustavsson, B. (1995). *Effects of physical stress on muscle fibre characteristics. Relation to meat quality*. Proc 2nd Dummerstorf Muscle-Workshop muscle Growth and Meat Quality, Rostock, pp 65 – 73.
- ★ FAO, <http://www.fao.org> Depósito de documentos de la FAO. Proyecciones a Plazo Medio sobre la Carne y Productos Lácteos hasta 2010. Departamento Económico y Social. Febrero 2006
- ★ Gil, M. (1996). *Tenderización o maduración de la carne*. Eurocarne, 43: 77 – 82.
- ★ Griffin, C.L. (1984). *Cutability and palatability of charolais crossbred Bulls and stress*. Diss. Abst. Intern, 44(9), 697
- ★ Hamm, R. (1960). *Biochemistry of meta hydration*. Adv. Food Res. Vol. 10: 355
- ★ Honikel, K.O. (1987). *How to measure the water-holding capacity of meat? Recommendation of standardized methods*. En: *Evaluation and control of meat quality in pigs*.
- ★ Honikel, K. O. (1998). *Recommendation of an Initial Group of Reference Methos for the Assessment of Physical Characteristics of Meat*. Proc 44th ICOMTS. 608 – 609.
- ★ Hood D, D. E. (1980). *Factors affecting the rate of metmyoglobin accumulation in pre-packaged beef*. Meat Science, 4: 247-65.
- ★ Hui, Y. H.; Guerrero I., Rosmini R. M. (2006), *Ciencia y tecnología de carnes*, Editorial Limusa, S. A. México.
- ★ Kim C. J. y Lee E. S., (2003) *Effects of quality grade on the chemical, physical and sensory characteritics of Hanwoo (Korean native cattle) bee*. Meat Science, 63: 397 – 405.

- ★ Ibarz, A. y Barbosa-Cánovas, G. V. (1999). Operaciones Unitarias en la Ingeniería de Alimentos. Technomics Publishing, E.U.A.
- ★ Insausti, K.; Beriain, M. J; Purroy A.; Alberti, P.; Gorraiz, C.; Alzueta, M. J. (2001). *Shelf life of beef from local Spanish cattle breeds stored under modified atmosphere*. Meat Science 57: 273 – 281.
- ★ Irie, M. (2001). *Optical evaluation of factors affecting appearance of bovine fat*. Meat Science 57: 19 – 22.
- ★ Jacobsen, C. (1999). *Effect of ascorbic acid on iron release from the emulsifier interface and on the oxidative flavor deterioration in fish oil enriched mayonnaise*. Journal of Agriculture and Food Chemistry 47: 4917 – 4926.
- ★ Jakobsson, B. y Bengtsson, N. (1973). *Freezing of raw beef: Influence of ageing, freezing rate and cooking method on quality and yield*. Journal of Food Science 38: 560 – 565.
- ★ Jennings, T.G.; Berry, B.W.; Joseph, A.L. (1978). *Influence of fat thickness, marbling and length of aging on beef palatability and shelf-life characteristics*. Journal Animal Science, 46: 658 – 665.
- ★ Kock, R. M., Crouse, M. E., Dikeman, M. E., Cundiff, L. V., Gregory, K. E. (1988). *Effects of marbling on sensory panel tenderness in Bos taurus and Bos indicus crosses*. Journal of Animal Science 66: 505.
- ★ Koohmaraie, M. (1995). Carne suave y jugosa con menos granos. Ganadería Intensiva. Marzo. p. 12.
- ★ Lanari, M.C., Brewster, M., Yang, A. y Tume, R. K. (2002). *Pasture and grain finishing affect the color stability of beef*. Journal of Food Science 67: 2467 – 2473.
- ★ Lagerstedt A., Enfält L., Johansson L., Lundström K. (2008). *Effect of freezing on sensory quality, shear force and water loss in beef M. longissimus dorsi*. Meat Science 80:457-461.

- ★ Lawless H. T., y Heymann H. (1998). *Sensory Evaluation of Food Principles and practices*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, USA, pp. 406 – 450.
- ★ Lawrie, R. A. (1991). *Meat Science*. 5th Edition. Pergamon Press. England.
- ★ Ledward, D. A. (1971). *Metmyoglobin formation in beef muscles as influenced by water content and anatomical location*. *Journal of Food Science* 36: 138 – 140.
- ★ Liu, Y.; Lyon, B. G.; Windham, W. R.; Realini, C. E.; Pringue, T. D.; Duckett, S. (2003). *Prediction of color, texture, and sensory characteristics of beef steaks by visible and near infrared reflectance spectroscopy. A feasibility study*. *Meat Science* 65: 1107 – 1115.
- ★ MacDougall, D. B. (1982). *Changes in the colour and opacity of meat*. *Food Chemistry* 9:75 – 88.
- ★ MacDougall, D. B. y Taylor, A. A. (1975). *Colour retention in fresh meat stored in oxygen—A commercial scale trial*. *Journal of Food Technology* 10: 339 – 347.
- ★ Mancini, R. A., Hunt, M. C. y Kropf, D. H. (2003). *Reflectance at 610 nm estimates oxymyoglobin content on the surface of ground beef*. *Meat Science* 64: 157 – 162.
- ★ McDonald K., Sun D., Kenny T. (2000). *Comparison of the Quality of Cooked Beef Products Cooled by Vacuum Cooling and by Conventional Cooling*. *Lebensm – Wiss. U – Technol* 33: 21 – 29
- ★ Montgomery J. L.; Parrish Jr. F.C; Olson, D. G.; Dickson, J. S.; Niebuhr S. (2003). *Storage and packaging effects on sensory and color characteristics of ground beef*. *Meat Science* 64: 357 – 363.
- ★ Monin, G. (1991). *Facteurs biologiques des qualités de la viande bovine*. *INRA. Prod. Anim* 4: 151 – 160.
- ★ Offer, G.; Restall, D.; Trinick, J. (1984). *Water-holding in meat. In: recent Advances in the Chemistry of Meat*. (ed. A.J. Bailey). The Royal Soc. Chem, Burlington House, London, Spec. Publ n°47, pp- 71 – 86.

- ★ O'Mahony, M. (2005). Apuntes del curso: Nuevas Estrategias metodológicas en la evaluación sensorial de alimentos. UNAM. México, D.F.
- ★ O'Sullivan M.G., Byrne D.V. y Martens M. (2003). Evaluation of pork colour: sensory colour assessment using trained and untrained sensory panelists. *Meat Science*, 63: 119 – 129.
- ★ Pérez-Álvarez, J.A., Fernández-López, J. y Sayas-Barberá, E. (2000). Fundamentos físicos, químicos, ultra estructurales y tecnológicos en el color de la carne. En: *Nuevas Tendencias en la Tecnología e Higiene de la Industria Cárnica*. M. Rosmini, J. A. Pérez-Álvarez y J. Fernández-López (Eds.). Universidad Miguel Hernández. Elche, España.
- ★ Pérez-Álvarez, J.A.; Fernández-López, J; Sayas-Barberá M. E.; Cartagena-Gracia, R. (1998). *Caracterización de los parámetros de color de diferentes materias primas usadas en la industria cárnica*. *Eurocarne* 63: 115 – 122.
- ★ Pette, D.; Satron, R.S.; (1990). *Cellular and molecular diversities of mammalian skeletal muscle fibres*. *Reviews in Physiology, Biochemistry and Pharmacology* 116: 2 – 76.
- ★ Raes K., Balcaen A., Dirink P., De Wine A., Claeys E., Demeyer D. y De Smet S., (2003). *Meat quality, fatty acid composition and flavour analysis in Belgian retail beef*. *Meat Science*, 65: 1237 – 1246.
- ★ Ramsey, C. B., Cole, J. W., Meyer, B. H., & Temple, R. S. (1963). *Effects of type and breed of British, Zebu and diary cattle on production, palatability and composition. II. Palatability differences and cooking losses as determined by laboratory and family panels*. *Journal of Animal Science*, 22, 1001–1008. En: Boles J. A., Swan J. E. (2002). *Processing and sensory characteristics of cooked roast beef: effect of bread, age, gender and storage conditions*. *Meat Science* 62: 419 – 427.
- ★ Reid, D. (1998). *Freezing preservation of fresh foods: quality aspects. Food Storage Stability*. I. A. Taub y P. Singh (Eds.). Boca Ratón, Florida.

- ★ Renerre, M. (1984). *Variabiligy between muscles and between animals of the color stability of beef meats*. Science Aliments 4(4): 567.
- ★ Renerre, M. y Mazuel, J. P. (1985). *Sci des Aliments*, 5, 541
- ★ Ruiz-Pérez-Cacho, M. P.; Galán-Soldevilla, H. & F. León Crespo. (2005). *Formación de catadores para un panel descriptivo de salchichón*, Alimentaria, Enero/Febrero, 05:29 – 36.
- ★ SAGARPA, Coordinación General de Ganadería, <http://sagarpa.gob.mx>, Febrero 2006.
- ★ Sancho J., Bota E., de Castro J.J. (2002). *Introducción al Análisis Sensorial de los Alimentos*. Editorial Alfaomega, S.A. México.
- ★ Sánchez, B.; Sánchez, L.; De la Calle, B.; Monserrat, L. (1997). *Influencia de factores de variación en los valores de pH y color de la ternera gallega*. VII Jornadas sobre Producción Animal. ITEA 766 – 768.
- ★ Sañundo, C. (1993). *Calidad organoléptica de la carne. En Tecnología y Calidad de los productos cárnicos*. Ponencias del curso celebrado en Pamplona, 8 – 12 junio 1992. Gobierno de Navarra. Departamento de Agricultura, Ganadería y Montes.
- ★ Seideman, S.C.; Cross, H.R., Crouse, J.D. (1989). *Variations in the sensory properties of beef as affected by sex, condition, muscle and postmortem aging*. Journal Food Quality, 12: 39 – 58.
- ★ Stone, H.; Sidel, J.; Oliver, S.; Woolsey, A., y Singlenton, R. (1974). *Sensory Evaluation by Quantitative Descriptive Análisis*. Food Technology. Noviembre 1974, 24 – 34.
- ★ Strange, E. D., Benedict, R. C., Guggaer, R. E., Metzger, V. G. y Swift, C. E. (1974). *Simplified methodology for measuring meat color*. Journal of Food Science 39: 988
- ★ Tornberg, E. (1996). *Biophysical aspects of meat tenderness*. Meat Science 43: 175 – 191.
- ★ Torre, P. H. (2000). *Bases científicas del análisis sensorial*, Alimentaria, Marzo/Abril, 37: 155 – 164.
- ★ Urbain, M.W. (1952). *Oxygen is key to the color of meat*. National Provisioner 127:140 – 141.

- ★ Utrera A. M. (2007). Queso cotija auténtico: Estudio de la relación de sus características sensoriales, texturales y de color. Tesis, Facultad de Química. UNAM, México, D.F.
- ★ Van Hoof, J. (1981). *Objective methods of texture evaluations of poultry meat*. Proc. XI Eur. Symp. On the Quality of Poultry Meat, Appeldoorn, The Netherlands, pp. 165 – 179.
- ★ Wright, W. D. (1969). *The measurement of colour* (4th edn). Adam Hilger Ltd., London, p. 304.
- ★ Wulf, D. M.; O'Connor, S. F.; Tatum, J. D.; Smith, G. C. (1997). Using objective measures of muscle color to predict beef longissimus tenderness. *Journal Animal Science*, 75:684.
- ★ Zakrys, P. I.; Hogan, S. A.; O'Sullivan, M. G.; Allen, P.; Kerry, J. P. (2007), *Effects of oxygen concentration on the sensory evaluation and quality indicators of beef muscle packed under modified atmosphere*. *Meat Science*

5. MATERIALES Y MÉTODOS

El método escogido para la Evaluación Sensorial de los cortes tanto de alto precio como de alto consumo fue el Análisis Descriptivo tanto Cuantitativo como de Perfil de Textura. Se evaluó la Apariencia de carne cruda y cocida. El diagrama de trabajo se presenta en la Figura 5.1.

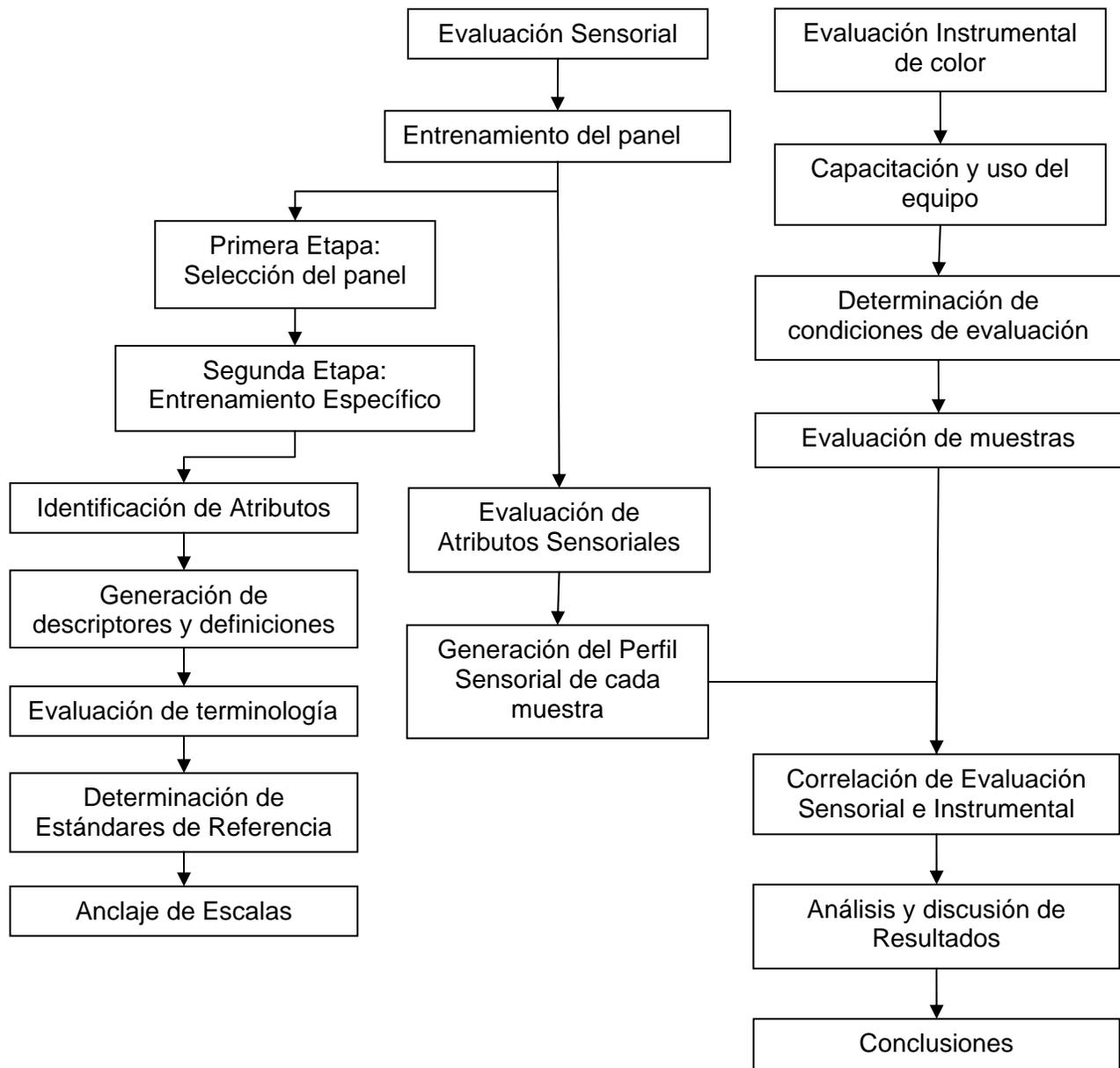


Figura 5.1 Metodología de Evaluación de Carne de Bovino

5.1 Desarrollo de la metodología

En el presente proyecto se estudiaron cinco cortes de alto precio: milanesa, cuete, filete, sirloin y chambarete, y dos cortes de alto consumo (Escamilla, 2006) de carne bovina: falda y espaldilla. La razón por la cual se estudiaron los cortes de alto precio fue porque al ser tanto de alto consumo como de alto precio es importante encontrar y estudiar diferentes metodologías de conservación con el fin de prolongar su tiempo de vida sin que se vean afectadas sus características fisicoquímicas y sensoriales; por otro lado los de alto consumo son productos altamente demandados por la población lo que hace que sus volúmenes de venta sean altos, siendo por tanto, económicamente importantes.

A estas muestras se les determinó el perfil sensorial. Las muestras se evaluaron el mismo día que fueron compradas, para generar el perfil sensorial al tiempo cero y las muestras de alto precio se almacenaron en congelación a -20 ± 2 °C evaluándose una muestra de cada corte durante ocho semanas. Las muestras de alto consumo presentaron una rotación en el mercado de semanas no siendo necesaria su conservación en congelación.

5.2 Evaluación Sensorial

La evaluación sensorial de las muestras se llevó a cabo mediante un panel de jueces entrenado en la metodología del Análisis Descriptivo basado en QDA y TPA; dicho entrenamiento se llevó a cabo por fases que se explicarán a continuación.

- 1ª Fase: Selección de jueces

Se extendió la invitación a participar en el proyecto a toda la comunidad estudiantil de la Facultad de Química; a las personas interesadas se les aplicó un cuestionario para conocer su estado de salud y sus hábitos alimenticios, así como la disposición de tiempo e interés en el proyecto una vez explicado el mismo. A cada uno de los participantes se le explicó el objetivo del proyecto y de la importancia de su participación, para someterse así a la etapa de selección de jueces.

Las pruebas realizadas para conocer las características y habilidades de los candidatos fueron:

- Encuesta de Salud y Hábitos alimenticios: La cual permitió conocer el estado en general de salud del individuo y descartar enfermedades que pudieran alterar los sentidos, lo cual

impediría a la persona participar en el entrenamiento. Así como determinar que los hábitos del individuo no limitaran su capacidad discriminante.

- Pruebas Sensoriales: Se incluyeron en esta categoría pruebas de umbral para los gustos ácido, amargo y salado, pruebas triangulares con distintos productos, pruebas de reconocimiento de olores para notas comunes y cárnicas, así como pruebas de memoria olfativa.

La finalidad de este tipo de pruebas es determinar la capacidad discriminante de los participantes, evaluar la manera en que usan los sentidos como herramientas para reconocer un estímulo y su habilidad para expresar sus percepciones.

Pruebas de Umbral

Para las pruebas de umbral de los gustos ácido, amargo y salado se les dio a los panelistas soluciones de diferentes concentraciones de ácido cítrico, cafeína y cloruro de sodio respectivamente, que provocan los gustos de interés (Tabla 5.1). Una vez que se generaron los datos se realizó una regresión lineal de la gráfica de percepción contra las concentraciones del estímulo con el fin de calcular el umbral absoluto que es la concentración a la cual el 50% de los jueces reconoce el gusto básico del que se trata.

Tabla 5.1 Concentraciones utilizadas para realizar las pruebas de umbral de los gustos básicos

Gusto Básico	Compuesto empleado	*Rango de concentraciones
Ácido	Ácido cítrico (Takasago, mayo 2000. CAS 5949-29-1. PM210.14)	0 - 1 %
Amargo	Cafeína (Alyt. Reactivo analítico C2500. CAS 58-08-2. Lote 971003-AI. PM 194.19)	0 - 0.2 %
Salado	Cloruro de sodio (Sal refinada LA FINA, Sales del Istmo, S. A. de C. V.)	0 - 0.035 %

*Concentraciones evaluadas por grupos similares (Martínez, 2006; Jardón, 2006 y Aldape, 2006)

Pruebas Triangulares

Para determinar la capacidad discriminante de los panelistas trabajó con una serie de 8 pruebas triangulares con 3 réplicas cada una. En cada caso, se pidió a los jueces encontrar la muestra diferente de una triada. Para esto se utilizaron diferentes tipos de productos comerciales que se muestran en la Tabla 5.2, de tal manera que cada juez evaluó la diferencia entre los pares de muestras A-B, B-C y A-C. Cada muestra se presentó con un código de 3 dígitos, el orden de

presentación de las muestras y de las triadas se hizo de manera aleatoria. Al igual que, se alternó la muestra diferente en cada triada; todo lo anterior para evitar errores de predisposición entre los jueces.

Tabla 5.2 Muestras que se utilizaron en las pruebas Triangulares

Producto	Marca
Chicharrón de cerdo	Ovar B ®
	Barcel ®
	Sabritas
Refresco de cola	Coca – cola ®
	Great Value ®
	Big Cola ®
Jamón	Fud®
	Peñaranda®
	San Rafael ®
Papas fritas	Sabritas ®
	OK! ®
	Barcel ®
Chorizo de pamlona	Peñaranda ®
	Del fuerte ®
	Hérdez ®
Jugo de tomate	Sonrisa ®
	Jumex ®
	Great Value ®
Chícharos	Great Value ®
	La Costeña ®
	Hérdez®
Champiñones	Monteblanco ®
	Del fuerte ®
	Hérdez ®

Este tipo de pruebas permitió observar la familiaridad que tienen los jueces con productos cárnicos, así como determinar la capacidad de los mismos para distinguir la diferencia entre dos muestras muy similares entre sí.

Reconocimiento de olores y memoria olfativa

Se realizaron dos pruebas generales de olores y dos de memoria olfativa, presentando a los jueces una serie de muestras de diferentes estándares de olores, siendo estos de dos tipos principalmente: las notas básicas (especias, notas verdes, menta, etc.) y se incluyeron algunas notas cárnicas; los olores se presentan en la Tabla 5.3.

Tabla 5.3 Olores que se utilizaron en las pruebas de reconocimiento de olores y memoria olfativa

Notas comunes	Casa	Notas cárnicas	Casa
Café	Quets	Humo	Sodexim
Canela	Quets	Pollo	Sodexim
Cebolla	Quets	Res	Sodexim
Clavo	Quets		
Limón	Sodexim		
Menta	Quets		
Notas Verdes	Quets		
Orégano	Lucta		
Pimienta	Lucta		
Hierbabuena	Sodexim		

Las notas básicas o familiares y la prueba de reconocimiento de olores en general, permitieron monitorear la capacidad de los jueces para relacionar un estímulo olfativo con eventos previos, mientras que la prueba de memoria olfativa es una herramienta para revelar la capacidad de los jueces de memorizar un estímulo. Las notas cárnicas, además, permitieron familiarizar a los jueces con las mismas. Para la prueba de identificación se evaluó la capacidad de los participantes para reconocer y nombrar diferentes olores.

Para la prueba de memoria olfativa se evaluaron olores no familiares; como primer paso se pidió a los jueces decir qué olor es el que se les presenta y a qué alimento les recuerda. Al final de la prueba se les indicó cual era el olor evaluado. Transcurridas dos semanas se volvieron a evaluar los mismos olores y se les pidió decir que olor era cada uno; determinando la capacidad de los jueces para recordar y nombrar los olores previamente aprendidos.

Una vez terminada esa fase, la selección de los jueces se realizó con base a los siguientes criterios:

- Uso adecuado de los sentidos
- Buena memoria olfativa y gustativa que se evaluó con el porcentaje de reconocimiento (porcentaje de aciertos igual o mayor a 75%) y umbrales generales o iguales al grupal, (0.083% para salado, 0.023% para ácido y 0.029% para amargo)
- Buena capacidad discriminante (porcentaje de aciertos en pruebas triangulares)
- Capacidad para expresar los estímulos percibidos
- Disponibilidad para asistir a todas las sesiones de entrenamiento (evaluado con la asistencia, 95% de asistencia)

- Poseer un buen estado de salud
- Gusto por las muestras a evaluar

▪ 2ª Fase: Sesiones de entrenamiento

Esta segunda fase, se llevó a cabo con base en el QDA y TPA (explicados anteriormente), en donde se generaron los descriptores, se estandarizaron y fijaron escalas de tal manera que se evaluaron dichos descriptores en las muestras de interés.

Las sesiones de entrenamiento tuvieron como objetivos:

- Familiarizar a los panelistas con la metodología del análisis descriptivo
- Mejorar las habilidades discriminantes de los panelistas
- Generar la terminología, así como, enseñar el uso correcto de las escalas y unificar criterios de evaluación.
- Enseñar el uso correcto de las escalas y unificar criterios de evaluación

Para alcanzar estos objetivos fue necesario dividir el período de entrenamiento en dos etapas.

Primera etapa del entrenamiento

En esta etapa se generaron descriptores para carne de porcino y bovino, con características claramente diferentes, con el fin de que conocieran la gama de atributos en los diferentes tipos de productos dentro de la industria cárnica.

Mediante sesiones grupales, se refinó el lenguaje generado por los panelistas. Es decir, se eliminaron sinónimos, antónimos, terminología ambigua y terminología que no aplicaba a la muestra evaluada. Por ejemplo:

- Sinónimos: es el caso de homogéneo – heterogéneo.
- Antónimos que evaluaban la misma característica como opaco – no brillante.
- Terminología que no aplicaba para la muestra como elástico

Para los atributos de textura se utilizó la descripción dada por el TPA, también se discutieron los términos y de manera grupal se seleccionaron los que mejor describían los atributos de la carne

Tabla 5.4 Descriptores generados en las primeras sesiones grupales

Descriptores generados en carne cruda				
Olor	Apariencia	Textura mecánica		
carne cruda	Brillosa	suave		
fresco	rosa pálido	blando		
sangre	grasosa	pegajoso		
grasa	estriada	húmedo		
pasada	opaca	liso		
penetrante	seca	fibroso		
humedad	húmeda	extensible		
	fibrosa	maleable		
	suave	duro		
	roja	flexible		
	café	elástico		
	laminada	firme		
	seca	grasoso		
	jugosa	rugoso		
		porosa		
		seca		

Descriptores generados en carne cocida				
Olor	Apariencia	Textura mecánica	Textura en boca	Sabor
carne	café	dura	dura	carne
grasa	brillosa	húmeda	masticable	salado
cerdo	húmeda	rugosa	grasosa	insípido
carne cocida	pálida	firme	rugosa	ácido
dulce	beige	suave	jugosa	metálico
	rugosa	compacta	fibrosa	oxidada
	suave	jugosa	fracturable	grasa
	jugosa	seca	laminada	hígado
	fibrosa	blanda	elástica	
	marmoleada	fracturable	con nervios	
	rugosa	áspera		
	opaca	cueruda		
	estriada	elástica		
	seca	lisa		
	firme	elástica		
	compacta	con nervios		

Durante estas sesiones se discutió y determinó, con el apoyo de referencias los siguientes puntos:

- Descriptores de mayor importancia en la carne bovina
- Definiciones y procedimiento óptimo de evaluación para cada descriptor
- Anclaje de escalas para cada descriptor

La lista definitiva de descriptores se conformó por 26 atributos agrupados de la siguiente manera:

- Apariencia cruda y cocida: Color, fibrosidad, brillo, grasa superficial, grasa intramuscular, contenido de nervio, jugosidad y homogeneidad.
- Olor: intensidad.
- Textura en boca: dureza, masticabilidad, fibrosidad, jugosidad.

Segunda etapa del entrenamiento

En la segunda etapa, se monitoreó a cada panelista para evaluar su desempeño mediante evaluaciones de intensidad de cada descriptor generado para cada atributo de apariencia, textura, olor y sabor en diferentes productos cárnicos, utilizando estándares de referencia. La intensidad de cada descriptor fue evaluado empleando una escala numérica de 9 puntos anclada según el descriptor que se tratara. Cabe mencionar que todas las escalas se emplearon de manera ascendente, es decir, 1 para percepción muy ligera del atributo y 9 para el caso de máxima percepción del atributo. Todas las escalas tenían una longitud de 9 cm. Se presentaron estándares físicos para los extremos de cada escala durante el período de entrenamiento, un ejemplo se muestra en la Figura 5.2)

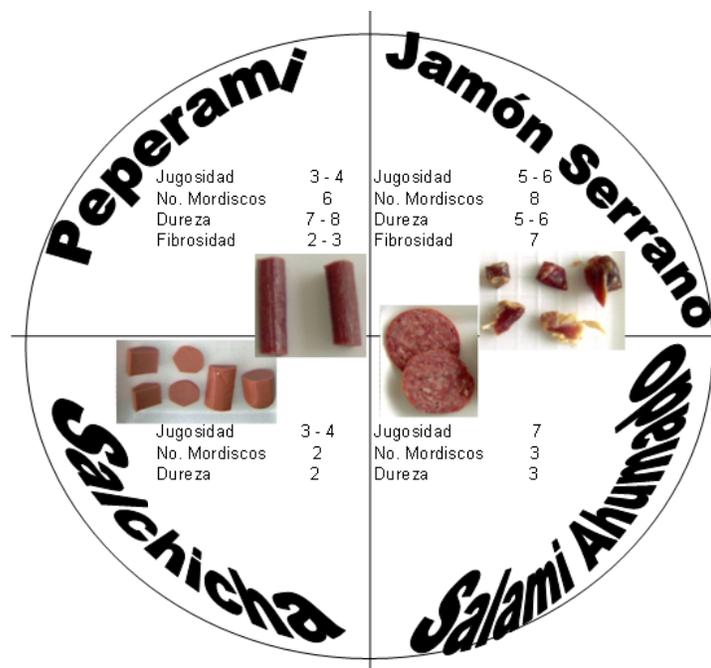


Figura 5.2 Estándares utilizados para el entrenamiento del panel y anclaje de escalas

Este período continuó hasta que los panelistas se familiarizaron con las muestras de carne a evaluar y la metodología empleada. Cuando los resultados de algún panelista se desviaban del

grupo recibía retroalimentación personal en el atributo específico y se le proporcionaba entrenamiento adicional y estándares de referencia en la intensidad donde mostrara dificultad para evaluar.

Una de las razones por las cuales se llevo a cabo el entrenamiento en dos etapas fue para que los jueces logaran evaluar con un CV del 35% o menos

5.3 Evaluación Instrumental de color

Para llevar a cabo la evaluación de color de manera instrumental en las muestras de estudio se utilizó el espectrofotómetro Minolta CM – 3600d. Este instrumento permite la evaluación de color en dos modalidades como son el % de Reflectancia y % de Transmitancia, eligiéndose cualquiera de ellos de acuerdo al tipo de muestra a analizar. También es capaz de indicar los valores numéricos de los atributos del color en distintos sistemas como lo son el CIE L*a*b* y Hunter Lab.



Figura 5.3 Colorímetro Minolta CM – 3600d

Tipo de análisis

Debido a que las muestras a analizar fueron clasificadas como cuerpos opacos, ya que no permiten el paso de la luz incidente sobre ellas, la evaluación de color se llevo a cabo en % de Reflectancia y con incidencia de luz solar o luz de día (D65) sobre la muestra. El reporte de los atributos de color se obtuvo en el sistema CIE L*a*b*.

Condiciones de análisis

Antes de llevar a cabo cualquier evaluación, el instrumento es calibrado con un negro y un blanco (suministrados por el proveedor); como parte de la calibración se indica al equipo cuales son las condiciones de trabajo, las cuales se muestran en la Tabla 5.5

Tabla 5.5 Condiciones de análisis en la evaluación instrumental de color

Característica	Condición
No. de disparos o flashes	1
Estándar	Nulo
Energía UV	Incluida
Componente especular	Excluido
Área de visión	Pequeña
Iluminante	D65 (Luz de día, natural 6504 K)
Detector	10°
Sistema de reporte de color	CIE L*a*b*
Número de mediciones por muestra	12

El número de disparos fue sugerencia del proveedor debido al tipo de muestras en estudio y también porque el equipo sufre menos desgaste con el paso del tiempo, la energía UV es incluida en la determinación ya que se requiere que la evaluación de los productos se realice con luz de día; el componente especular excluido (SCE), se seleccionó porque permite correlacionar la medida hecha por el ojo humano y el instrumento, por lo que este, al evaluar el color toma en cuenta el brillo y la textura (apariencia) de la muestra, lo que permite mayor discriminación por parte del equipo. El detector que funge como observador, esta situado en todos los análisis en 10°, ya que el equipo así lo tiene ajustado.

Para llevar a cabo la evaluación de color en la carne, se tomaron pequeños cortes de la muestra evaluada por el panel y se cubrieron con una película plástica, evitando las burbujas de aire, tal como se muestra en la Figura 5.4



Figura 5.4 Evaluación de color instrumental en carne de bovino.
a) Preparación de muestras, b) Forma de colocación en el equipo

Al igual que los resultados de la evaluación sensorial, los resultados de la evaluación instrumental fueron analizados estadísticamente con las pruebas de ANOVA.

- 3ª Fase: Análisis estadístico

Una vez generados los resultados se realizó un análisis de varianza (ANOVA), para que de esta forma se determinaran diferencias significativas con un 95% de significancia. Todo esto se llevó a cabo empleando el software Stat Graphics for Windows 5.1, Profesional Edition.

6. RESULTADOS Y ANÁLISIS

6.1 Muestras de Carne

Los cortes de carne evaluados en este trabajo se adquirieron en una renombrada cadena de mercado. Para las muestras de alto consumo, se compraron y se evaluaron en fresco, únicamente sometidas a refrigeración. En cuanto a los cortes de alto precio, se adquirió un lote de 4Kg, por corte, divididos en paquetes de 500 g, para evaluar en el transcurso de 12 semanas.

Tabla 6.1 Cortes Evaluados

Cortes de Alto Precio	Cortes de Alto Consumo
Milanesa	Espaldilla
Cuete	Falda
Filete	
Sirloin	
Chambarete	

Los cortes de alto consumo se evaluaron el mismo día de la compra. Los cortes de alto precio se almacenaron en congelación, retirando únicamente un paquete de cada corte, descongelándose lentamente (refrigeración) 48 horas antes de la evaluación.

6.2 Evaluación Sensorial

6.2.1 Selección del panel

Como se había mencionado anteriormente, la selección de los jueces se basó en los datos obtenidos de las pruebas de "Encuesta de salud y hábitos alimenticios" y "Pruebas Sensoriales". El trabajo de selección del panel se comenzó con 24 personas, cuyos nombres aparecen en la Tabla 6.2.

Tabla 6.2. Posibles candidatos para participar en el panel

No. Juez	Nombre
1	Agustín Reyo Herrera
2	Belén Ramírez Gómez
3	Benjamín Romero Soto
4	Claudia Franco Rangel
5	Diana Betsabé González
6	Gabriela Gachuz López
7	Jessica M. Robert Rivera

8	Jorge Velazquez Reyes
9	Ma. De Lourdes Osnaya S.
10	Luisa María Acuña Muñoz
11	Magally Vargas Miranda
12	Mauricio Franco Castillo
13	Mireya Rubio Ayala
14	Montserrat Frías Hermosillo
15	Noé Rodríguez Cruz
16	Oscar Arias Torres
17	Osvaldo García García
18	Pamela E. Sánchez Díez
19	Samantha Castillo Hernández
20	Susana Zaragoza López
21	Verónica Camarillo Vega
22	Eduardo Martínez López
23	Aria Berenice García García
24	Adrián Martínez Escobar

A todos los candidatos se les aplicaron las siguientes pruebas sensoriales, con el fin de seleccionar a los participantes definitivos

Pruebas de Umbral

Para el caso de las pruebas de umbral se encontró que los umbrales de percepción del grupo (Tabla 6.3) fueron 0.083 g/ml de cloruro de sodio para el gusto salado, 0.023 g/ml de ácido cítrico para el gusto ácido y finalmente, 0.030 g/ml de cafeína para el gusto amargo.

Tabla 6.3 Umbral del grupo para los diferentes gustos

Gusto	umbral g /ml
Salado	0.083
Ácido	0.023
Amargo	0.03

Con base en estos resultados se evaluó a las personas que presentaron umbrales cercanos al del grupo y que no tenían problemas para identificar los gustos básicos. En las gráficas de umbral para los gustos básicos evaluados (Figuras 6.1, 6.2, 6.3) se puede apreciar que para el cálculo del umbral grupal se interpola al porcentaje (%) de reconocimiento para conocer la concentración a la cual el 50% de los participantes reconoce el gusto básico.

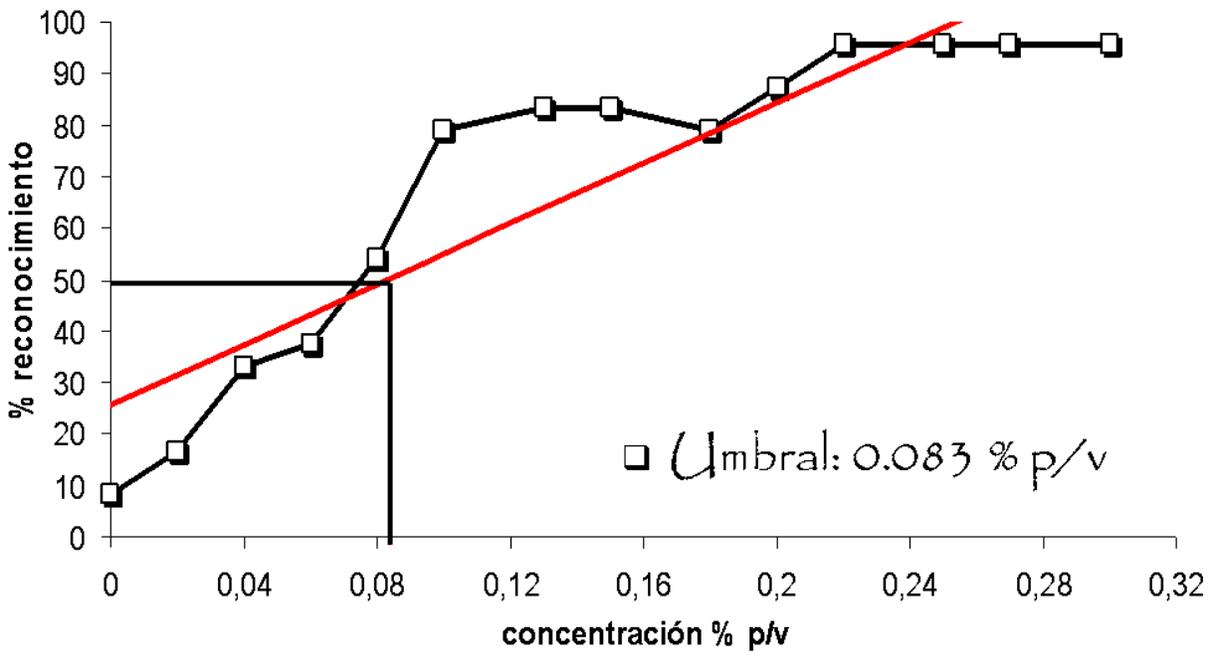


Figura 6.1 Umbral Salado

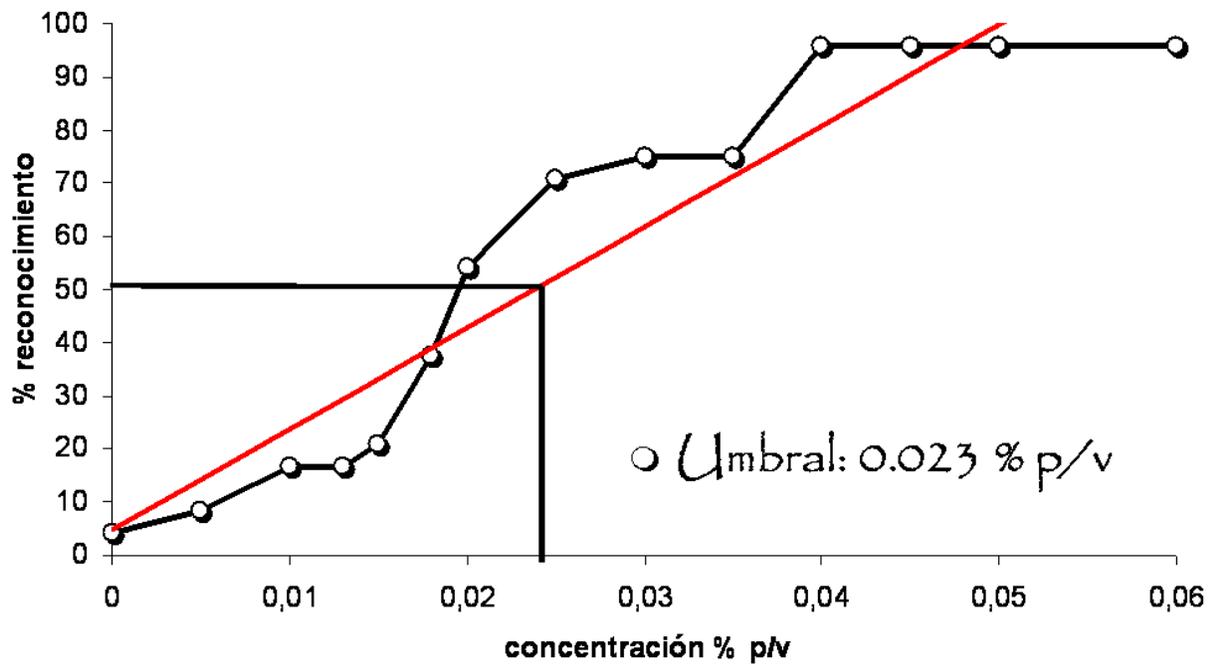


Figura 6.2 Umbral Ácido

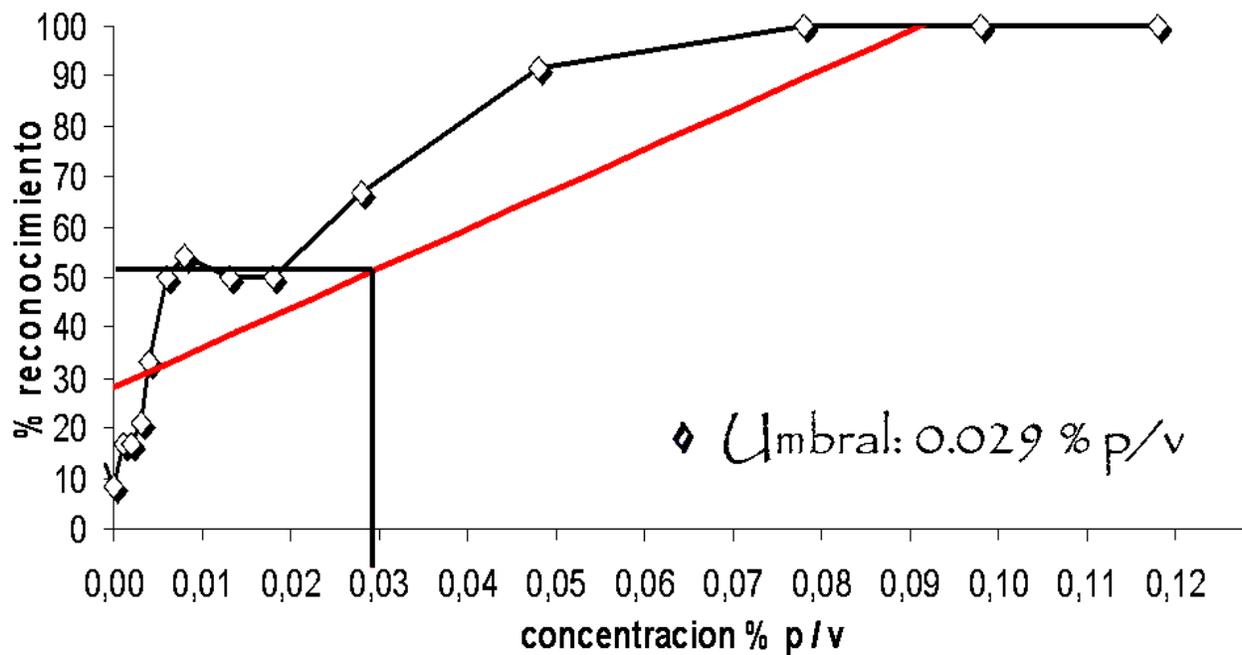


Figura 6.3 Umbral Amargo

Todos los panelistas presentaron umbrales iguales o menores al grupal (ver Anexo, Tabla 1A) y no presentaron problemas con la identificación de los gustos básicos por lo que continuaron con el entrenamiento (N = 24).

Pruebas Triangulares

Para evaluar la capacidad discriminante se realizaron pruebas triangulares. Las muestras utilizadas fueron: refresco de cola, papas fritas, chorizo de Pamplona, jamón de pierna, chicharrones y jugo de tomate; evaluándose tres marcas diferentes de cada alimento. Los resultados de las pruebas triangulares se muestran en la Tabla 6.4. De esta etapa se seleccionaron únicamente los panelistas con un porcentaje de aciertos en el total de las pruebas $\geq 55\%$, siendo seleccionados el 76% de participantes (N = 19).

Tabla 6.4 Aciertos y porcentajes obtenidos por los panelistas en la prueba triangular

No. Juez	Aciertos	Porcentaje (%)
1	4	16.7
2	14	58.3
3	20	83.3
4	21	87.5
5	12	50.0
6	19	79.2
7	22	91.7
8	20	83.3
9	18	75.0
10	10	41.7
11	17	70.8
12	16	66.7
13	15	62.5
14	16	66.7
15	18	75.0
16	16	66.7
17	16	66.7
18	13	54.2
19	15	62.5
20	14	58.3
21	18	75.0
22	16	66.7
23	11	45.8
24	14	58.3

NOTA: Las filas sombreadas corresponden a los participantes que tuvieron menos del 55% de aciertos

Memoria Olfativa

En esta prueba participaron las personas que en las pruebas triangulares presentaron $\geq 55\%$ de aciertos.

En la prueba de reconocimiento de olores y de memoria olfativa se evaluaron olores comunes como: café, cebolla, canela, clavo, limón, menta, notas verdes, orégano, pimienta; y las notas cárnicas: humo, pollo y res. En esta prueba se seleccionaron los panelistas con un porcentaje de aciertos $\geq 75\%$.

Los resultados se muestran en la Tabla 6.5, en ella se puede observar que el 100% de los participantes pudieron identificar los olores y notas arriba mencionadas.

Sin embargo, hubo panelistas que no pudieron continuar con la siguiente etapa, por causas ajenas al proyecto.

Tabla 6.5 Total de aciertos y porcentajes obtenidos por cada panelista en la prueba de olores

Juez	Aciertos	Porcentaje
3	12	92.3
4	13	100.0
5	12	92.3
7	13	100.0
8	12	92.3
9	12	92.3
10	12	92.3
12	10	76.9
13	11	84.6
14	12	92.3
15	12	92.3
16	11	84.6
17	11	84.6
18	11	84.6
20	13	100.0
21	12	92.3
22	10	76.9
23	11	84.6
25	11	84.6

NOTA: Las filas sombreadas corresponden a los participantes que no continuaron con el entrenamiento

Con base en los resultados de las pruebas de umbral, pruebas triangulares y de memoria olfativa se seleccionaron 14 panelistas, que presentaron:

- ✓ Un buen estado de salud
- ✓ Disponibilidad de horario
- ✓ Un umbral igual o menor al del grupo
- ✓ Un porcentaje de aciertos en las pruebas triangulares $\geq 55\%$ y en la identificación de olores $\geq 75\%$

Estos panelistas continuaron con la etapa de entrenamiento.

6.2.2 Entrenamiento del panel

La primera etapa del entrenamiento fue la generación de descriptores para la evaluación de las muestras en estudio, en ésta participaron los jueces seleccionados previamente (N = 14).

La generación de descriptores se llevó a cabo en dos sesiones grupales, posteriormente en dos sesiones más, se revisaron y seleccionaron los descriptores así como sus definiciones y la forma de evaluación.

En carne cruda se evaluaron los atributos de apariencia como color (rosado - rojo ladrillo), fibrosidad, brillo, grasa superficial, grasa intramuscular, contenido de nervio (estriado), jugosidad y homogeneidad, mientras que en textura se evaluó la dureza, cohesividad, fibrosidad y jugosidad, así como la intensidad de olor (Tabla 6.6)

Por otro lado, en carne cocida se evaluaron en apariencia la homogeneidad, color, grasa superficial, grasa intramuscular, jugosidad, brillo, contenido de nervio y fibrosidad; en textura dureza, masticabilidad, cohesividad, fibrosidad, jugosidad, así como la intensidad de olor y sabor (Tabla 6.7).

Tabla 6.6 Descriptores sensoriales de la carne de bovino cruda

APARIENCIA	ESCALA	DEFINICIÓN
Color rosado - rojo ladrillo	Claro - oscuro	Color rosado-rojo ladrillo típico en la carne cruda de bovino
Fibrosidad	Poca - mucha	Número de fibras en la carne
Brillo	Opaco - brillante	Se evalúa la luminosidad (cantidad de luz reflejada por la muestra)
Grasa superficial	Poca - mucha	Se refiere a aquella grasa que se puede separar fácilmente de la superficie de la carne
Grasa intramuscular	Poca - mucha	Presencia de grasa dentro de las fibras de carne
Con nervio (estriado)	Poco - mucho	Presencia de tejido conectivo (zonas blancas entre las fibras de la carne)
Jugosidad	Seco - jugoso	Seco se refiere a una carne que no presenta humedad superficial y jugoso se refiere a una carne con apariencia húmeda

Homogeneidad	Heterogéneo - homogéneo	Homogéneo se refiere a un trozo de carne magra y heterogénea a la presencia de grasa y tejido conectivo.
OLOR		
Intensidad	Poco - mucho	Se refiere a lo intenso del olor de la muestra, independientemente de que el mismo sea esperado o anómalo.

Tabla 6.7 Descriptores sensoriales de la carne de bovino cocida

APARIENCIA	ESCALA	DEFINICIÓN
Homogeneidad	Heterogéneo - homogéneo	Homogéneo se refiere a un trozo de carne magra y heterogénea a la presencia de grasa y tejido conectivo.
Color marrón	Claro - oscuro	Color marrón -rosado típico en la carne de bovino.
Grasa superficial	Poca - mucha	Se refiere a aquella grasa que se puede separar fácilmente de la superficie de la carne
Grasa intramuscular	Poca - mucha	Presencia de grasa dentro de las fibras de carne
Con nervio (estriado)	Poco - mucho	Presencia de tejido conectivo (zonas blancas entre las fibras de la carne)
Fibrosidad	Poca - mucha	Número de fibras en la carne
Jugosidad	Seco - jugoso	Seco se refiere a una carne que no presenta humedad superficial y jugoso se refiere a una carne con apariencia húmeda
Brillosidad	Opaco - brillante	Se evalúa la luminosidad (cantidad de luz reflejada por la muestra)
TEXTURA EN BOCA		
Dureza	Tierna - Dura	Fuerza necesaria para penetrar la carne con los dientes incisivos
Masticabilidad	Poco-mucho	Número de mordiscos necesarios para preparar la carne antes de poder deglutirla
Fibrosidad	Poco - mucho	Sensación de hebras en la boca al masticar la carne
Jugosidad	Jugoso-seco	Cantidad de jugo que desprende la carne al ser masticada
SABOR		
Intensidad	Poco - mucho	Se refiere a lo intenso del sabor de la muestra, independientemente de que el mismo sea esperado o anómalo.
OLOR		
Intensidad	Poco - mucho	Se refiere a lo intenso del olor de la muestra, independientemente de que el mismo sea esperado o anómalo.

Para la cuantificación de los atributos se utilizó una escala estructurada con estándares de 9 puntos, siendo 1 la percepción más baja, 5 la intermedia y 9 la más alta.

En las sesiones grupales se acordó la metodología de evaluación de los cortes:

- En apariencia se utilizó de un trozo de carne de tamaño regular (10*15 cm) el color y el olor, además se presentaron muestras como imágenes para cada atributo.
- Para evaluar textura cruda se utilizó un trozo de tamaño regular (10*15cm) presionarán la muestra sobre el plato sin ejercer mucha fuerza para no deformar la muestra. Fibrosidad y cohesividad evaluarán pasando el dedo índice de lado a lado del corte. En el caso de humedad colocaran el trozo sobre una servilleta para observar que tanto moja sin presionar la muestra sobre el papel. La intensidad de la jugosidad se evaluaba considerando el % de del área de la muestra que mojaba el papel, así por ejemplo si la muestra mojaba el 50% de la superficie del papel el valor de jugosidad correspondía a 4.5.
- Para la evaluación de textura en boca, a cada juez se dio un trozo de aproximadamente 3 cm de largo por 2 de ancho y 0.5 de alto; de tal manera que se llevaron cada trozo a la boca y mordieron primero con los incisivos para determinar dureza y después masticando la muestra evaluaron el resto de los atributos, tal como se describe en la Tabla 6.7
- Para el sabor se probaran los trozos, masticándolos para percibir estos atributos.

Los coeficientes de variación de los resultados de las primeras evaluaciones para los atributos de apariencia cruda y apariencia cocida se muestran en las Figuras 6.4 y 6.5 (Ver Tablas 13 y 14 del anexo). Todas las evaluaciones se realizaron con cortes frescos, es decir, sin refrigerar.

Los resultados de apariencia que presentaron mayor dificultad en su evaluación fueron grasa superficial e intramuscular y contenido de nervio, con CV mayores a 40%. El resto de los atributos (homogeneidad, jugosidad, color, brillo y fibrosidad) presentó un coeficiente de variación menor o igual al 30%.

Con estos resultados se puede observar que los atributos en los cuales se requerirán estándares a lo largo de toda la escala para anclar las distintas intensidades fueron grasa superficial e

intramuscular y contenido de nervio, para estos atributos no solo se les presentaron las muestras estándares, sino que a lo largo de todas las evaluaciones se les presentaron imágenes que ejemplificaran diferentes intensidades.

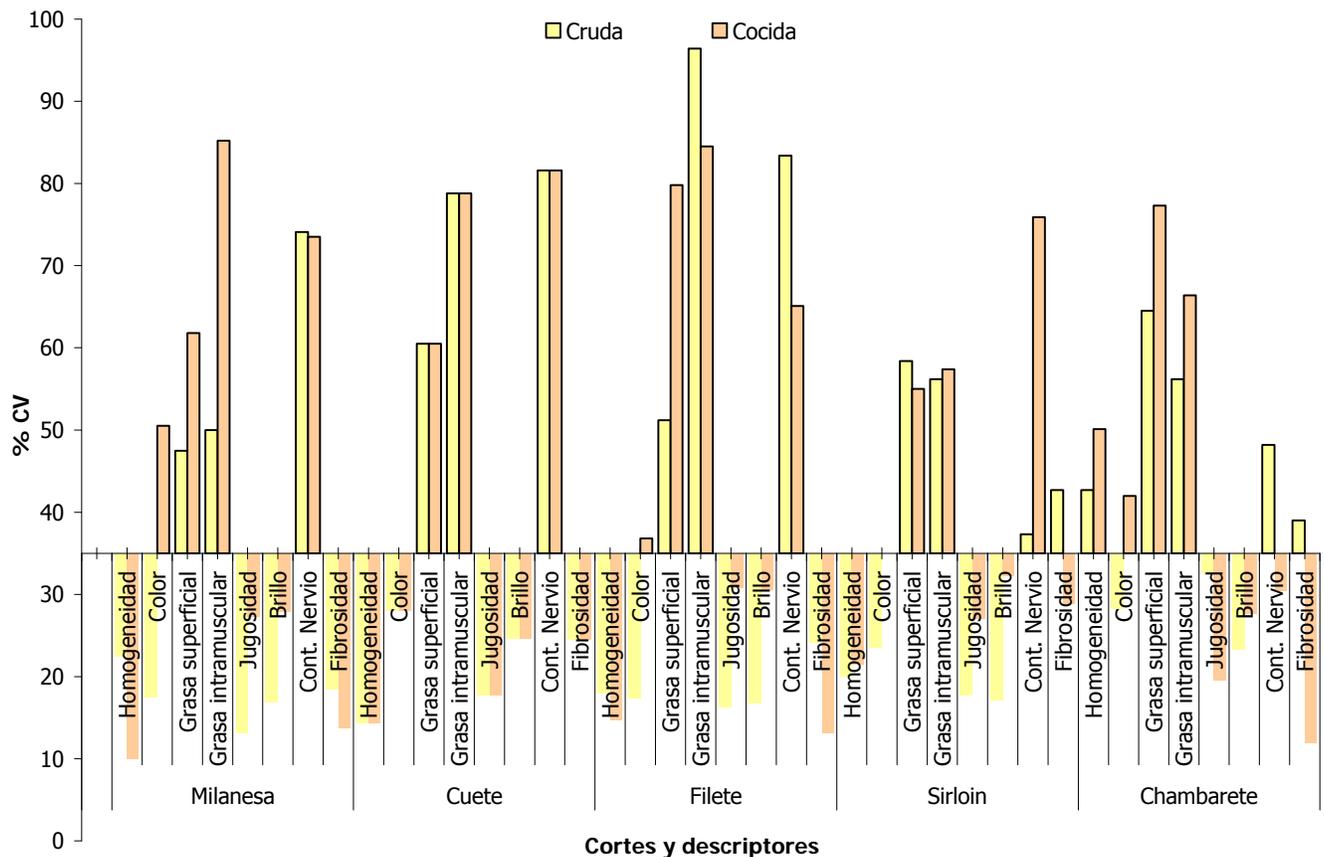


Figura 6.4. %CV de los primeros resultados de apariencia en cortes de bovino

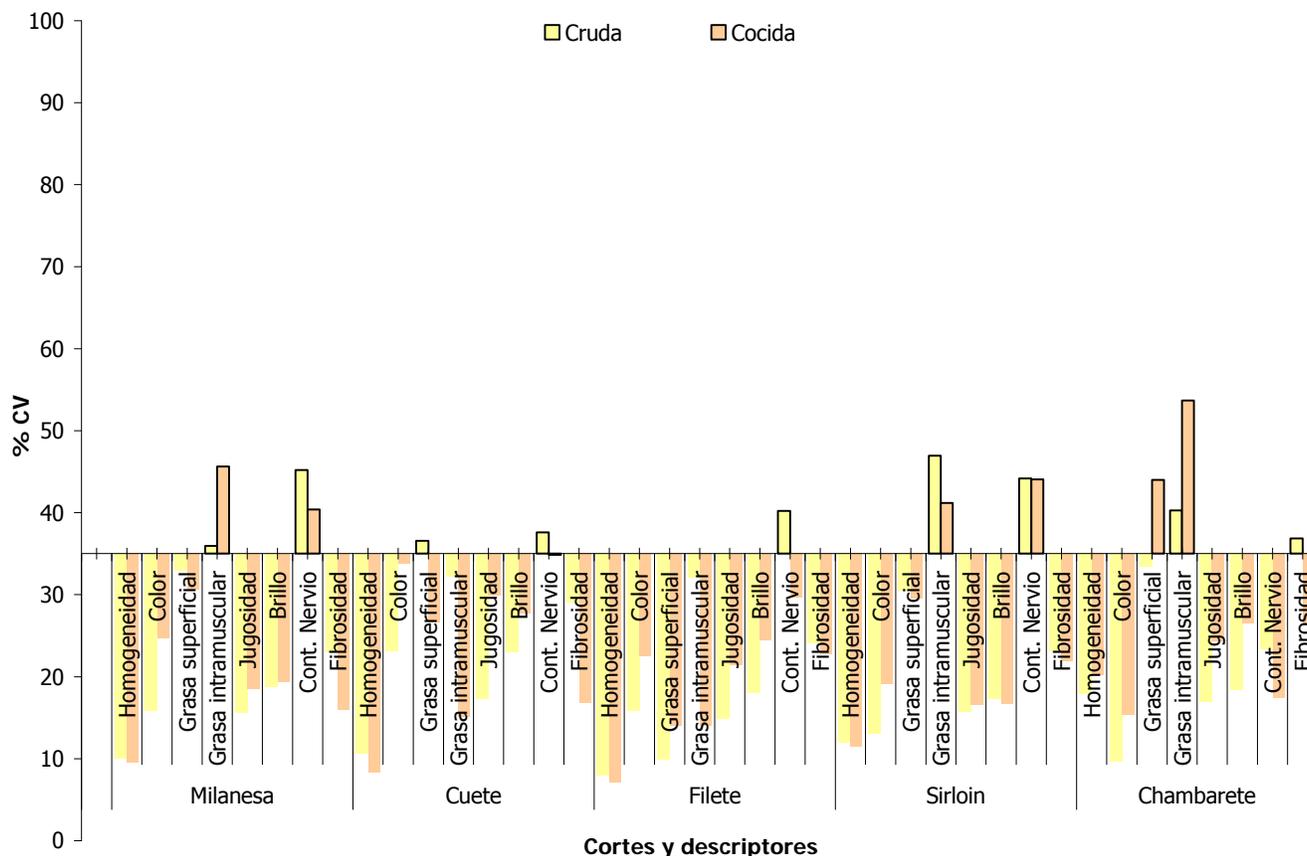


Figura 6.5 %CV de los resultados finales de apariencia, antes de iniciar el tiempo cero

Se realizaron 3 evaluaciones más, dando entrenamiento personal a los jueces cuyo % de CV más dispersión presentaba del grupo con la finalidad de que se entendiera completamente la manera de evaluación, se familiarizaran con las escalas y comprendieran los atributos y de esta manera disminuir los CV, de tal forma que al iniciar con el tiempo cero de los cortes de alto precio todos los atributos tuvieran un CV cercano al 35% o menor.

Como se puede observar en la Figura 6.5 y 6.7 se logro el objetivo en cuatro de los cinco cortes. El chambearte fue el corte que presento una mayor dificultad de evaluación para el panel en los atributos de grasa superficial e intramuscular.

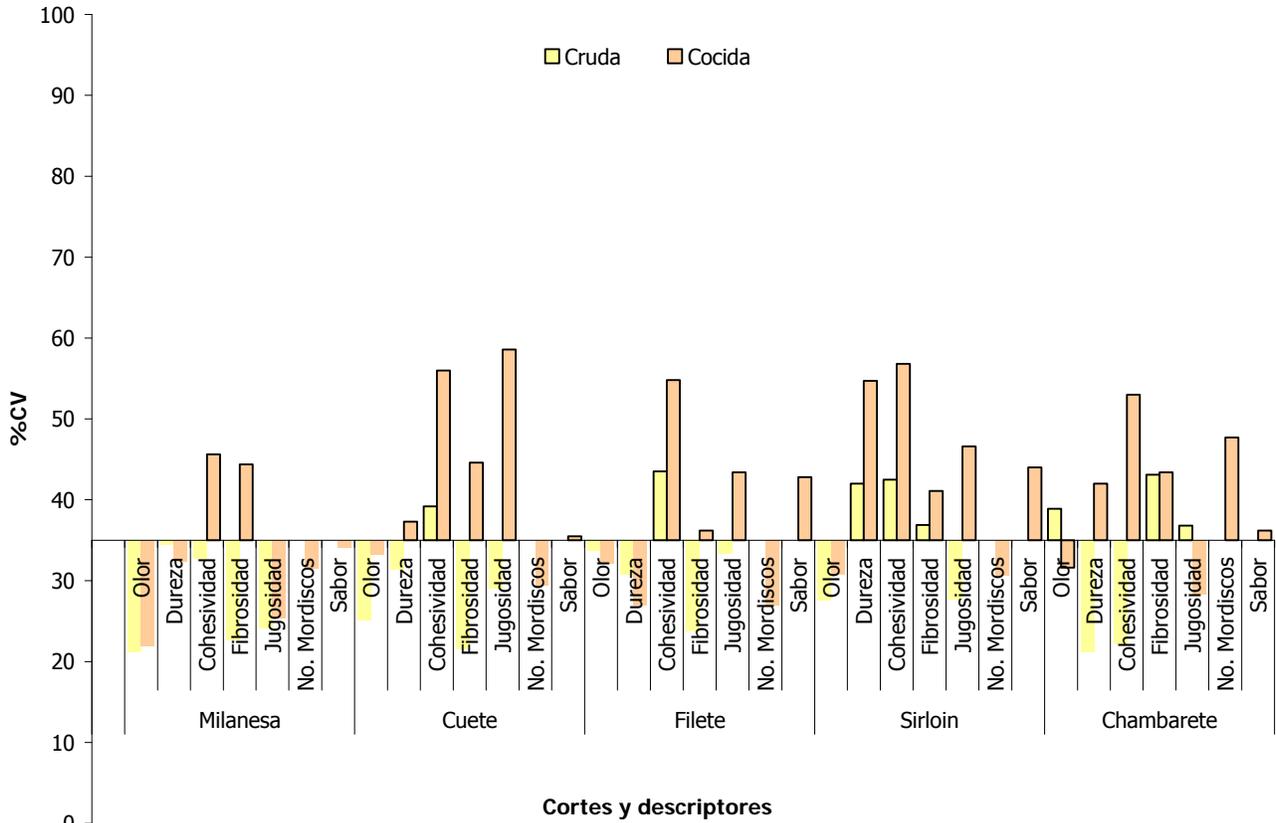


Figura 6.6 %CV de los primeros resultados de textura en cortes de bovino

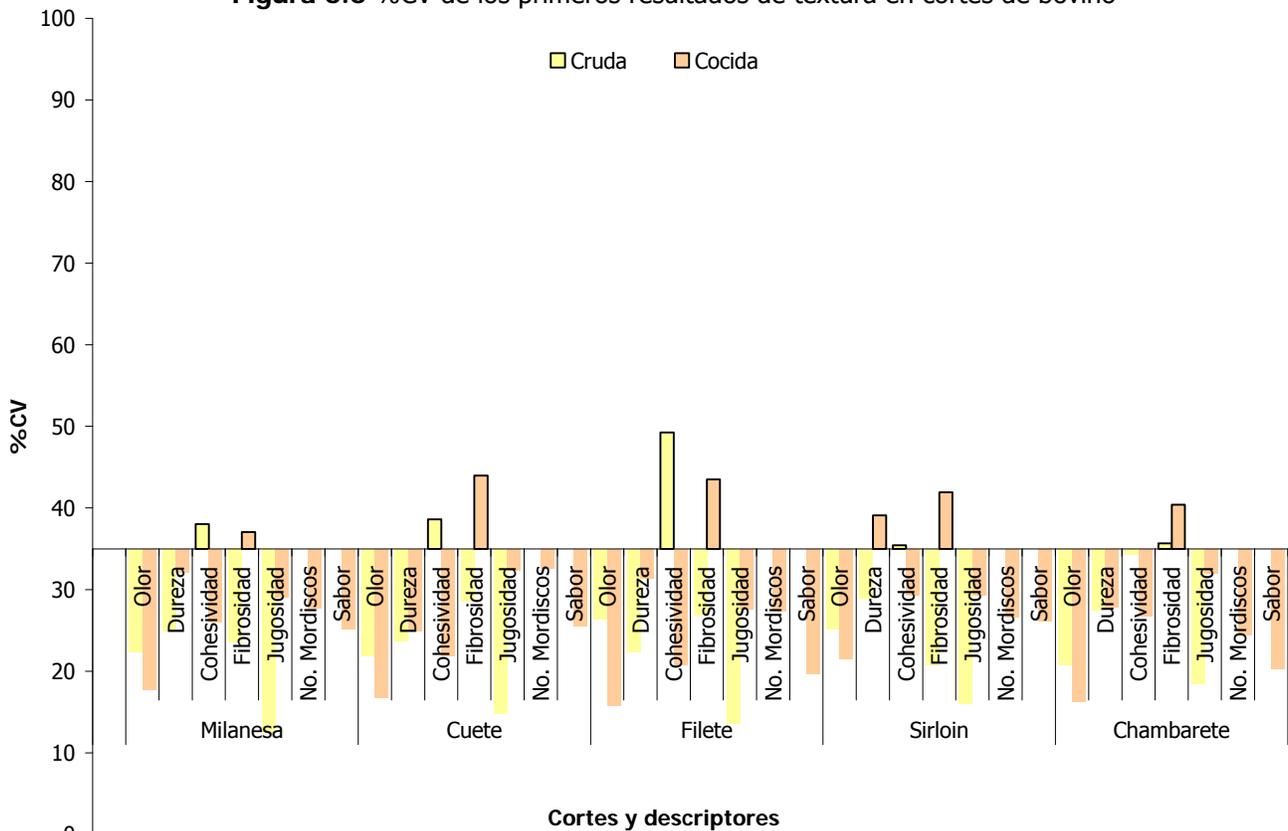


Figura 6.7 %CV de los resultados finales de textura, antes de iniciar el tiempo cero

Una vez finalizada la etapa de entrenamiento del panel se continuó con la evaluación de las muestras en estudio.

6.3 Cortes de alto precio

6.3.1 Comparación de la evaluación sensorial entre cortes al tiempo cero

Los resultados de la comparación de los cortes en estudio se muestran en las Tablas 6.8, 6.9, 6.10 y 6.11. Los atributos de apariencia de los cortes en crudo (Tabla 6.8), mostraron que la muestra más homogénea fue el filete, esto se debe a que el filete se extrae del costado del lomo y es un corte más magro, además este corte presento la menor cantidad de grasa tanto superficial como intramuscular, por otro lado, la muestra menos homogénea fue el chambarete misma que presentó el mayor contenido de grasa intramuscular.

El color de las muestras vario de rosado (cuete) a rojo siendo las muestras con mayor intensidad de color el filete y chambarete, la variación del color se puede explicar debido a la oxidación que presenta la mioglobina, proteína que juega un papel fundamental en la coloración de la carne. Esto concuerda con lo reportado por McDonald, Sun y Kenny (2000), que encontraron una disminución en la coloración rosa – rojo en muestras de carne bovina envasada al vacío y almacenada en refrigeración. Otra explicación a la variación de color es debida a la zona de la que es extraído el corte, así por ejemplo el corte de filete se extrae del costado del lomo y el chambarete de la parte inferior de las patas traseras (Figura 6.8) que es una zona que por naturaleza se encuentra en mayor movimiento.

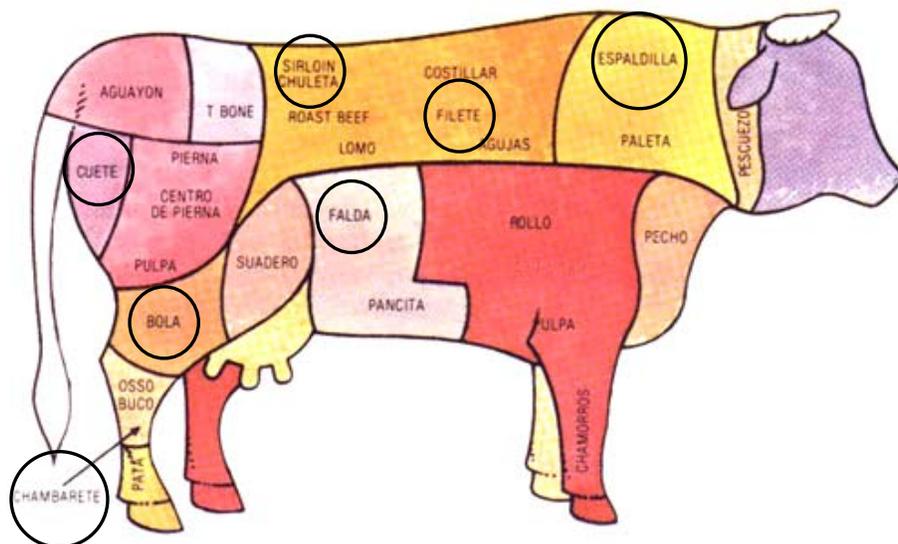


Figura 6.8 Ubicación de los diferentes cortes de bovino

En jugosidad, no se observó diferencia significativa entre las muestras aunque el cuete fue el que presentó las mayores puntuaciones lo cual contribuyo a que fuera la muestra más jugosa y más brillante (hay que recordar que la evaluación de brillante se llevo a cabo en una escala de opaco a brillante, evaluándose como la cantidad de luz reflejada por la muestra) , por otro lado, en la evaluación del contenido de nervio el filete mostró la menor presencia mientras que el sirloin y el chambarete presentaron una intensidad intermedia para este atributo; por último el cuete y chambarete fueron las muestras menos fibrosas mientras que el resto de las muestras presentaron una intensidad intermedia para este atributo.

Tabla 6.8 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cruda

	Homogeneidad	Color	Grasa Sup.	Grasa Intr.	Jugosidad	Brillo	Cont Nervio	Fibrosidad
milanesa	5.4 ± 0.7 ^b	5.0 ± 0.6 ^b	4.1 ± 1.0 ^{bc}	2.5 ± 1.2 ^b	5.8 ± 0.6 ^a	5.8 ± 0.5 ^{ab}	3.3 ± 2.0 ^b	4.0 ± 0.9 ^b
cuete	5.3 ± 1.4 ^{ab}	3.6 ± 1.0 ^a	4.0 ± 1.3 ^b	2.5 ± 0.9 ^b	7.0 ± 0.8 ^a	6.8 ± 1.0 ^c	2.9 ± 1.1 ^b	2.9 ± 1.9 ^a
filete	7.7 ± 0.5 ^c	5.8 ± 0.9 ^c	1.0 ± 0.0 ^a	1.1 ± 0.3 ^a	5.5 ± 1.1 ^a	5.5 ± 1.1 ^{ab}	1.5 ± 0.6 ^a	4.3 ± 1.0 ^b
sirloin	4.8 ± 1.1 ^{ab}	4.4 ± 1.0 ^b	5.0 ± 1.7 ^c	2.7 ± 1.1 ^b	6.2 ± 1.0 ^a	6.3 ± 1.2 ^{bc}	4.8 ± 2.6 ^c	4.7 ± 0.9 ^b
chambarete	4.6 ± 0.6 ^a	6.2 ± 0.4 ^c	3.6 ± 1.7 ^b	3.5 ± 1.1 ^c	6.4 ± 0.6 ^a	6.3 ± 1.0 ^{abc}	5.6 ± 1.4 ^c	2.8 ± 1.2 ^a

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

La representación gráfica de los resultados de apariencia en carne cruda se muestra en la Figura 6.9, en ella se observa que cada corte presenta un perfil sensorial que diferencia a cada muestra. No se ve una tendencia clara para ningún corte en ninguno de los atributos evaluados, así por ejemplo es el filete el corte que presenta mayor homogeneidad y esto se puede entender debido a que también es el corte que presente el menor contenido de nervio y grasa superficial presenta. Por otro lado podemos ver que fue el chambarete el que presentó mayor contenido de nervio y grasa superficial

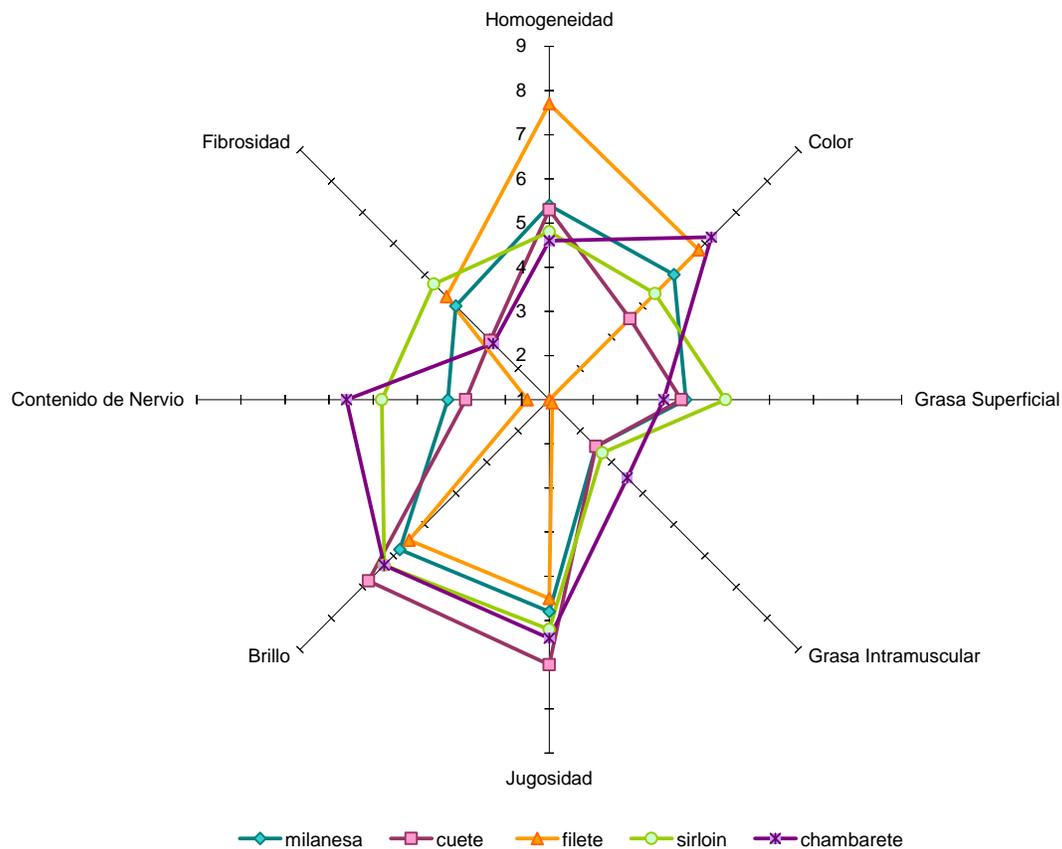


Figura 6.9 Perfil sensorial de los atributos de apariencia de cortes de bovino en carne cruda

La textura, considerada de forma global, incluye un conjunto de sensaciones de las cuales el consumidor confiere una mayor importancia a la ternura o bien si se considera de forma antagónica, a la dureza, como principal atributo de la textura ya que es uno de los criterios determinantes de la calidad de la carne. Tal es así, que la ternura determina no sólo el precio de la carne, sino que además la clasificación en categorías comerciales de la carne resultante del despiece, se basa fundamentalmente en la ternura potencial. Chambers y Bowers (1993), afirman que la ternura decide el valor comercial de la carne, y Boleman et. al., (1995) confirman que el consumidor paga por ternura.

Al comparar la textura de los cortes en carne cruda (Tabla 6.9), se observó que la muestra menos dura fue la milanesa y las más duras el cuete y el chambarete, por otro lado la muestra menos jugosa fue el filete. En general no se observaron diferencias significativas en la cohesividad, fibrosidad y olor de las muestras. La representación gráfica del perfil generado para cada corte se muestra en la Figura 6.10, observándose que el filete presenta un perfil diferente siendo la jugosidad el atributo que lo diferencia claramente del resto de las muestras.

Tabla 6.9 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura y olor en carne cruda

	Dureza	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad	Olor
milanesa	3.0 ± 0.8 ^a	2.7 ± 1.7 ^a	3.7 ± 1.0 ^a	6.9 ± 0.8 ^b	5.0 ± 1.6 ^a
cuete	4.7 ± 1.1 ^c	3.2 ± 1.4 ^a	3.2 ± 1.8 ^a	6.3 ± 1.3 ^b	4.2 ± 1.2 ^a
filete	4.2 ± 1.1 ^{bc}	3.0 ± 2.1 ^a	4.0 ± 0.9 ^a	3.7 ± 1.3 ^a	4.2 ± 1.4 ^a
sirloin	3.5 ± 1.1 ^{ab}	2.2 ± 1.3 ^a	4.8 ± 0.7 ^a	7.0 ± 1.1 ^b	5.1 ± 2.0 ^a
chambarete	4.6 ± 1.0 ^c	3.1 ± 1.6 ^a	3.7 ± 1.7 ^a	6.7 ± 0.7 ^b	5.2 ± 1.2 ^a

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.
Los resultados son un promedio de 12 réplicas

En la Figura 6.10 están representados de manera grafica los valores obtenidos para los atributos de textura en carne cruda, en general los cinco cortes presentan un perfil similar para los diferentes atributos evaluados, siendo el filete el que menor jugosidad presenta. En el atributo de dureza se encontró la mayor variabilidad entre las muestras, siendo el corte menos duro la milanesa.

Sañudo (1993), indica que la dureza es una cualidad sensorial especialmente importante en el bovino y no así en otras especies; de hecho, la alteración más frecuente en la calidad de la carne de bovino es lo que se conoce como carnes DFD (secas, duras y oscuras) siendo prácticamente anecdóticos los casos contrarios, carnes PSE (exudativas, blandas y pálidas).

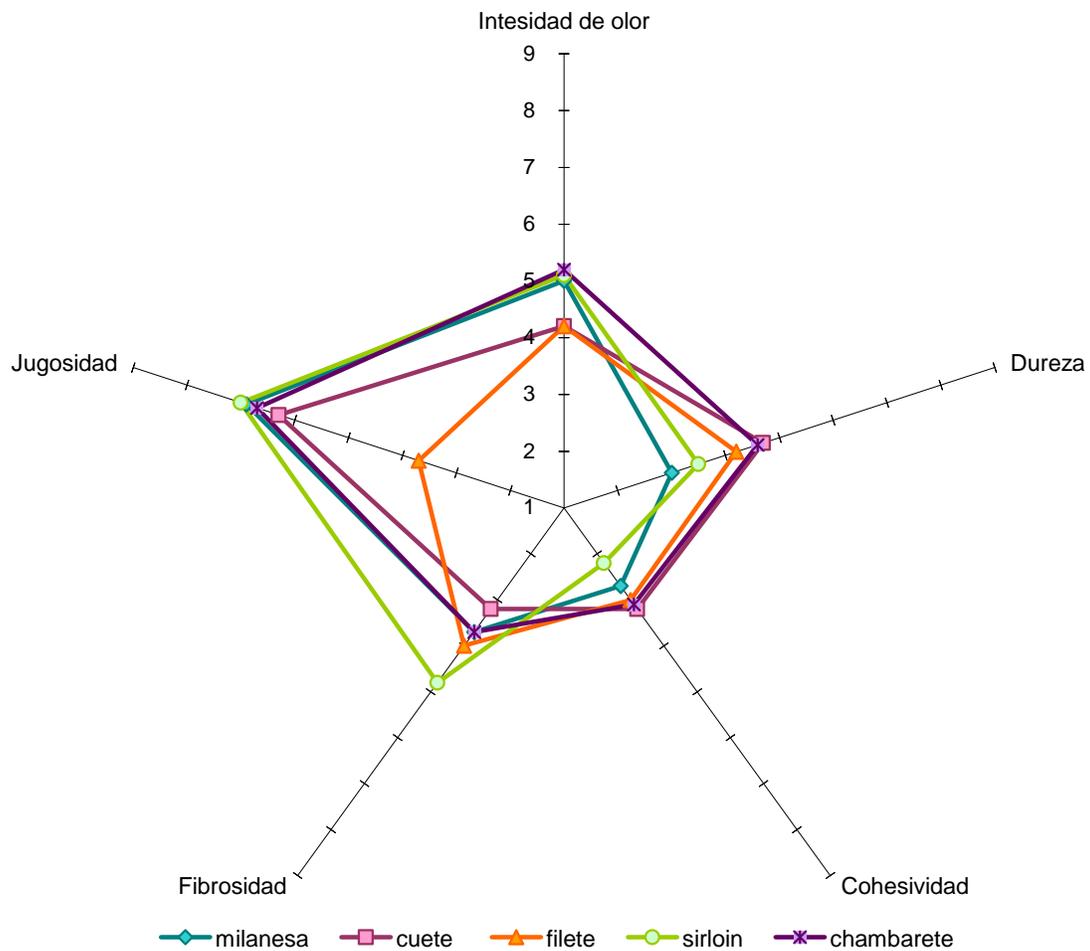


Figura 6.10 Perfil sensorial de los atributos de textura de cortes de bovino en carne cruda

Los resultados de los atributos de apariencia de la carne cocida se muestran en la Tabla 6.10, en ella se puede observar que las muestras no mostraron diferencia significativa en los atributos de brillo y fibrosidad, sin embargo se observó que la muestra menos homogénea fue el chambarete y las más homogéneas fueron el cuete y el filete, resultado que coincide con lo ya observado en la muestra en crudo para chambarete y filete.

La variación del color coincide con lo observado en la muestra en crudo, sin embargo debido al proceso de cocción el color paso de rosado a marrón claro para el cuete y de rojo a marrón (Pantone 4715C), en el filete y chambarete. Los resultados coinciden con lo reportado por Boles y Swan (2002), estos investigadores encontraron que después de haber sido sometida a cocción una carne que estuvo en refrigeración previa, la luminosidad de color disminuía así como la intensidad de color rojo. Así mismo, McDonald, Sun y Kenny (2000) al evaluar cortes de carne

de bovino por un panel entrenado, encontraron que la carne sometida a cocción presentaba una coloración más oscura y además fueron preferidas por los panelistas.

La apreciación visual de la grasa superficial mostró que el filete presentó el menor contenido y sirloin el mayor contenido (ya observado en las muestras en crudo), en la grasa intramuscular el chambarete es el que presenta el mayor contenido, sin embargo en el resto de las muestras ya no se observan las diferencias que mostraban en crudo.

En jugosidad se observó que tanto la milanesa como el chambarete fueron las más jugosas, esto se puede deber a que al ser las muestras con mayor contenido graso esto contribuyera a que se observara una mayor mancha en el papel (hay que recordar que la jugosidad se evaluó de seca a jugosa; donde seco se refiere a una carne que no presenta humedad superficial y jugoso se refiere a una carne con apariencia húmeda), por otro lado ya no se observa diferencia en el brillo debido a que el cocimiento de las muestras incrementó el contenido de agua en la superficie de las mismas. Por otro lado el chambarete continuó siendo la muestra con el mayor contenido de nervio, sin embargo en el resto de las muestras no se observó diferencia.

Tabla 6.10 Resultados de de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cocida

	Homogeneidad	Color	Grasa Sup.	Grasa Intr.	Jugosidad	Brillo	Cont Nervio	Fibrosidad
milanesa	6.4 ± 0.7 ^b	3.5 ± 0.9 ^{bc}	4.6 ± 0.5 ^c	2.0 ± 1.0 ^a	6.2 ± 0.7 ^b	6.0 ± 0.8 ^a	1.8 ± 0.7 ^a	5.0 ± 1.0 ^a
cuete	7.4 ± 1.1 ^c	2.1 ± 0.8 ^a	3.1 ± 1.3 ^b	1.3 ± 0.4 ^a	5.2 ± 0.9 ^a	5.1 ± 1.2 ^a	2.1 ± 0.9 ^a	4.7 ± 2.2 ^a
filete	8.0 ± 0.7 ^c	3.8 ± 0.8 ^c	1.1 ± 0.2 ^a	1.1 ± 0.3 ^a	5.5 ± 0.8 ^a	5.3 ± 1.2 ^a	1.4 ± 0.7 ^a	5.0 ± 1.0 ^a
sirloin	6.5 ± 1.1 ^b	2.9 ± 0.9 ^b	4.4 ± 1.5 ^c	1.3 ± 0.5 ^a	5.4 ± 0.8 ^a	5.4 ± 0.9 ^a	1.7 ± 1.0 ^a	4.5 ± 1.2 ^a
chambarete	4.2 ± 1.2 ^a	3.8 ± 0.5 ^c	4.4 ± 2.0 ^c	3.4 ± 2.1 ^b	6.1 ± 0.7 ^b	6.0 ± 1.1 ^a	5.9 ± 1.6 ^b	4.2 ± 1.3 ^a

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

El perfil sensorial de los atributos de apariencia cocida de los diferentes cortes se observa en la Figura 6.11, de nuevo el perfil del chambarete sobresale del resto de los cortes, teniendo el valor más alto tanto en el contenido de nervio (con intensidad media alta) como en la grasa intramuscular (con intensidad media), en brillo y jugosidad también presentó una intensidad alta, sin embargo en estos atributos lo acompaña la milanesa.

La mayor dispersión de datos se observa en los atributos de color y homogeneidad, presentándose diferencias significativas entre los cortes, con una variación en intensidades de media a alta.

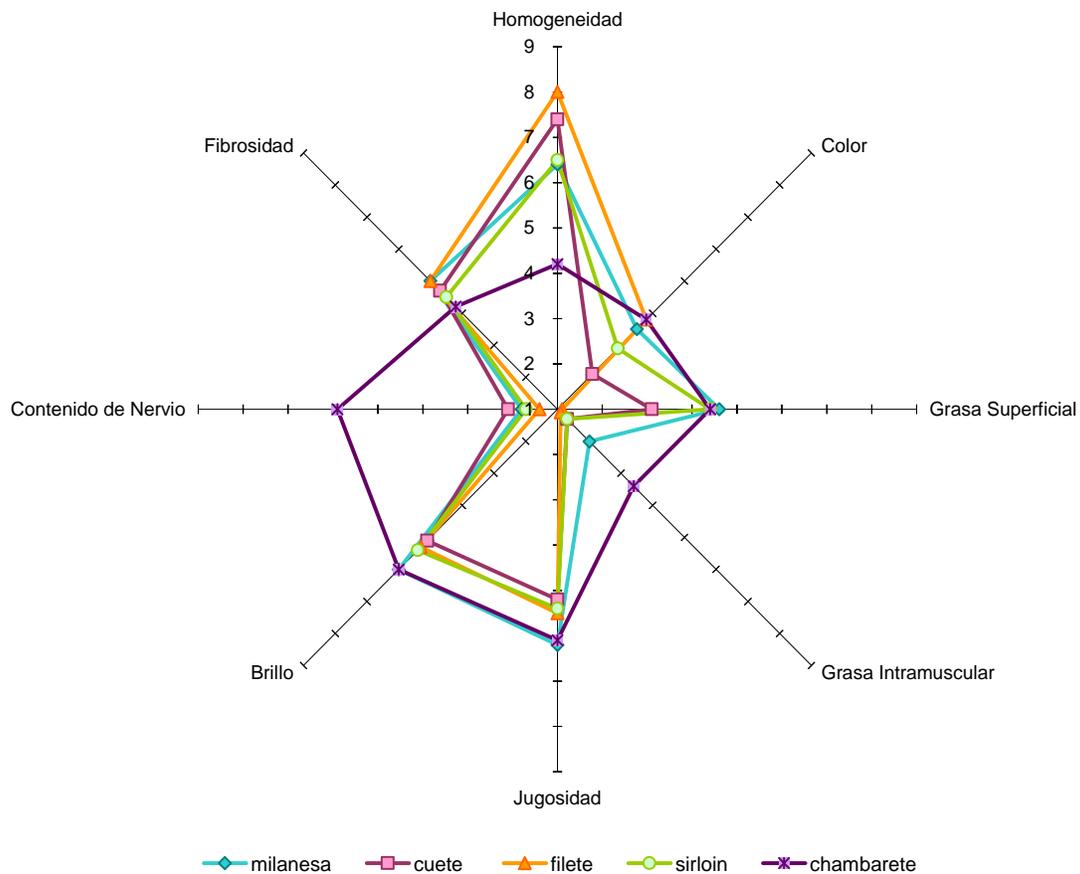


Figura 6.11 Perfil sensorial de los atributos de apariencia de cortes de bovino en carne cocida

La ternura-dureza de la carne se puede definir como la facilidad-dificultad con que la carne se puede cortar y masticar. A ella contribuyen la proteínas miofibrilares y sarcoplásmicas, la naturaleza y contenido en colágeno y la riqueza en grasa infiltrada (Tornberg, 1996). Los resultados de la evaluación de la textura de la carne cocida, la cual se evaluó en boca, se muestran en la Tabla 6.11 observándose que la muestra menos dura y fibrosa fue la milanese y la más dura y masticable el filete aunque con una intensidad intermedia, por otro lado en cohesividad y fibrosidad no se observó diferencia significativa entre las muestras, lo mismo que en el sabor, sin embargo en el olor aunque todas las muestras presentaron una intensidad intermedia el sirloin fue significativamente menor. Para Dransfiel *et. al.*, (1984) y Seideman *et. al.*, (1989), la ternura es la característica más importante de la calidad sensorial de la carne, desde el punto de vista de los consumidores.

Al hablar de la jugosidad de la carne se pueden distinguir dos estadios. En primer lugar aparece una jugosidad inicial, que produce una sensación de humedad al inicio de la masticación, debido a una rápida liberación de jugo, y esta jugosidad depende básicamente de la capacidad de

retención de agua de la carne. Posteriormente, aparece una jugosidad continuada, mantenida o sostenida, la cual está determinada por la cantidad de grasa que esa carne posea. Además la grasa estimula la secreción de la saliva y según algunos autores (Jennings *et. al.* 1978; Honikel, 1987; Sañudo, 1993), la carne de los animales con mayor estado de engrasamiento es más jugosa. Esto podría explicarse por el efecto que la grasa intramuscular ejerce sobre la microestructura, permitiendo la retención de una mayor cantidad de agua (Hamm, 1960). En este estudio se observó que la jugosidad de las muestras percibida fue mayor, debido a que la grasa estimula la salivación.

Tabla 6.11 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura, sabor y olor en carne cocida

	Dureza	Masticabilidad	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad	Sabor	Olor
milanesa	2.0 ± 0.9 ^a	3.8 ± 0.8 ^a	2.3 ± 0.9 ^a	3.5 ± 1.8 ^a	4.5 ± 1.0 ^a	4.4 ± 1.1 ^a	6.1 ± 1.2 ^b
cuete	3.9 ± 1.1 ^{bc}	4.7 ± 0.8 ^b	3.2 ± 2.1 ^a	5.0 ± 1.8 ^b	5.0 ± 1.6 ^a	4.5 ± 0.9 ^a	6.3 ± 0.8 ^b
filete	4.3 ± 1.4 ^c	5.1 ± 1.3 ^b	3.5 ± 2.0 ^a	5.1 ± 1.2 ^b	4.5 ± 1.6 ^a	5.1 ± 1.0 ^a	5.4 ± 1.0 ^{ab}
sirloin	3.3 ± 1.4 ^b	5.0 ± 1.2 ^b	3.9 ± 1.6 ^a	3.9 ± 1.5 ^{ab}	4.6 ± 1.5 ^a	4.2 ± 1.3 ^a	4.9 ± 2.0 ^a
chambarete	3.8 ± 1.1 ^{bc}	4.5 ± 1.0 ^{ab}	3.0 ± 1.8 ^a	4.0 ± 1.6 ^{ab}	5.0 ± 0.8 ^a	4.8 ± 1.1 ^a	5.9 ± 1.1 ^b

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

El perfil sensorial de los cortes de los atributos de textura, sabor y olor se presentan en la Figura 6.12. En ella se pueden observar perfiles muy similares entre los diferentes cortes, aún con el chambarete, que como ya se ha visto fue el corte que presentó mayor diferencia en diferentes atributos a lo largo del estudio, sin embargo se aprecia una mayor dispersión de datos en el atributo de masticabilidad. En general, la milanesa fue el corte menos duro, masticable, cohesivo y fibroso de entre los evaluados.

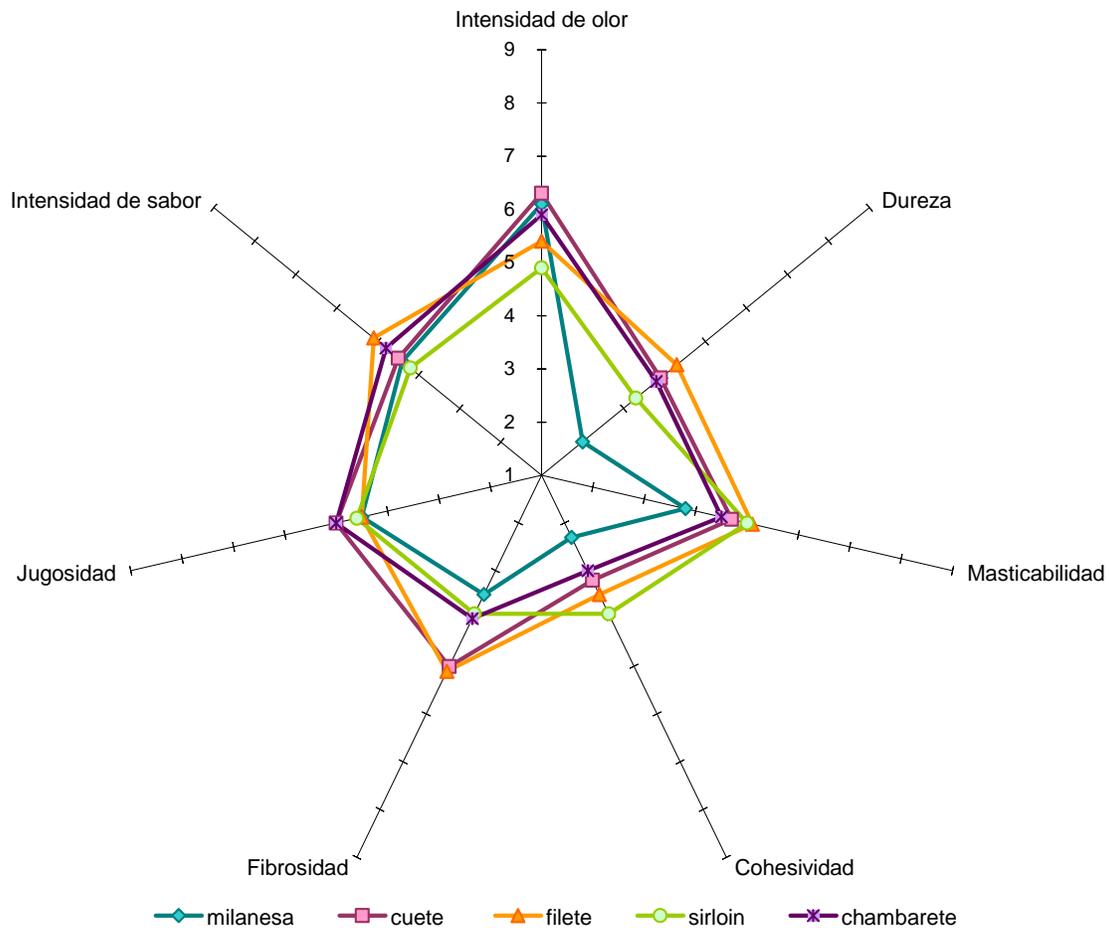


Figura 6.12 Perfil sensorial de los atributos de textura de cortes de bovino en carne cocida

En general se puede decir que las muestras almacenadas en refrigeración (tiempo cero), presentaron perfiles que permitieron diferenciar a los distintos cortes, esto se podría explicar por el hecho de que cada corte proviene de una zona diferente del animal, así por ejemplo la milanesa proviene de la bola, parte superior de la pierna trasera; el cuete se encuentra en la parte posterior de la pierna, arriba de la bola; el filete, como ya se ha mencionado se extrae del lomo; el sirloin es parte del lomo y de la pierna; y finalmente el chambarete que proviene de la parte media baja de las patas, lo que dependiendo del tipo de músculo presente, confiere diferencias en fibrosidad, dureza, masticabilidad, etc.

Por otro lado, se sabe que las ventajas de la congelación de la carne en lugar de la refrigeración incrementa el tiempo de almacenamiento y da una mayor flexibilidad de distribución (Lagersted *et. al.*, 2008). Sin embargo, para poder observar si la congelación afecta las características sensoriales en diferentes cortes a lo largo del tiempo, es necesario que se evalúen las muestras

asegurándose que cada corte provenga de un mismo animal, para garantizar que las diferencias que se observan son debidas a los cambios provocados por la congelación y no a la variabilidad que presenta la carne proveniente de diferentes animales, razas o a la edad de los mismos (Boles & Swan, 2002).

En este estudio se evaluaron muestras comerciales adquiridas en una cadena de supermercado y no se pudo obtener información sobre la procedencia de las mismas esto podría explicar que aún cuando se observaron cambios significativos en los diferentes atributos a lo largo del tiempo, en la mayoría de los cortes estudiados no se pudo observar una tendencia clara.

Sin embargo, entre los cortes de carnes refrigerados (cuete y filete) y congelados, los primeros resultaron ser más tiernos y jugosos, resultado similar a lo informado por Lagersted et. al., 2008.

6.3.2 Comparación de la evaluación sensorial entre cortes después de 12 semanas de congelación

Los resultados de la comparación de los cortes después de doce semanas de congelación se muestran en las Tablas 6.12, 6.13, 6.14 y 6.15.

Después de doce semanas de congelación los atributos de fibrosidad, homogeneidad y color evaluados en apariencia de las muestras en crudo (Tabla 6.12) fueron evaluados de manera más alta por el panel al compararse con el tiempo cero; es decir, las muestras fueron percibidas como más homogéneas, siendo nuevamente el filete el corte más homogéneo y el menos el chambarete, con respecto al color no existió diferencia significativa entre ambos cortes y en comparación a los resultados obtenidos en refrigeración, el color aumento en todos los cortes presentando una coloración rojo ladrillo. Este aumento de color, puede atribuirse al tiempo de almacenamiento al que fueron sometidas las piezas, si bien se mantuvieron en un congelador todo el tiempo del estudio, el congelador no estaba destinado únicamente al almacenamiento de estas piezas de carne, por lo que seguramente existían fluctuaciones en la temperatura, lo que pudieron provocar quemaduras por frío (Díaz, 1999). Otro atributo que aumentó a lo largo del tiempo fue la fibrosidad.

En el resto de los atributos, las evaluaciones fueron menores con respecto al tiempo cero, es importante señalar que aún así en el atributo de grasa superficial y jugosidad las diferencias estadísticas significativas entre cortes permanecieron constantes. Los cortes con menor contenido de nervio, grasa superficial en intramuscular fueron el cuete y el filete, lo cual justifica así mismo la mayor homogeneidad en este último; mientras que el mayor contenido de nervio lo presentó el chambarete.

En la jugosidad al igual que en el tiempo cero no se encontró diferencia significativa entre las muestras y se observa una ligera disminución de la misma con respecto a las muestras evaluadas en refrigeración, lo que puede deberse a una deshidratación de la carne debida al almacenamiento.

Tabla 6.12 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cruda después de doce semanas de congelación

	Homogeneidad	Color	Grasa Sup.	Grasa Intr.	Jugosidad	Brillo	Cont Nervio	Fibrosidad
milanesa	7.0 ± 0.6 ^c	5.7 ± 0.9 ^b	3.3 ± 1.8 ^{bc}	1.8 ± 1.0 ^a	5.0 ± 1.1 ^a	5.5 ± 1.4 ^a	2.2 ± 1.2 ^b	5.3 ± 0.8 ^b
cuete	8.0 ± 0.3 ^d	4.7 ± 1.1 ^a	2.5 ± 1.7 ^{ab}	1.5 ± 0.9 ^a	6.7 ± 0.9 ^b	6.6 ± 1.1 ^a	2.0 ± 0.6 ^{ab}	4.4 ± 0.8 ^{ab}
filete	8.3 ± 0.5 ^d	7.0 ± 0.9 ^c	1.7 ± 1.1 ^a	1.5 ± 1.3 ^a	6.3 ± 1.0 ^b	6.4 ± 1.0 ^a	1.3 ± 0.4 ^a	4.5 ± 1.3 ^{ab}
sirloin	6.0 ± 0.6 ^b	6.3 ± 0.8 ^{bc}	4.2 ± 1.1 ^c	2.2 ± 0.8 ^{ab}	6.2 ± 0.8 ^b	6.2 ± 0.5 ^a	2.3 ± 0.8 ^b	4.5 ± 0.9 ^{ab}
chambarete	4.9 ± 0.8 ^a	6.9 ± 0.6 ^c	2.8 ± 1.3 ^{ab}	2.9 ± 1.9 ^b	6.9 ± 0.7 ^b	6.8 ± 1.1 ^a	5.1 ± 1.3 ^c	3.7 ± 1.5 ^a

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

La representación gráfica de los resultados de apariencia en carne cruda después de doce semanas de congelación se muestra en la Figura 6.13, en esta gráfica se puede observar que cada uno de los cortes presenta un perfil particular, coincidiendo en valores bajos para el atributo de contenido de nervio (con excepción del chambarete), y en una alta homogeneidad donde nuevamente el chambarete fue el menos homogéneo. Para los atributos de brillo y jugosidad se observaron tendencias similares para los cinco cortes, siendo todos ellos brillantes y jugosos.

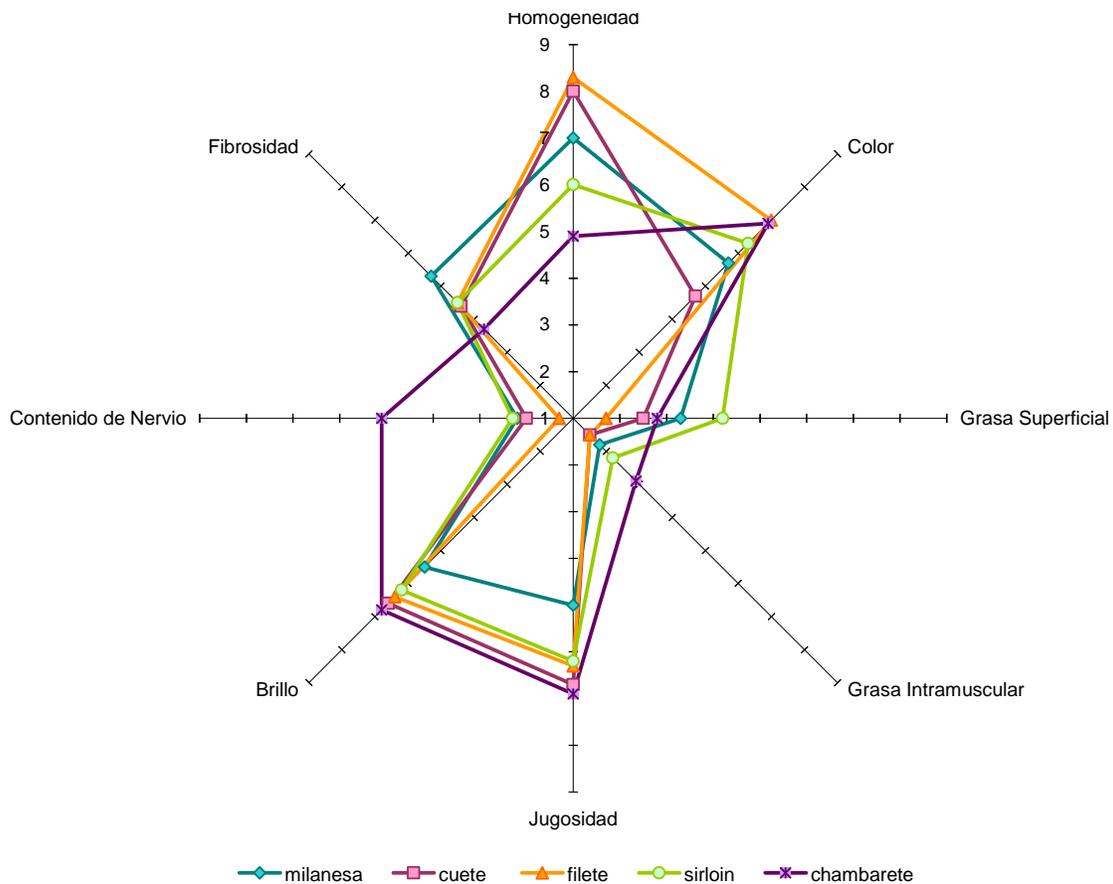


Figura 6.13 Perfil sensorial de los atributos de apariencia de cortes de bovino en carne cruda después de doce semanas de congelación

Con respecto a los atributos de textura y olor (Tabla 6.13) se observó que la fibrosidad, la jugosidad y el olor aumentaron con el almacenamiento en congelación, mientras que la dureza disminuyó; no se observó un cambio en la cohesividad. La milanesa siguió siendo el corte menos duro así como el cuete y el chambarete los más duros. El tratamiento estadístico arrojó que no existe diferencia significativa entre cortes en los atributos de cohesividad, fibrosidad y olor, lo cual coincide también con los resultados arrojados del estadístico al tiempo cero; esto podría indicar que los cortes para estos atributos mantuvieron las diferencias sus características a lo largo de doce semanas.

Tabla 6.13 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura y olor en carne cruda después de doce semanas de congelación

	Dureza	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad	Olor
milanesa	2.6 ± 0.6 ^a	3.3 ± 1.5 ^a	5.0 ± 0.7 ^a	6.7 ± 0.8 ^a	5.5 ± 1.4 ^a
cuete	4.2 ± 0.7 ^c	2.7 ± 1.9 ^a	5.2 ± 1.2 ^a	7.9 ± 0.7 ^{bc}	5.3 ± 1.2 ^a
filete	3.5 ± 0.9 ^{bc}	2.2 ± 1.1 ^a	4.4 ± 1.5 ^a	8.1 ± 0.7 ^c	5.2 ± 1.2 ^a
sirloin	3.1 ± 0.9 ^{ab}	3.3 ± 1.1 ^a	4.7 ± 1.0 ^a	6.3 ± 0.8 ^a	5.4 ± 1.5 ^a
chambarete	5.0 ± 1.2 ^d	3.2 ± 2.0 ^a	4.0 ± 1.3 ^a	7.5 ± 0.8 ^b	6.3 ± 1.3 ^a

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.
Los resultados son un promedio de 12 réplicas

La representación gráfica de los datos mostrados en la Tabla 6.13, se muestra en la Figura 6.14, en ella se puede apreciar que los cortes presentan un perfil sensorial similar y que a pesar de no existir diferencia significativa entre cortes en la intensidad de olor, el chambarete sobresale del resto de los cortes, así mismo observamos que la muestra más jugosa fue el filete y la menos el sirloin.

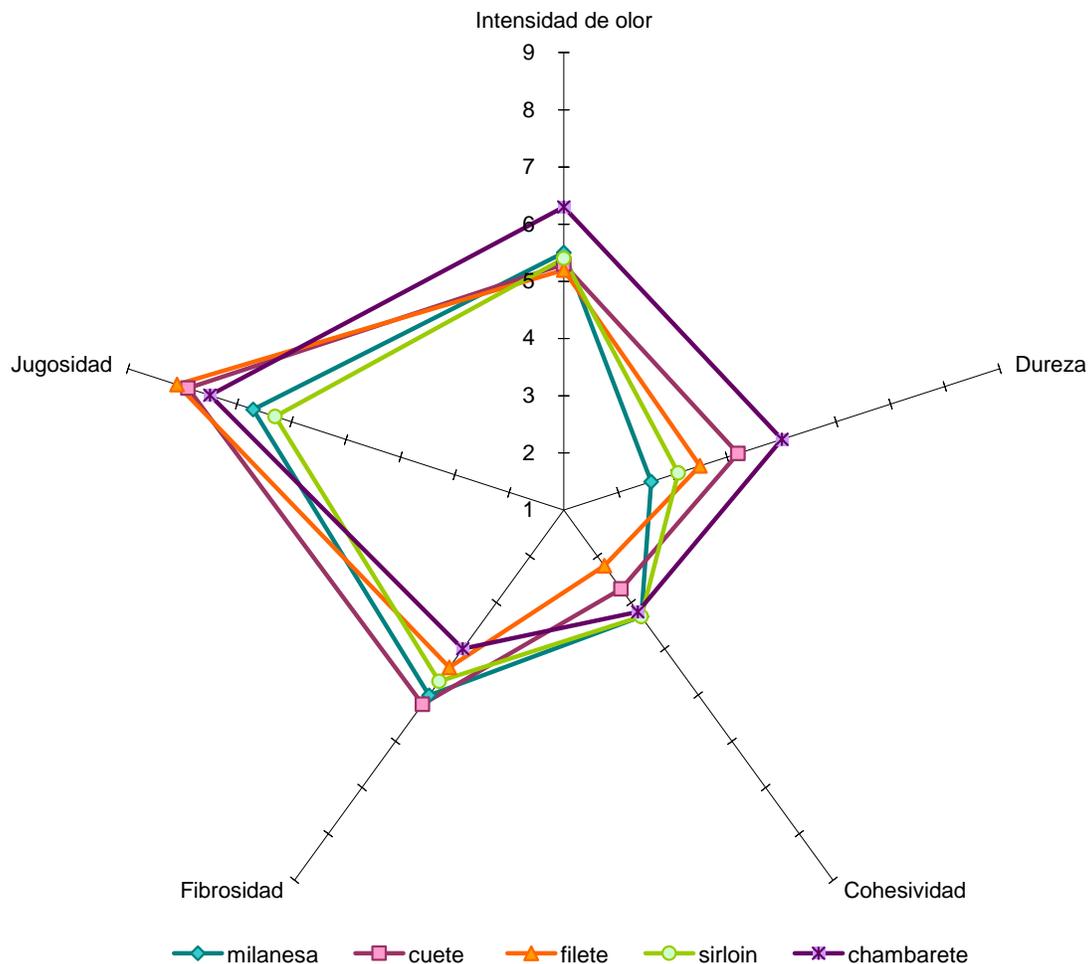


Figura 6.14 Perfil sensorial de los atributos de textura y olor de cortes de bovino en carne cruda después de doce semanas de congelación

Los resultados de los atributos de apariencia de la carne cocida después de doce semanas de congelación se muestran en la Tabla 6.14; en ella se puede ver que en general aumenta la homogeneidad y el color, mientras que los atributos de grasa superficial, jugosidad y brillo disminuyeron.

Nuevamente la muestra menos homogénea fue el chambarete y las más el cuete y filete, resultados que coinciden con lo ya observado al tiempo cero en la apariencia cruda y cocida. Estos resultados también concuerdan con los atributos de contenido de nervio, grasa superficial e intramuscular, ya que tanto el cuete como el filete fueron los cortes que menos grasa, tanto superficial como intramuscular, presentaron y el chambarete el que más.

Los atributos de jugosidad y brillo, como ya se mencionó, disminuyeron después del almacenamiento en congelación y después de un tratamiento térmico, muy probablemente debida a una deshidratación de los cortes.

Tabla 6.14 Resultados de de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cocida después de doce semanas de congelación

	Homogeneidad	Color	Grasa Sup.	Grasa Intr.	Jugosidad	Brillo	Cont Nervio	Fibrosidad
milanesa	6.6 ± 1.0 ^b	5.2 ± 1.2 ^b	3.0 ± 1.5 ^c	2.1 ± 1.6 ^{bc}	5.5 ± 1.3 ^b	5.3 ± 0.9 ^{bc}	2.7 ± 1.4 ^b	5.7 ± 0.7 ^c
cuete	8.5 ± 0.5 ^d	4.3 ± 1.2 ^a	1.4 ± 0.5 ^a	1.2 ± 0.3 ^a	4.2 ± 1.2 ^a	4.1 ± 1.2 ^a	1.1 ± 0.3 ^a	6.0 ± 0.5 ^c
filete	8.3 ± 0.5 ^d	5.5 ± 1.4 ^b	1.4 ± 0.5 ^a	1.2 ± 0.2 ^a	4.1 ± 1.1 ^a	4.4 ± 1.1 ^{ab}	1.2 ± 0.3 ^a	4.9 ± 0.9 ^b
sirloin	7.2 ± 0.7 ^c	5.8 ± 0.4 ^b	2.0 ± 1.0 ^{ab}	1.8 ± 0.6 ^{ab}	5.3 ± 0.8 ^b	5.5 ± 1.3 ^c	2.2 ± 1.1 ^b	4.2 ± 0.7 ^a
chambarete	4.3 ± 0.8 ^d	5.9 ± 0.6 ^b	2.8 ± 1.4 ^{bc}	2.5 ± 1.3 ^c	5.4 ± 0.8 ^b	5.3 ± 0.7 ^c	6.1 ± 1.2 ^c	4.0 ± 0.9 ^a

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

La representación gráfica de los resultados de apariencia cocida se muestra en la Figura 6.15. En ella se observa que el chambarete presenta para estos atributos un perfil diferente del resto de las muestras dada principalmente por su baja homogeneidad, su mayor contenido de nervio y brillo con intensidades intermedias y que además es el corte que más modifica su perfil (Figura 6.11). Por otro lado se observa diferencia entre los cortes; la diferencia en la intensidad en la mayoría de los atributos manteniéndose la intensidad intermedia en brillo y jugosidad del chambarete, milanesa y sirloin ya observados en el tiempo cero.

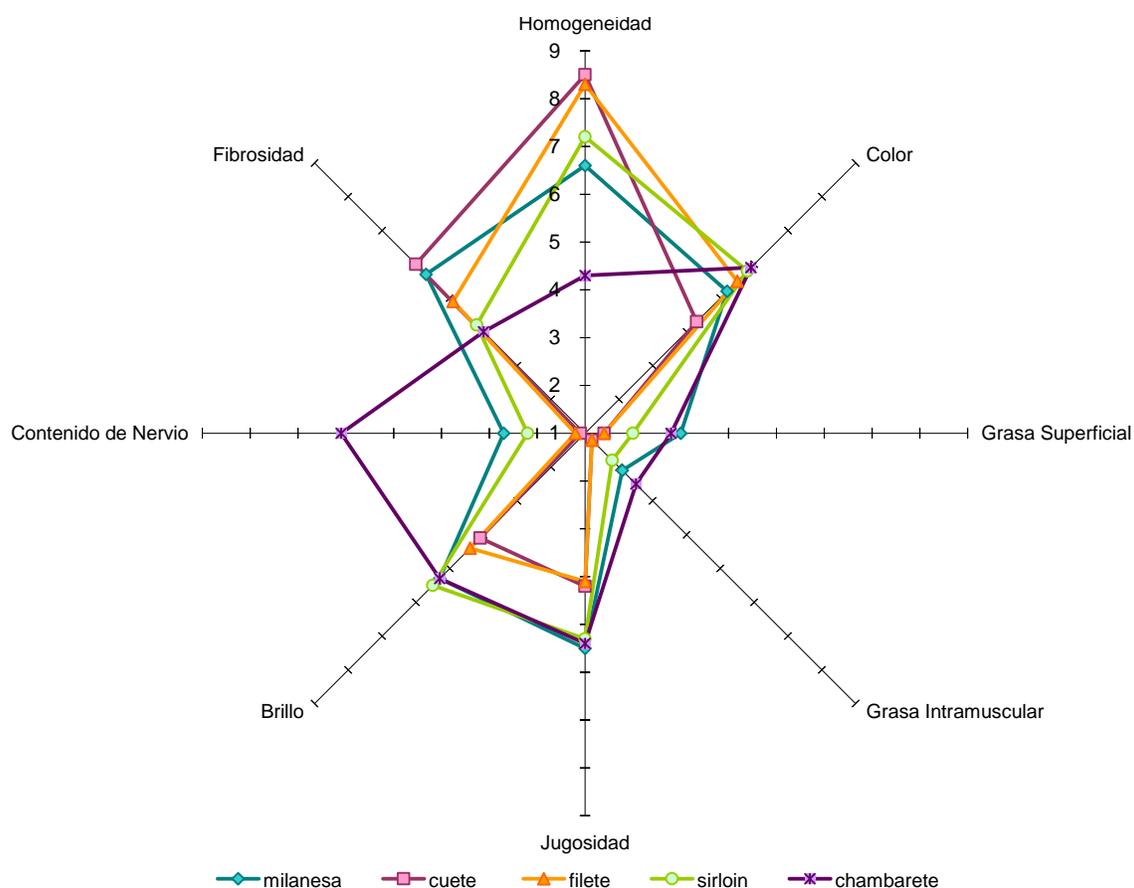


Figura 6.15 Perfil sensorial de los atributos de apariencia de cortes de bovino en carne cocida después de doce semanas de congelación

Los resultados de los atributos de textura, sabor y olor en carne cocida (Tabla 6.15), muestran que en general la dureza aumentó (a excepción del cuete) después de 12 semanas de congelación, este aumento también se observa en la masticabilidad, sin embargo, las diferencias estadísticas observadas al tiempo cero en fibrosidad y olor, con el almacenamiento en congelación desaparecieron, no encontrándose después de 12 semanas diferencias en estos atributos, por otro lado, en cohesividad, jugosidad y sabor, se mantiene lo ya observado al tiempo cero, esto es que los distintos cortes no presentan diferencias significativas en estos atributos.

Tabla 6.15 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura, sabor y olor en carne cocida después de doce semanas de congelación

	Dureza	Masticabilidad	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad	Sabor	Olor
milanesa	3.4 ± 1.3 ^b	4.5 ± 1.4 ^b	3.9 ± 1.6 ^a	5.1 ± 1.4 ^a	5.0 ± 1.3 ^a	5.1 ± 1.6 ^a	6.3 ± 1.2 ^a
cuete	3.3 ± 0.9 ^b	5.2 ± 1.1 ^{bc}	4.3 ± 1.8 ^a	5.0 ± 1.8 ^a	4.8 ± 1.3 ^a	5.6 ± 1.1 ^a	5.3 ± 1.3 ^a
filete	3.4 ± 0.9 ^b	4.5 ± 0.9 ^b	4.0 ± 1.3 ^a	5.5 ± 1.1 ^a	4.7 ± 0.9 ^a	5.6 ± 0.9 ^a	6.2 ± 0.9 ^a
sirloin	2.2 ± 0.9 ^a	3.5 ± 1.0 ^a	3.1 ± 1.4 ^a	4.4 ± 1.2 ^a	4.4 ± 1.6 ^a	4.6 ± 1.4 ^a	6.0 ± 1.2 ^a
chambarete	4.1 ± 0.8 ^b	5.7 ± 1.0 ^c	4.7 ± 1.6 ^a	4.3 ± 1.2 ^a	4.4 ± 0.8 ^a	5.1 ± 0.9 ^a	6.3 ± 0.6 ^a

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

El perfil sensorial de los cortes de los atributos de textura, sabor y olor después de doce semanas de congelación se presenta en la Figura 6.16. Al igual que para el tiempo cero se observan perfiles similares entre los diferentes cortes, de hecho si se comparan las Figuras 6.12 y 6.16, los perfiles son prácticamente iguales para los atributos jugosidad e intensidad de sabor y olor, sin embargo, en la Figura 6.12 el corte que sobresale es la milanesa mientras que en la Figura 6.16 es el sirloin el que destaca del resto de los cortes en los atributos de dureza, masticabilidad y cohesividad presentando valores más bajos que el resto.

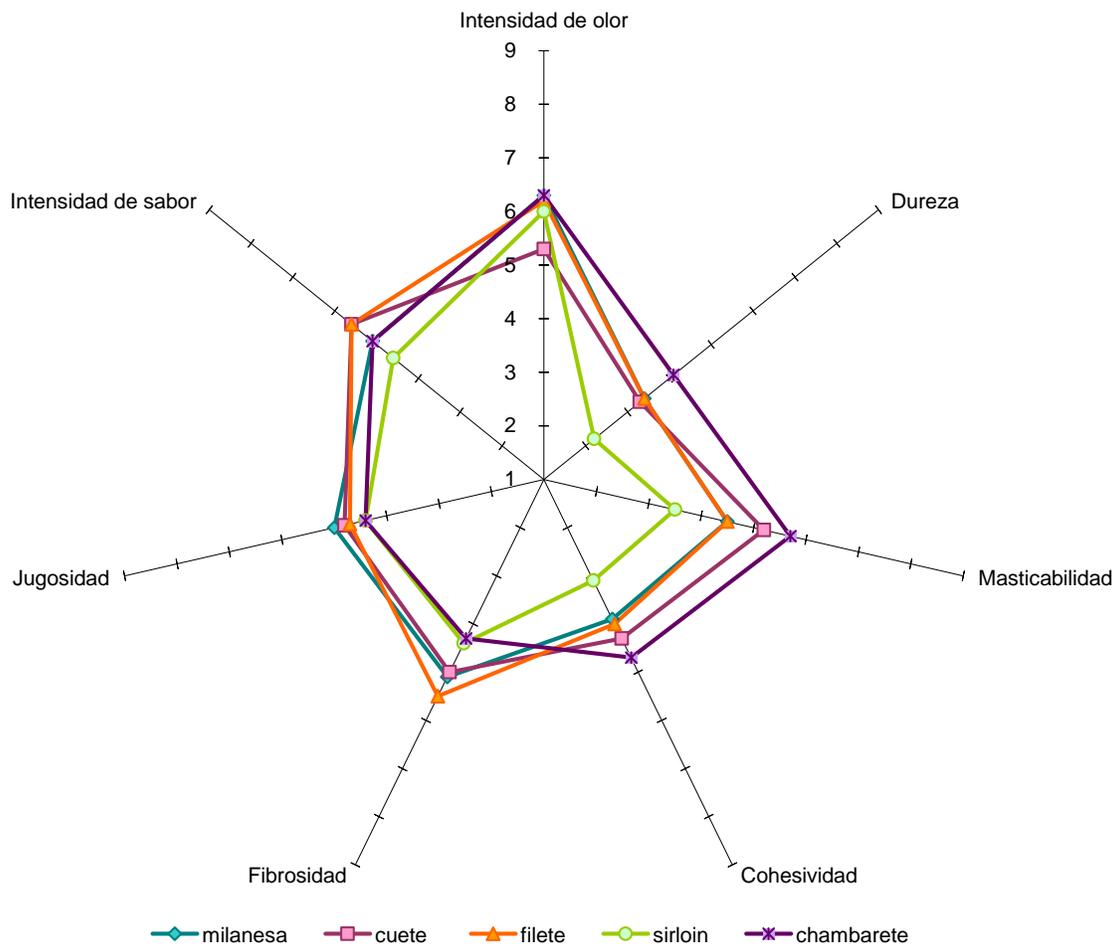


Figura 6.16 Perfil sensorial de los atributos de textura de cortes de bovino en carne cocida después de doce semanas de congelación

6.3.3 Estudio de las características sensoriales por corte durante 12 semanas

Para evaluar el efecto que la congelación podría tener en las características sensoriales de los distintos cortes, se evaluaron los mismos a lo largo de 12 semanas. A continuación, se presentan los resultados por corte de la evolución de las características sensoriales a lo largo del tiempo.

MILANESA

Los resultados del aspecto para la carne cruda se muestran en la Tabla 6.16, en ella se puede observar que a mayor tiempo de almacenamiento, no se observa una tendencia clara en el atributo homogeneidad, aunque en las últimas semanas las muestras se percibieron como más homogéneas ya que se apreciaba menos el tejido conectivo, en el resto de los atributos evaluados tampoco se observó una tendencia clara, sin embargo en el atributo de grasa superficial es donde se observa el menor efecto debido al almacenamiento. Se puede observar que la intensidad de los atributos de homogeneidad, grasa intramuscular, brillo, jugosidad, contenido de nervio y fibrosidad se mantuvo a lo largo del tiempo, por ejemplo la grasa intramuscular se mantuvo en un rango bajo con valores entre 1.3 a 2.6, sin embargo los atributos de color y grasa superficial fluctuaron de medio a alto y de bajo a medio.

Tabla 6.16 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en crudo del corte de milanesa

	Homogeneidad	Color	Grasa Sup.	Grasa Intr.	Jugosidad	Brillo	Cont. Nervio	Fibrosidad
t0	5.4 ± 0.7 ^{ab}	5.0 ± 0.6 ^{cd}	4.1 ± 1.0 ^b	2.5 ± 1.2 ^d	5.8 ± 0.6 ^{bcd}	5.8 ± 0.5 ^{abcdef}	3.3 ± 2.0 ^d	4.0 ± 0.9 ^{ab}
t1	6.2 ± 0.8 ^{de}	5.3 ± 0.6 ^{def}	3.5 ± 1.5 ^b	2.5 ± 0.5 ^d	6.3 ± 0.6 ^{cde}	5.4 ± 1.1 ^{abc}	2.8 ± 1.1 ^{bcd}	3.5 ± 1.1 ^a
t2	5.5 ± 0.5 ^{abc}	4.3 ± 1.0 ^{ab}	3.6 ± 1.1 ^b	2.0 ± 0.9 ^{ab}	6.5 ± 0.8 ^{de}	6.2 ± 0.8 ^{def}	2.9 ± 1.5 ^{bcd}	4.1 ± 1.1 ^{ab}
t3	7.5 ± 0.4 ^g	4.2 ± 1.0 ^{ab}	1.3 ± 0.4 ^a	1.3 ± 0.3 ^a	5.1 ± 1.1 ^{ab}	5.0 ± 1.4 ^a	1.7 ± 0.7 ^a	5.2 ± 0.9 ^d
t4	6.4 ± 0.5 ^e	4.5 ± 1.0 ^{bc}	3.7 ± 1.2 ^b	2.6 ± 0.9 ^d	6.1 ± 0.9 ^{cd}	5.8 ± 1.1 ^{abcde}	1.7 ± 0.8 ^a	3.7 ± 0.8 ^a
t5	6.5 ± 0.8 ^{ef}	5.9 ± 0.8 ^{fg}	1.8 ± 0.5 ^a	2.4 ± 1.0 ^{bcd}	5.7 ± 0.5 ^{abc}	5.1 ± 0.9 ^{ab}	2.5 ± 1.2 ^{abcd}	4.6 ± 1.3 ^{bcd}
t6	6.0 ± 0.5 ^{cde}	3.6 ± 1.0 ^a	3.5 ± 0.8 ^b	2.6 ± 0.8 ^d	5.9 ± 0.8 ^{cd}	5.5 ± 0.7 ^{abcd}	2.1 ± 0.9 ^{ab}	4.0 ± 1.1 ^{ab}
t7	5.8 ± 0.5 ^{bcd}	5.3 ± 0.4 ^{def}	3.6 ± 1.1 ^b	2.1 ± 0.6 ^{bcd}	6.3 ± 0.8 ^{cde}	6.1 ± 1.2 ^{cdef}	3.2 ± 0.5 ^{cd}	4.2 ± 1.1 ^{abc}
t8	5.2 ± 0.6 ^a	5.0 ± 0.7 ^{cd}	4.0 ± 1.1 ^b	2.3 ± 1.0 ^{bcd}	7.0 ± 0.7 ^e	6.4 ± 1.1 ^{ef}	2.3 ± 1.1 ^{abc}	4.2 ± 0.7 ^{abc}
t9	6.0 ± 1.0 ^{cde}	4.5 ± 0.9 ^{bc}	4.0 ± 1.1 ^b	2.5 ± 0.8 ^d	5.0 ± 1.4 ^a	5.0 ± 1.4 ^a	2.4 ± 1.1 ^{abc}	4.2 ± 0.9 ^{abc}
t10	6.4 ± 0.6 ^e	5.1 ± 0.4 ^{cde}	3.7 ± 1.0 ^b	2.5 ± 0.9 ^{cd}	6.0 ± 1.3 ^{cd}	6.0 ± 1.1 ^{bcd}	2.2 ± 0.8 ^{ab}	4.9 ± 1.0 ^{cd}
t11	7.0 ± 0.5 ^g	6.1 ± 0.5 ^g	1.8 ± 1.0 ^a	1.2 ± 0.3 ^a	6.3 ± 1.3 ^{cde}	6.7 ± 1.1 ^f	1.6 ± 0.8 ^a	4.3 ± 1.1 ^{abc}
t12	7.0 ± 0.6 ^{fg}	5.7 ± 0.9 ^{efg}	3.3 ± 1.8 ^b	1.8 ± 1.0 ^{abc}	5.0 ± 1.1 ^a	5.5 ± 1.4 ^{abcde}	2.2 ± 1.2 ^{ab}	5.3 ± 0.8 ^d

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

En la Figura 6.17 se puede ver de forma más representativa que no hay una tendencia de los atributos con respecto al tiempo, es decir, los colores que representan cada semana no se ven de manera gradual. En general el corte presenta un perfil similar en las diferentes semanas en las cuales fue evaluado. Destacan sobre todo, el tiempo 3, 5 y 11 en el atributo de grasa superficial, pues fueron valuados de manera más baja que en el resto de las semanas evaluadas.

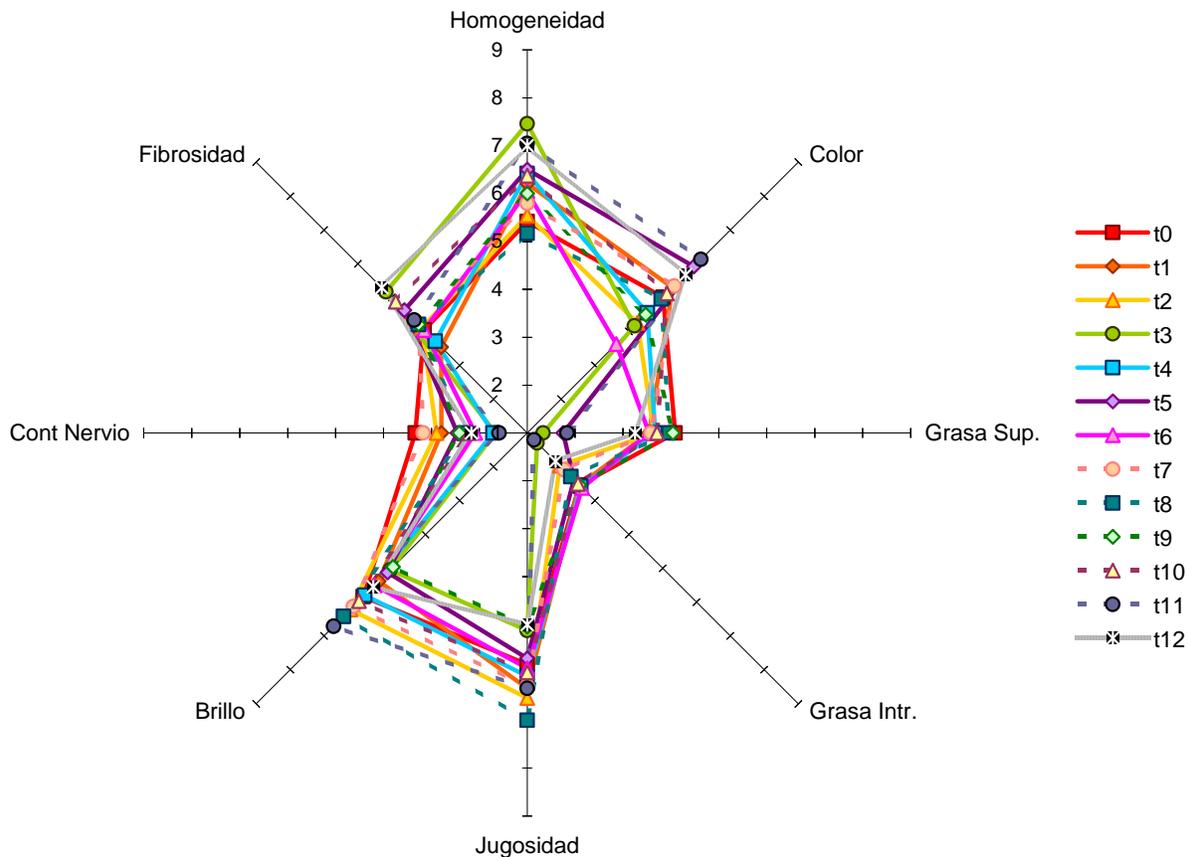


Figura 6.17 Perfil sensorial de los atributos de apariencia cruda para el corte: milanesa

En cuanto a la textura en crudo, se puede observar que con la congelación aumento la cohesividad y fibrosidad de las muestras y disminuyó la dureza en la última semana, aunque también afectó el resto de los atributos, no se observa una tendencia clara a lo largo del tiempo. En la ternera influyen tres componentes fundamentalmente; por un lado, el "grano" de la carne y el tipo de fibras musculares, es decir, el tamaño de los haces de fibras musculares y el número de fibras que cada uno de ellos contiene; los distintos tipos de fibras musculares presentan diferentes capacidades de contracción y de retención de agua y por tanto reaccionan de distinta manera a las temperaturas de refrigeración y cocción. En segundo lugar, la longitud del sarcómero y de

las miofibrillas, de forma que cuanto mayor es el estado de contracción mayor es la dureza (Van Hoof, 1981).

Con respecto al olor, se observó que este se intensificó a lo largo del tiempo (Tabla 6.17). La carne es un sistema alimenticio altamente complejo, en el que encontramos prácticamente todas las macromoléculas que se han estudiado y por consiguiente muchas de las reacciones a las cuales se encuentran expuestas para dar compuestos tanto deseables como indeseables. El grupo hemo de la mioglobina acelera la reacción de oxidación de lípidos y es responsable de la aparición de aromas indeseables durante el almacenamiento de carne y productos cárnicos. Ya que los iones Fe^{3+} y Fe^{2+} pueden propiciar la ruptura de hidroperóxidos y la formación de radicales libres que posteriormente pueden generar aldehídos, cetonas y ácidos, incrementando la tendencia a la oxidación y por consiguiente la formación de compuestos aromáticos (Jacobsen, 1999), esto podría explicar el aumento en la intensidad de olor observado.

Tabla 6.17 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura y olor en carne cruda, corte: milanesa

	Dureza	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad	olor
t0	3.0 ± 0.8 ^{ab}	2.7 ± 1.7 ^a	3.7 ± 1.0 ^a	6.9 ± 0.8 ^{igh}	5.0 ± 1.6 ^{ab}
t1	3.2 ± 1.0 ^{ab}	4.2 ± 1.4 ^c	4.3 ± 1.0 ^{abc}	5.1 ± 1.1 ^b	4.6 ± 1.1 ^a
t2	2.8 ± 0.7 ^{ab}	4.4 ± 1.6 ^c	4.5 ± 1.1 ^{abc}	6.1 ± 0.9 ^{cde}	5.1 ± 0.8 ^{ab}
t3	3.1 ± 0.9 ^{ab}	3.5 ± 1.4 ^{abc}	4.8 ± 1.4 ^{bc}	7.4 ± 1.2 ^{hi}	6.1 ± 1.0 ^{cd}
t4	4.0 ± 1.1 ^c	2.8 ± 1.5 ^{ab}	4.0 ± 0.9 ^{ab}	7.7 ± 0.6 ⁱ	5.2 ± 1.1 ^{abc}
t5	3.1 ± 1.0 ^{ab}	3.6 ± 1.7 ^{abc}	4.3 ± 0.9 ^{abc}	5.6 ± 0.6 ^{bc}	5.7 ± 1.4 ^{bcd}
t6	3.3 ± 0.8 ^{bc}	4.2 ± 1.1 ^c	4.1 ± 1.0 ^{ab}	6.2 ± 0.8 ^{cde}	5.0 ± 1.0 ^{ab}
t7	3.0 ± 0.3 ^{ab}	3.9 ± 0.9 ^{bc}	4.1 ± 0.9 ^{ab}	7.8 ± 0.5 ⁱ	5.5 ± 1.0 ^{abcd}
t8	3.5 ± 1.0 ^{bc}	3.6 ± 1.4 ^{abc}	4.0 ± 1.0 ^{ab}	7.3 ± 0.3 ^{ghi}	6.2 ± 1.4 ^d
t9	3.4 ± 1.0 ^{bc}	4.2 ± 0.9 ^c	4.3 ± 1.3 ^{abc}	4.3 ± 0.8 ^a	5.2 ± 1.5 ^{abc}
t10	3.1 ± 0.4 ^{ab}	3.0 ± 1.0 ^{ab}	4.8 ± 0.5 ^{bc}	6.5 ± 0.7 ^{def}	5.5 ± 1.1 ^{abcd}
t11	3.3 ± 0.8 ^{bc}	3.7 ± 1.2 ^{abc}	4.5 ± 1.5 ^{abc}	5.9 ± 0.9 ^{cd}	5.6 ± 1.3 ^{bcd}
t12	2.6 ± 0.6 ^a	3.3 ± 1.5 ^{abc}	5.0 ± 0.7 ^c	6.7 ± 0.8 ^{etg}	5.5 ± 1.4 ^{abcd}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.
 Los resultados son un promedio de 12 réplicas
 t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

En la Figura 6.18 se encuentran representados los valores para los atributos de textura en carne cruda, se puede ver que para los atributos de dureza, cohesividad, fibrosidad e intensidad de olor el panel dio valores constantes a lo largo del tiempo, destacándose el tiempo 4 en mayor dureza. Para el atributo de jugosidad se ve que hay una mayor dispersión de datos, en este atributo fue la semana 9 el que presenta la intensidad más baja, seguido de la primera semana,

sin embargo a pesar de las observaciones antes mencionadas, se observa que la forma del perfil se mantuvo a lo largo del tiempo.

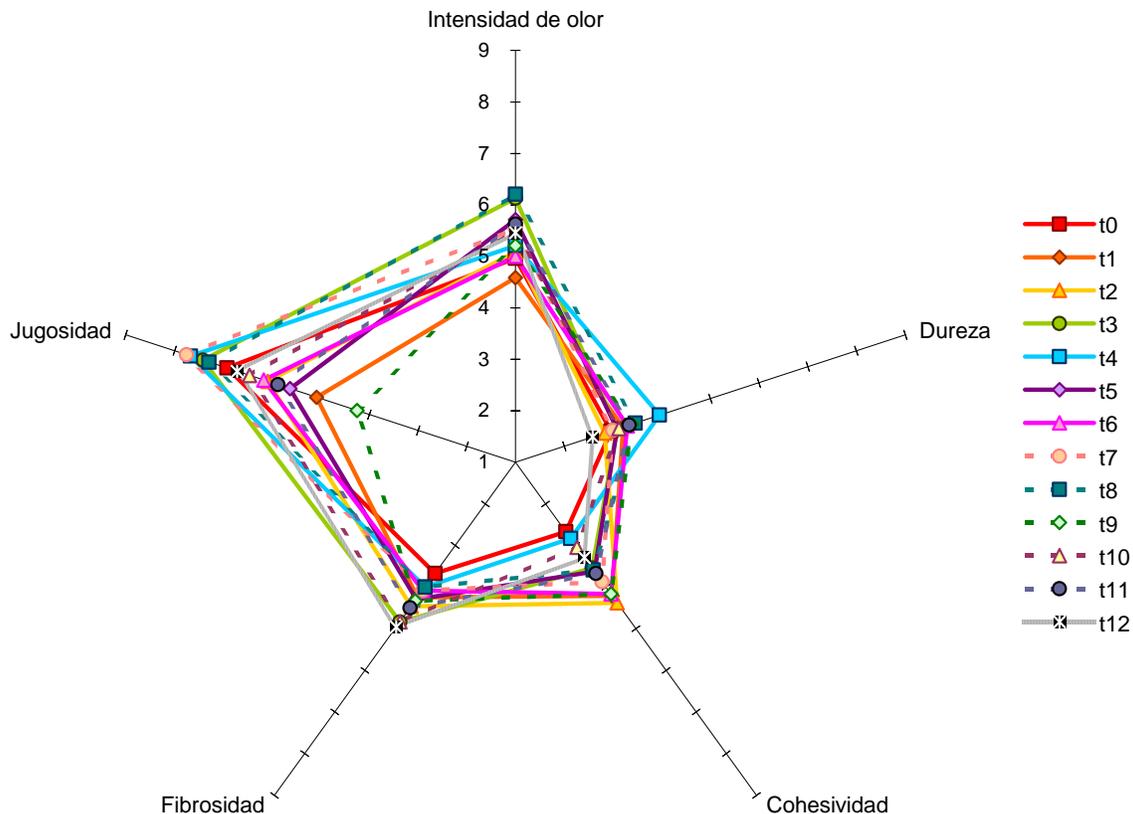


Figura 6.18 Perfil sensorial de los atributos de textura en carne cruda para el corte: milanesa

En carne cocida (Tabla 6.18) en la evaluación de la apariencia se observó que disminuyó la apreciación de la grasa superficial, jugosidad, brillo, contenido de nervio y fibrosidad, sin embargo aumentó la intensidad de color marrón, esta coloración marrón puede ser índice de presencia de metamioglobina en el corte, originado por la auto oxidación de la mioglobina se origina por el oxígeno libre presente cuando la carne se ha almacenado (MacDougall, 1982). También se observó que la congelación afectó la apreciación visual de homogeneidad y grasa intramuscular así como la fibrosidad pero esto no mostró una tendencia clara.

Con respecto a la intensidad presentada para cada atributo, se encontró que la muestra presentó una homogeneidad media a alta a lo largo del tiempo (6.1 – 7.3); para la jugosidad, el brillo y la fibrosidad los valores son de bajos a medios 4.4 – 6.2, 4.6 – 6.0 y 4.1 – 6.6 respectivamente. Para el color, grasa superficial e intramuscular y contenido de nervio los valores son bajos (2.2 –

5.3 para el color, siendo entre los atributos mencionado el que presenta el valor más alto, 1.8 – 4.6 para grasa superficial, 1.2 – 2.3 para grasa intramuscular y finalmente 1.7 – 3.7 para el contenido de nervio).

Tabla 6.18 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cocida del corte de milanesa

	Homogeneidad	Color	Grasa Sup.	Grasa Intr.	Jugosidad	Brillo	Cont. Nervio	Fibrosidad
t0	6.4 ± 0.7 ^{abc}	3.5 ± 0.9 ^{bc}	4.6 ± 0.5 ^c	2.0 ± 1.0 ^{bc}	6.2 ± 0.7 ^d	6.0 ± 0.8 ^d	1.8 ± 0.7 ^a	5.0 ± 1.0 ^{bc}
t1	6.7 ± 0.7 ^{bc}	3.6 ± 0.8 ^{bc}	2.9 ± 1.1 ^b	2.3 ± 1.0 ^c	5.2 ± 0.5 ^{abc}	5.3 ± 0.7 ^{abcd}	2.7 ± 1.2 ^{bc}	4.1 ± 1.2 ^a
t2	6.7 ± 0.7 ^{bc}	3.5 ± 0.8 ^{bc}	3.4 ± 1.1 ^b	1.3 ± 0.5 ^a	5.4 ± 0.8 ^{bcd}	5.2 ± 1.1 ^{abcd}	1.9 ± 0.5 ^a	4.5 ± 1.3 ^{ab}
t3	6.3 ± 0.9 ^{ab}	3.3 ± 0.9 ^b	4.5 ± 0.9 ^c	1.5 ± 0.7 ^{ab}	6.2 ± 0.6 ^d	6.0 ± 0.9 ^d	1.9 ± 0.8 ^a	6.6 ± 0.7 ^h
t4	6.7 ± 0.4 ^{bc}	2.2 ± 0.8 ^a	3.3 ± 1.1 ^b	1.6 ± 1.0 ^{abc}	5.9 ± 0.9 ^{cd}	5.3 ± 1.0 ^{abcd}	2.2 ± 1.0 ^{abc}	6.5 ± 0.8 ^{gh}
t5	7.3 ± 0.7 ^e	5.3 ± 1.2 ^d	1.8 ± 0.9 ^a	1.2 ± 0.3 ^a	4.4 ± 2.0 ^a	4.6 ± 1.6 ^a	1.7 ± 0.9 ^a	5.1 ± 1.0 ^{bcd}
t6	6.1 ± 0.6 ^a	3.3 ± 1.2 ^b	3.4 ± 0.9 ^b	1.2 ± 0.3 ^a	5.3 ± 1.3 ^{bc}	4.9 ± 1.4 ^{abc}	3.7 ± 0.7 ^d	5.7 ± 0.8 ^{def}
t7	6.9 ± 0.5 ^{cde}	5.0 ± 0.7 ^d	3.2 ± 0.7 ^b	1.8 ± 0.8 ^{abc}	5.4 ± 0.8 ^{bcd}	5.6 ± 1.0 ^{bcd}	2.8 ± 1.0 ^c	6.0 ± 0.6 ^{tgh}
t8	6.8 ± 0.5 ^{bcd}	2.5 ± 0.9 ^d	3.0 ± 0.9 ^b	1.3 ± 0.4 ^a	5.3 ± 0.9 ^{bc}	5.3 ± 1.0 ^{abcd}	2.0 ± 0.9 ^{abc}	6.0 ± 0.8 ^{efgh}
t9	6.6 ± 0.6 ^{bc}	4.1 ± 0.8 ^c	3.2 ± 0.8 ^b	1.6 ± 0.6 ^{ab}	4.7 ± 1.1 ^{ab}	4.8 ± 1.1 ^{ab}	2.8 ± 1.0 ^c	5.3 ± 0.9 ^{cde}
t10	6.9 ± 0.6 ^{cde}	4.0 ± 1.0 ^{bc}	3.6 ± 0.8 ^b	1.7 ± 0.8 ^{abc}	5.6 ± 1.1 ^{cd}	5.4 ± 0.9 ^{abcd}	2.4 ± 1.1 ^{abc}	6.0 ± 0.7 ^{efgh}
t11	7.2 ± 0.3 ^{de}	5.3 ± 0.8 ^d	2.0 ± 0.8 ^a	1.7 ± 1.1 ^{abc}	5.7 ± 0.7 ^{cd}	5.7 ± 0.8 ^{cd}	2.0 ± 0.9 ^{ab}	5.8 ± 0.7 ^{defg}
t12	6.6 ± 1.0 ^{abc}	5.2 ± 1.2 ^d	3.0 ± 1.5 ^b	2.1 ± 1.6 ^{bc}	5.5 ± 1.3 ^{bcd}	5.3 ± 0.9 ^{abcd}	2.7 ± 1.4 ^{bc}	5.7 ± 0.7 ^{cdef}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

En la Figura 6.19 se muestra el perfil sensorial de los atributos de apariencia cocida y en ella se puede observar que el perfil se modificó con el proceso de congelación y que el tiempo de almacenamiento también afectó las características sensoriales, siendo las más afectadas el color, grasa superficial y fibrosidad; esto se puede observar por la gran variabilidad de intensidades en estos atributos. Dentro de estos resultados la muestra evaluada en la cuarta semana fue la que presentó la mayor dispersión en sus resultados.

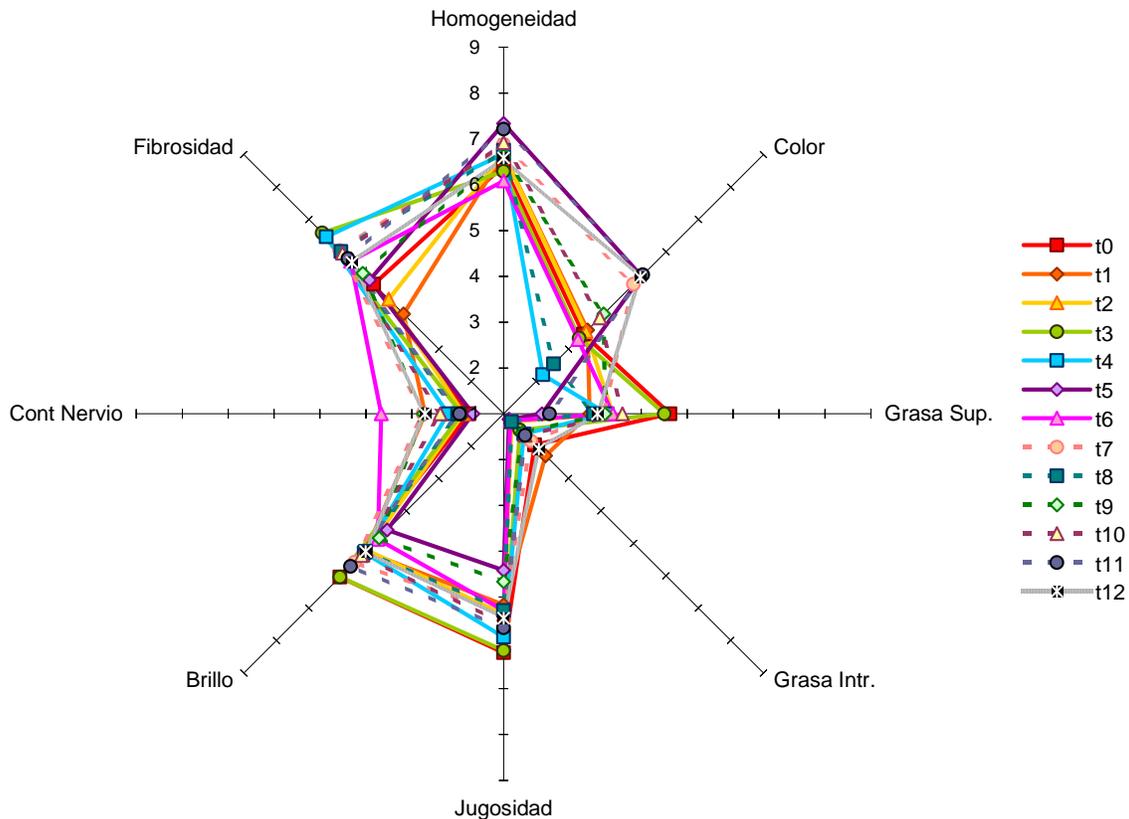


Figura 6.19 Perfil sensorial de los atributos de apariencia cocida para el corte: milanesa

La evaluación de la textura, sabor y olor de la carne cocida se muestra en la Tabla 6.19. En ella se puede observar que la congelación aumentó la dureza, cohesividad y fibrosidad de la carne, sin embargo para los dos primeros atributos la intensidad de los mismos se mantuvo en un rango bajo, mientras que la fibrosidad pasó de un rango de intensidad bajo a uno intermedio (3.3 – 5.3), por otro lado, la masticabilidad y jugosidad también se modificaron a lo largo del tiempo pero sin seguir una tendencia clara, observándose sin embargo que estas modificaciones hicieron variar el rango de intensidad de estos atributos de bajo a intermedio (3.3 – 4.9 y 3.7 – 5.0 respectivamente); en cuanto al olor y sabor se observó una modificación en la intensidad global de los mismos pero no se observó una tendencia clara, sin embargo al no haberse realizado una evaluación por notas, no es posible saber que notas se modificaron, sin embargo sí se observa que ambos atributos se mantienen en un rango de intensidad intermedia.

Tabla 6.19 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura, sabor y olor en carne cocida del corte de milanesa

	Dureza	Masticabilidad	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad	Sabor	Olor
t0	2.0 ± 0.9 ^a	3.8 ± 0.8 ^{ab}	2.3 ± 0.9 ^a	3.5 ± 1.8 ^{ab}	4.5 ± 1.0 ^{ab}	4.4 ± 1.1 ^{ab}	6.1 ± 1.2 ^{cde}
t1	2.3 ± 0.8 ^{ab}	4.0 ± 0.9 ^{abcd}	3.0 ± 0.9 ^{abcde}	3.3 ± 1.3 ^a	4.1 ± 1.6 ^{ab}	5.0 ± 1.4 ^{abc}	5.6 ± 1.1 ^{abc}
t2	2.3 ± 1.0 ^{ab}	3.5 ± 0.8 ^a	2.5 ± 0.9 ^{ab}	4.3 ± 1.3 ^{bc}	4.4 ± 1.9 ^{ab}	4.3 ± 1.3 ^{ab}	5.7 ± 1.1 ^{abc}
t3	3.8 ± 0.9 ^e	4.1 ± 1.0 ^{abcd}	2.9 ± 1.2 ^{abcd}	4.1 ± 0.7 ^{ab}	4.1 ± 0.9 ^{ab}	4.7 ± 1.3 ^{abc}	5.2 ± 0.9 ^{ab}
t4	3.4 ± 1.3 ^{de}	4.6 ± 0.9 ^{bcd}	3.5 ± 1.4 ^{bcde}	4.4 ± 1.5 ^{bcd}	4.6 ± 0.9 ^{ab}	4.5 ± 1.1 ^{abc}	5.3 ± 0.9 ^{abc}
t5	3.0 ± 1.0 ^{bcd}	4.8 ± 0.8 ^{cd}	3.3 ± 1.3 ^{abcde}	4.3 ± 1.1 ^{bc}	4.6 ± 1.0 ^{ab}	4.8 ± 1.2 ^{abc}	5.5 ± 1.2 ^{abcd}
t6	3.0 ± 0.6 ^{bcde}	4.2 ± 1.3 ^{abcd}	3.0 ± 1.0 ^{abcde}	4.3 ± 1.1 ^{bc}	3.7 ± 1.3 ^a	4.1 ± 0.6 ^a	5.1 ± 0.2 ^a
t7	3.4 ± 1.0 ^e	4.0 ± 1.0 ^{abc}	3.9 ± 0.5 ^{de}	4.2 ± 1.1 ^{abc}	4.2 ± 1.1 ^{ab}	4.7 ± 1.3 ^{abc}	6.9 ± 1.1 ^e
t8	3.8 ± 0.9 ^{de}	4.9 ± 1.2 ^d	3.5 ± 1.2 ^{bcde}	5.3 ± 1.2 ^d	4.6 ± 1.4 ^{ab}	5.5 ± 1.3 ^c	6.1 ± 1.1 ^{cde}
t9	2.7 ± 0.8 ^{abcd}	3.3 ± 1.2 ^a	2.9 ± 1.4 ^{abc}	3.6 ± 1.5 ^{ab}	3.9 ± 1.5 ^a	5.0 ± 1.7 ^{abc}	6.1 ± 1.1 ^{cde}
t10	3.1 ± 0.6 ^{cde}	4.6 ± 1.1 ^{bcd}	3.7 ± 1.5 ^{cde}	5.3 ± 0.6 ^d	4.9 ± 0.8 ^b	4.9 ± 0.9 ^{abc}	6.0 ± 0.9 ^{bcd}
t11	2.5 ± 0.9 ^{abc}	3.8 ± 1.5 ^{ab}	3.2 ± 1.3 ^{abcde}	4.1 ± 1.1 ^{ab}	4.4 ± 0.9 ^{ab}	5.0 ± 0.7 ^{abc}	5.2 ± 1.5 ^{ab}
t12	3.4 ± 1.3 ^{de}	4.5 ± 1.4 ^{bcd}	3.9 ± 1.6 ^e	5.1 ± 1.4 ^{cd}	5.0 ± 1.3 ^b	5.1 ± 1.6 ^{bc}	6.3 ± 1.2 ^{de}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas
t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

La representación gráfica de los atributos de textura cocida para la milanesa están representados en la Figura 6.20, en ella se puede observar que el corte presentó un perfil similar a lo largo del tiempo. Se puede ver, además, que al tiempo cero se dio el valor más bajo de dureza, así como de cohesividad y un valor alto de jugosidad.

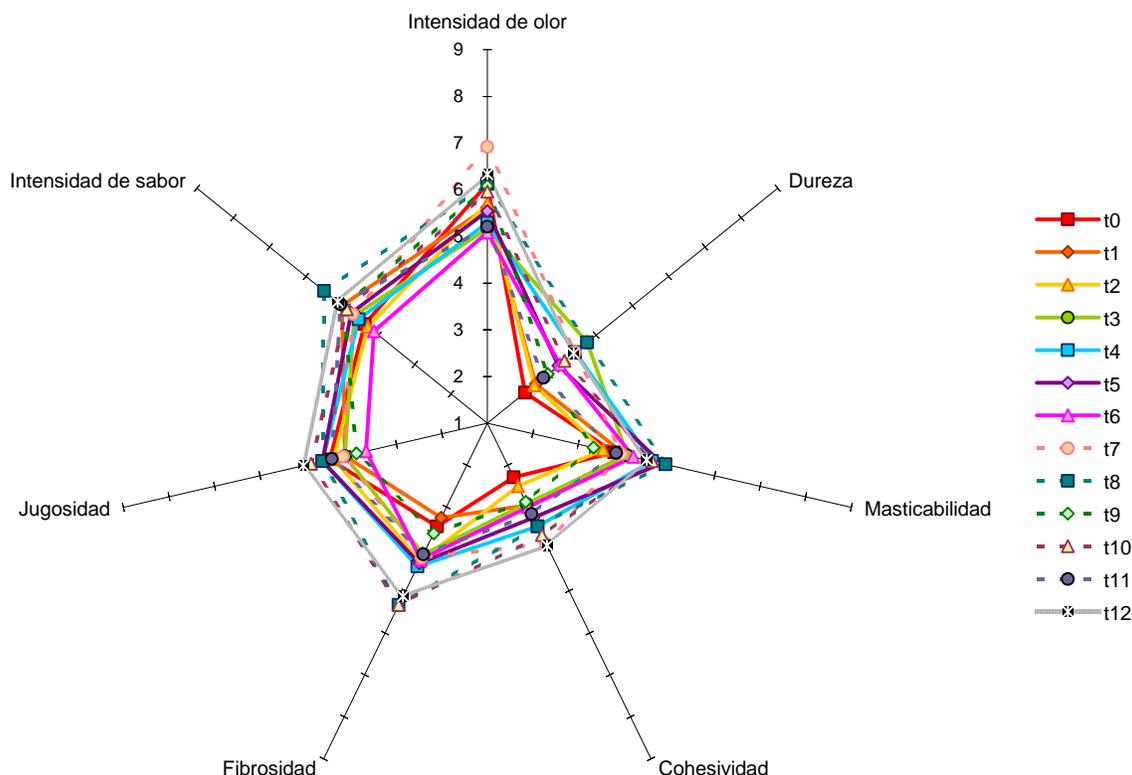


Figura 6.20 Perfil sensorial de los atributos de textura cocida para el corte: milanesa

CUETE

Los resultados del aspecto para la carne cruda se muestran en la Tabla 6.20, en ella se puede observar que a mayor tiempo de almacenamiento en general disminuyo la percepción visual del atributo grasa superficial, intramuscular, jugosidad y contenido de nervio, sin embargo aumenta la homogeneidad esto se podría explicar porque al no percibirse la grasa esto hace que las muestras se vean más homogéneas; en el resto de los atributos (color, brillo y fibrosidad) aunque se observan diferencias significativas entre las muestras a lo largo de las semanas estos cambios no muestran una tendencia clara. Al evaluar el rango de intensidad que presentaba cada atributo se observó que la homogeneidad, jugosidad y brillo pasaron de valores intermedios a altos, con valores de 5.3 – 8.0, 5 – 7.2 y 4.8 – 6.9 respectivamente; el color y la fibrosidad fueron los que más efecto mostraron pasando de bajo a medio – alto (2.8 – 6.0 y 2.6 – 6.6) respectivamente, la grasa superficial vario de bajo a intermedio (1 – 4), mientras que la intramuscular se mantuvo en una intensidad baja al igual que el contenido de nervio con valores entre 1 – 2.5 y 1.1 – 2.9 respectivamente.

Tabla 6.20 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cruda del corte de cuete

	Homogeneidad	Color	Grasa Sup.	Grasa Intr.	Jugosidad	Brillo	Cont. Nervio	Fibrosidad
t0	5.3 ± 1.4 ^a	3.6 ± 1.0 ^b	4.0 ± 1.3 ^d	2.5 ± 0.9 ^f	7.0 ± 0.8 ^{ef}	6.8 ± 1.0 ^{de}	2.9 ± 1.1 ^c	2.9 ± 1.9 ^{ab}
t1	7.2 ± 0.7 ^{bcd}	5.6 ± 1.1 ^{ef}	2.0 ± 1.0 ^{bc}	1.5 ± 0.4 ^{bcde}	6.6 ± 1.1 ^{def}	5.8 ± 1.6 ^{abcd}	3.3 ± 1.1 ^c	4.3 ± 1.4 ^{cd}
t2	7.6 ± 0.8 ^{de}	4.2 ± 1.1 ^{bc}	1.3 ± 0.5 ^{ab}	1.3 ± 0.6 ^{abcd}	5.5 ± 0.9 ^{abc}	4.8 ± 1.9 ^{ab}	1.4 ± 0.6 ^{ab}	4.3 ± 2.0 ^{cd}
t3	7.2 ± 0.5 ^{bcd}	3.5 ± 0.9 ^{ab}	1.2 ± 0.3 ^a	1.5 ± 0.7 ^{bcde}	5.9 ± 0.9 ^{bcd}	5.1 ± 1.2 ^{ab}	1.5 ± 0.7 ^{ab}	5.3 ± 0.9 ^{def}
t4	7.6 ± 0.5 ^{de}	3.9 ± 0.7 ^b	1.0 ± 0.0 ^a	1.0 ± 0.0 ^a	5.4 ± 0.7 ^{ab}	5.1 ± 1.1 ^{ab}	1.0 ± 0.1 ^a	3.8 ± 1.5 ^{bc}
t5	7.5 ± 0.5 ^{cde}	5.2 ± 0.9 ^{de}	1.5 ± 0.8 ^{ab}	1.8 ± 0.4 ^e	7.2 ± 0.7 ^f	6.9 ± 0.8 ^e	1.9 ± 0.9 ^b	6.6 ± 0.9 ^g
t6	7.8 ± 0.5 ^e	3.4 ± 1.0 ^{ab}	1.0 ± 0.1 ^a	1.1 ± 0.2 ^{ab}	5.5 ± 1.0 ^{abc}	4.9 ± 1.5 ^{ab}	1.4 ± 0.4 ^{ab}	2.6 ± 0.6 ^a
t7	6.7 ± 1.5 ^b	4.1 ± 0.7 ^{bc}	4.3 ± 2.0 ^d	1.2 ± 0.4 ^{abcd}	6.3 ± 1.3 ^{cdef}	5.8 ± 1.1 ^{bcd}	1.4 ± 0.6 ^{ab}	4.9 ± 0.9 ^{de}
t8	7.7 ± 0.5 ^{de}	2.8 ± 1.0 ^a	1.6 ± 0.7 ^{ab}	1.1 ± 0.3 ^{abc}	5.0 ± 1.5 ^a	4.8 ± 1.5 ^a	1.1 ± 0.2 ^a	4.5 ± 1.5 ^{cde}
t9	6.9 ± 0.7 ^{bc}	6.0 ± 1.0 ^f	1.3 ± 0.4 ^{ab}	1.6 ± 0.3 ^{de}	6.2 ± 1.3 ^{bcde}	6.3 ± 1.2 ^{cde}	2.7 ± 1.5 ^c	5.4 ± 1.1 ^{ef}
t10	7.1 ± 0.4 ^{bcd}	4.8 ± 0.8 ^{cd}	1.3 ± 0.3 ^{ab}	1.5 ± 0.4 ^{abcde}	6.1 ± 1.1 ^{bcd}	6.2 ± 1.1 ^{cde}	2.0 ± 0.8 ^b	5.0 ± 1.1 ^{def}
t11	7.5 ± 0.9 ^{cde}	5.6 ± 0.8 ^{ef}	1.3 ± 0.4 ^{ab}	1.5 ± 0.5 ^{cde}	5.8 ± 1.1 ^{abcd}	5.5 ± 1.2 ^{abc}	1.9 ± 0.8 ^b	6.0 ± 1.0 ^{fg}
t12	8.0 ± 0.3 ^e	4.7 ± 1.1 ^{cd}	2.5 ± 1.7 ^c	1.5 ± 0.9 ^{bcde}	6.7 ± 0.9 ^{def}	6.6 ± 1.1 ^{de}	2.0 ± 0.6 ^b	4.4 ± 0.8 ^{cde}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

La representación gráfica de los resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cruda para el cuete se muestran en la Figura 6.21; en ella se puede observar una gran

dispersión de datos para los atributos de fibrosidad, color, brillo y jugosidad. En general, el corte muestra un perfil constante a lo largo del tiempo con excepción del tiempo cero, en este tiempo se aprecia más grasa superficial e intramuscular, y por lo mismo se aprecia como menos homogénea. Recordemos que la evaluación al tiempo cero se trata de un corte sometido únicamente a refrigeración, y ésta puede ser la razón de que se aprecie como menos homogénea y con mayor cantidad de grasa, pues al no ser sometida a congelación no ha sufrido deshidratación.

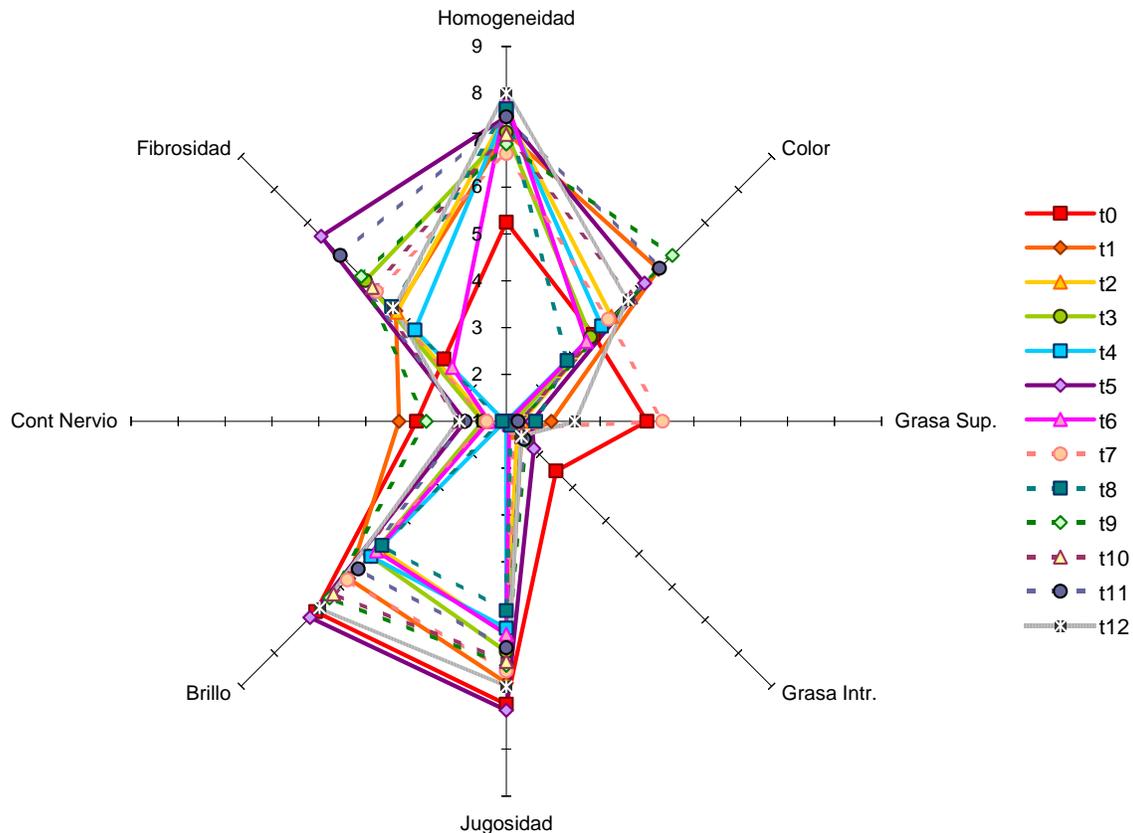


Figura 6.21 Perfil sensorial de los atributos de apariencia cruda para el corte: cuete

Al evaluar la textura, se observó que todos los atributos se modificaron pero ninguno mostró una tendencia clara. Por otro lado, la intensidad del olor aumentó a partir de la primera semana, sin embargo volvió a bajar en el tiempo dos para nuevamente volver a subir, decimos que existe un aumento en las notas de olor puesto que los valores más bajos se dan al principio del estudio, encontrando un pico en la quinta semana de congelación (Tabla 6.21). Existen diversos estudios que señalan que los mayores cambios en la calidad de los productos cárnicos suceden durante el almacenamiento y no durante el proceso de congelación (Ciobanu y et. al., 1976; Collin, 1977).

En este corte los rangos de intensidad de los atributos de cohesividad y olor se variaron rangos intermedios a altos, 3.0 – 4.8 para la primera y 4.2 – 6.8 para la segunda. Para la dureza y la fibrosidad encontramos rangos de intensidad bajos – intermedios, 3.3 – 5.3 y 3.1 – 5.9 respectivamente. Finalmente la jugosidad presento rangos de intensidad altos (6.3 – 8.3).

Tabla 6.21 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura y olor en carne cruda del corte de cuete

	Dureza	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad	Olor
t0	4.7 ± 1.1 ^{cde}	3.2 ± 1.4 ^{abc}	3.2 ± 1.8 ^{ab}	6.3 ± 1.3 ^{bc}	4.2 ± 1.2 ^a
t1	3.9 ± 1.0 ^{ab}	4.8 ± 1.4 ^d	4.7 ± 1.7 ^{cde}	7.1 ± 1.2 ^{cde}	5.4 ± 1.2 ^{bcd}
t2	3.3 ± 1.0 ^a	4.0 ± 2.2 ^{bcd}	5.1 ± 1.7 ^{def}	8.2 ± 1.1 ^{fg}	4.8 ± 1.4 ^{ab}
t3	5.0 ± 0.8 ^{de}	4.0 ± 1.9 ^{bcd}	4.8 ± 1.5 ^{de}	6.5 ± 1.7 ^{bcd}	5.6 ± 1.1 ^{bcd}
t4	4.0 ± 1.1 ^{ab}	4.3 ± 1.4 ^{cd}	4.2 ± 1.1 ^{abcd}	7.6 ± 1.4 ^{etg}	5.0 ± 1.5 ^{abc}
t5	5.3 ± 0.7 ^e	4.5 ± 1.8 ^{cd}	5.9 ± 1.2 ^{fg}	8.3 ± 0.6 ^g	6.8 ± 0.8 ^e
t6	3.6 ± 0.9 ^{ab}	3.0 ± 1.3 ^{ab}	3.1 ± 1.1 ^a	7.3 ± 0.5 ^{def}	5.3 ± 0.9 ^{abc}
t7	3.9 ± 0.4 ^{ab}	4.0 ± 1.5 ^{bcd}	4.3 ± 1.1 ^{bcd}	5.2 ± 1.4 ^a	6.0 ± 1.3 ^{cde}
t8	4.4 ± 1.2 ^{bcd}	3.9 ± 1.2 ^{bcd}	3.7 ± 1.2 ^{abc}	6.2 ± 0.9 ^b	5.2 ± 1.0 ^{abc}
t9	4.0 ± 1.5 ^{ab}	4.2 ± 1.3 ^{cd}	5.4 ± 1.0 ^{etg}	8.2 ± 0.4 ^{fg}	6.3 ± 1.1 ^{de}
t10	3.8 ± 1.2 ^{ab}	4.9 ± 1.1 ^d	4.8 ± 0.9 ^{de}	6.2 ± 1.0 ^b	5.7 ± 1.5 ^{bcd}
t11	4.2 ± 0.9 ^{bc}	4.0 ± 0.9 ^{bcd}	6.4 ± 0.8 ^g	6.3 ± 0.7 ^{bc}	6.0 ± 1.1 ^{cde}
t12	4.2 ± 0.7 ^{bc}	2.7 ± 1.9 ^a	5.2 ± 1.2 ^{def}	7.9 ± 0.7 ^{etg}	5.3 ± 1.2 ^{abc}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

En la Figura 6.22 se observa un comportamiento similar del corte a lo largo del tiempo, con una gran dispersión de datos en todos los atributos; también se puede ver que, como ya se ha mencionado a lo largo de este trabajo, no existe una tendencia clara en la variación de la intensidad de los atributos de la carne. En este caso en particular, el tiempo que sobresale del resto es el correspondiente a la quinta semana de congelación, ya que presentó la mayor intensidad de olor, así como jugosidad, dureza y una alta fibrosidad. Estos cambios en los atributos evaluados pudieron deberse no solo al almacenamiento en congelación, como ya se ha discutido, sino también a la raza de bovino de la cual se extrajo el corte. Hay varios estudios que demuestran que la raza, sexo, edad y el régimen de alimentación del animal influyen en el rendimiento y composición de la carne; estos factores junto con la matanza y el tratamiento post mortem influyen en diversos atributos como el sabor y la ternura de la carne (Devine y Chrystall, 1999).

Ramesey *et. al.*, (1963) reportan que los atributos sensoriales y la terneza evaluada con la sonda Warner – Bratzler en filetes de lomo de razas de Brahman y British fueron similares, pero sin encontrarse diferencias significativas. Las diferencias en la terneza se han atribuido a diferencias en las proteínas y su comportamiento postmortem. Shakelford y *et. al.* (1991) consideran que la posible causa de la diferencia en terneza entre *Bos indicus* y las cruza de *Bos taurus* es la inhibición de las proteasas dependientes del calcio (calpainas). Existe una proteína inhibidora de las enzimas llamada calpastatina, la cual regula la actividad de calpainas, se le considera responsable de un 44% de la variación en suavidad de la carne añeja. Dependiendo del arreglo genético del ganado, hay diferentes niveles de calpainas en la carne, los cuales contribuyen a la dureza de ésta al inhibir a las calpainas durante el envejecimiento postmortem (Koochmaraie, 1995).

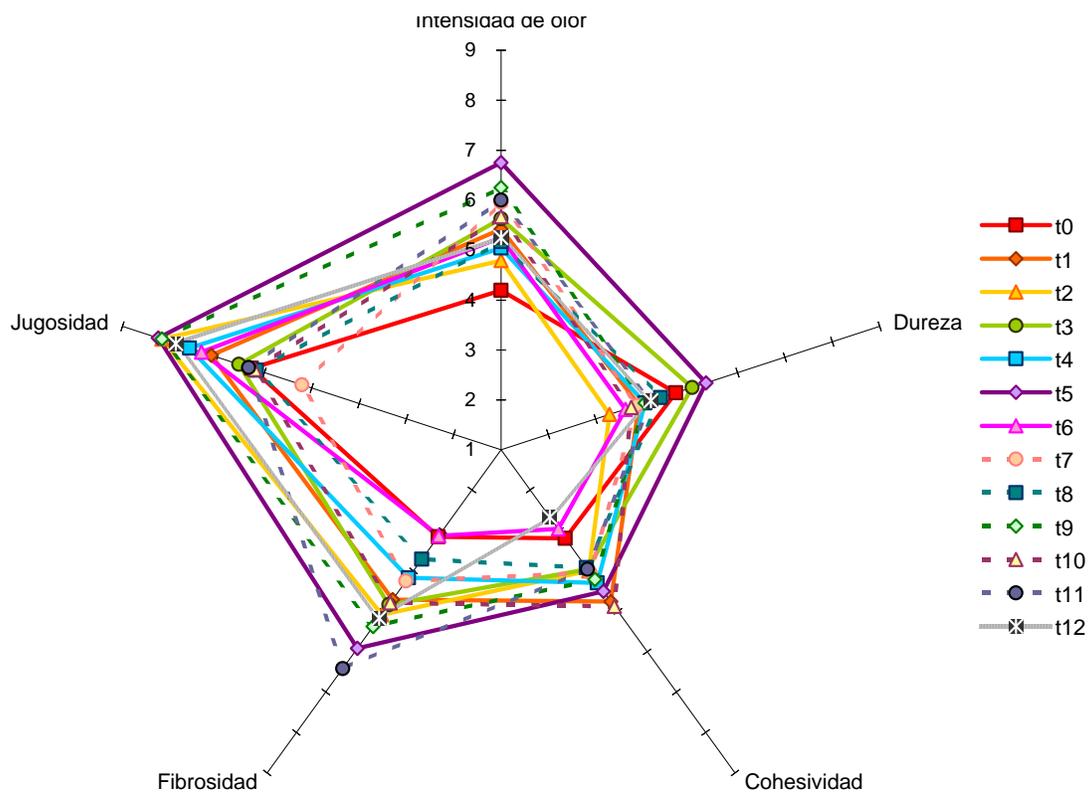


Figura 6.22 Perfil sensorial de los atributos de textura cruda para el corte: cuete

Al evaluar las muestras cocidas, se observó que en general la apreciación de la grasa superficial disminuyó, así como la jugosidad y brillo (a excepción de las semanas 5 y 11), pero aumentó la homogeneidad, la intensidad de color sobre todo a partir de la novena semana, el resto de los atributos también mostraron cambios significativos pero no se observa una tendencia clara

(Tabla 6.22). En cuanto a la intensidad presentada por cada atributo, se encontró que la muestra presentó una alta homogeneidad a lo largo del tiempo, así mismo la grasa superficial e intramuscular se mantuvieron en intensidades bajas al igual que el contenido de nervio. Nuevamente en este corte se vuelve a observar que el atributo que más varió fue el color, pasando de un tono rosado a un rojo – ladrillo, es decir, paso de una intensidad baja a media – alta; por otro lado, la jugosidad y el brillo se mantuvieron en intensidades bajas a medias (3.5 – 5.8 y 3.5 – 5.3 respectivamente) mientras que la fibrosidad oscilo de baja a alta (3.4 – 7.1).

Tabla 6.22 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cocida del corte de cuete

	Homogeneidad	Color	Grasa Sup.	Grasa Intr.	Jugosidad	Brillo	Cont. Nervio	Fibrosidad
t0	7.4 ± 1.1 ^{ab}	2.1 ± 0.8 ^a	3.1 ± 1.3 ^d	1.3 ± 0.4 ^b	5.2 ± 0.9 ^b	5.1 ± 1.2 ^b	2.1 ± 0.9 ^{cd}	4.7 ± 2.2 ^{bc}
t1	7.3 ± 1.5 ^a	3.6 ± 0.8 ^{bc}	1.5 ± 0.6 ^{bc}	1.5 ± 0.5 ^c	4.2 ± 0.9 ^a	4.0 ± 0.7 ^a	1.9 ± 1.7 ^{cd}	7.1 ± 0.3 ^h
t2	8.5 ± 0.5 ^d	1.5 ± 0.4 ^a	1.3 ± 0.4 ^{ab}	1.0 ± 0.0 ^a	3.5 ± 1.0 ^a	3.7 ± 0.9 ^a	1.3 ± 0.3 ^{ab}	7.1 ± 0.9 ^h
t3	8.3 ± 0.4 ^{cd}	1.8 ± 0.6 ^a	1.1 ± 0.3 ^{ab}	1.0 ± 0.0 ^a	3.4 ± 1.6 ^a	3.9 ± 1.3 ^a	1.1 ± 0.2 ^a	6.3 ± 0.4 ^{igh}
t4	8.3 ± 0.4 ^{cd}	2.2 ± 1.1 ^a	1.1 ± 0.2 ^{ab}	1.0 ± 0.0 ^a	3.5 ± 1.6 ^a	3.3 ± 1.7 ^a	1.1 ± 0.2 ^a	5.5 ± 1.3 ^{def}
t5	8.1 ± 0.8 ^{cd}	3.1 ± 1.3 ^b	1.0 ± 0.0 ^a	1.1 ± 0.2 ^{ab}	5.8 ± 1.1 ^b	5.3 ± 0.9 ^b	1.3 ± 0.6 ^{ab}	6.7 ± 0.7 ^{gh}
t6	8.3 ± 0.7 ^{cd}	1.8 ± 0.8 ^a	1.1 ± 0.2 ^{ab}	1.0 ± 0.0 ^a	4.0 ± 1.1 ^a	4.0 ± 1.0 ^a	1.0 ± 0.0 ^a	3.4 ± 0.8 ^a
t7	7.9 ± 0.5 ^{bc}	2.2 ± 0.7 ^a	2.0 ± 0.5 ^c	1.0 ± 0.0 ^a	3.5 ± 1.1 ^a	3.5 ± 0.9 ^a	1.2 ± 0.4 ^{ab}	5.1 ± 0.7 ^{cd}
t8	8.2 ± 0.5 ^{cd}	1.9 ± 0.7 ^a	1.2 ± 0.3 ^{ab}	1.0 ± 0.1 ^a	3.3 ± 1.5 ^a	3.7 ± 1.2 ^a	1.0 ± 0.1 ^a	4.2 ± 0.8 ^{ab}
t9	8.1 ± 0.3 ^{cd}	3.1 ± 1.6 ^b	1.0 ± 0.0 ^a	1.1 ± 0.2 ^{ab}	3.8 ± 0.9 ^a	3.6 ± 0.9 ^a	1.2 ± 0.3 ^{ab}	5.4 ± 0.7 ^{cde}
t10	7.1 ± 0.6 ^a	5.5 ± 0.8 ^e	2.0 ± 0.5 ^c	1.6 ± 0.2 ^c	3.8 ± 1.2 ^a	3.7 ± 1.3 ^a	2.4 ± 1.2 ^d	6.0 ± 0.9 ^{efg}
t11	7.5 ± 0.7 ^{ab}	4.4 ± 0.6 ^d	1.9 ± 1.1 ^c	1.2 ± 0.5 ^{ab}	5.2 ± 1.0 ^b	5.2 ± 1.0 ^b	1.7 ± 1.1 ^{bc}	5.5 ± 1.1 ^{de}
t12	8.5 ± 0.5 ^{cd}	4.3 ± 1.2 ^{cd}	1.4 ± 0.5 ^{ab}	1.2 ± 0.3 ^{ab}	4.2 ± 1.2 ^a	4.1 ± 1.2 ^a	1.1 ± 0.3 ^{ab}	6.0 ± 0.5 ^{efg}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

La representación gráfica de los resultados de la evaluación de atributos para la apariencia en carne cocida se encuentran en la Figura 6.23, nuevamente se observa una gran dispersión en la fibrosidad de carne, abarcando valores de bajos a altos, al igual que en el color, no sucede así en la homogeneidad que fue calificada de manera alta a lo largo del estudio, siendo uno de los cortes más homogéneos, esto concuerda con la grasa superficial e intramuscular y el contenido de nervio, que como se puede ver, no presentan valores altos y además la dispersión de los datos fue mínima.

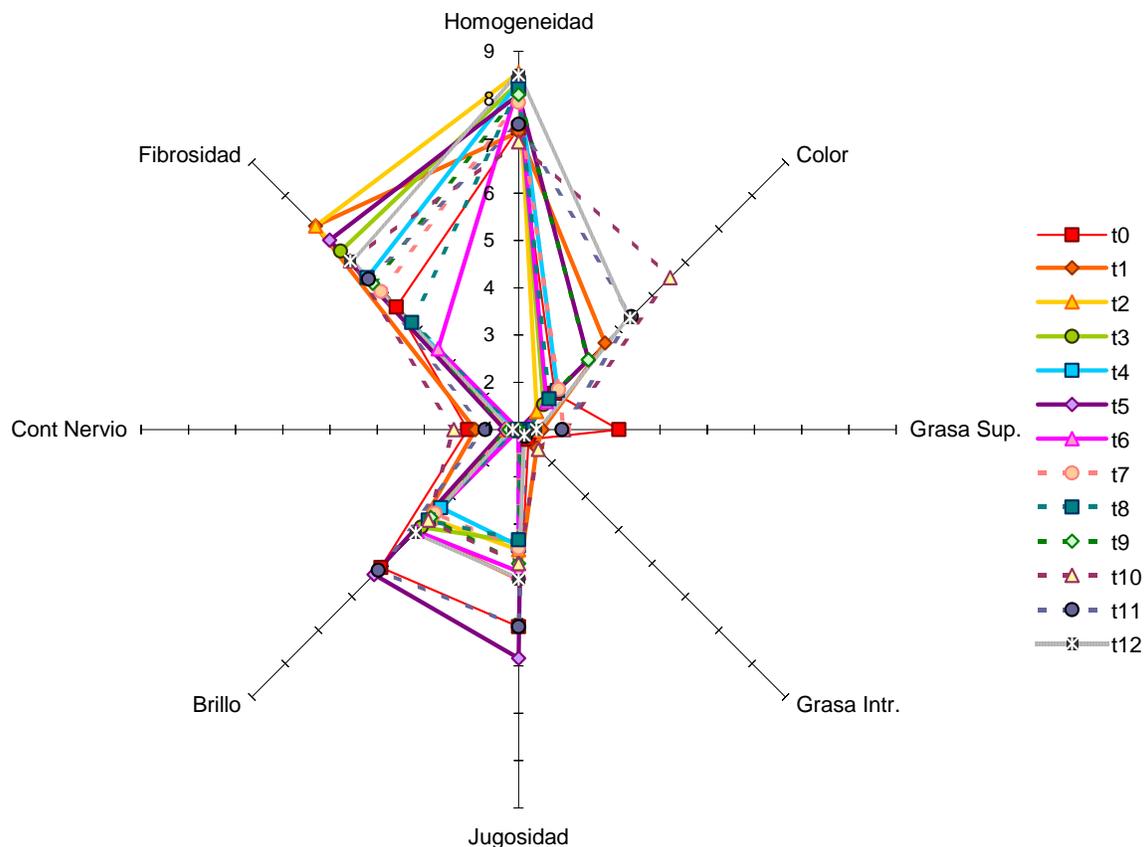


Figura 6.23 Perfil sensorial de los atributos de apariencia cocida para el corte: cuete

En todos los atributos evaluados para textura cocida, se encontraron diferencias significativas entre muestras, pero no se observó una tendencia clara, mientras que el olor disminuyó y el sabor se intensificó (Tabla 6.23), esto último también se puede observar en la Figura 6.24, donde el punto más alto de sabor se da en la última semana del estudio y los más bajos en las primeras, variando la intensidad de este atributo de manera intermedia pero con una tendencia a aumentar (4.4 – 5.6).

Para los atributos de masticabilidad, fibrosidad y jugosidad también varían de manera intermedia, encontrando valores de 3.2 – 5.3, 3.9 – 5.0 y 3.5 – 5.0 respectivamente. En dureza y fibrosidad se encuentran valores bajos a intermedios (2.0 – 4.2 y 2.3 – 4.3).

Tabla 6.23 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura, sabor y olor en carne cocida del corte de cuete

	Dureza	Masticabilidad	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad	Sabor	Olor
t0	3.9 ± 1.1 ^{cdef}	4.7 ± 0.8 ^{cd}	3.2 ± 2.1 ^{ab}	5.0 ± 1.8 ^{abc}	5.0 ± 1.6 ^c	4.5 ± 0.9 ^{ab}	6.3 ± 0.8 ^{bc}
t1	3.6 ± 0.7 ^{bcdef}	5.3 ± 0.9 ^d	3.6 ± 1.7 ^b	4.5 ± 1.8 ^{ab}	4.4 ± 1.8 ^{abc}	4.8 ± 1.0 ^{ab}	5.2 ± 0.9 ^a
t2	3.0 ± 1.1 ^b	3.8 ± 1.0 ^{ab}	3.1 ± 1.3 ^{ab}	4.2 ± 1.5 ^{ab}	3.6 ± 1.7 ^a	4.4 ± 2.0 ^a	5.6 ± 1.4 ^{abc}
t3	3.3 ± 0.8 ^{bcde}	4.8 ± 1.0 ^{cd}	3.8 ± 2.0 ^b	4.7 ± 1.7 ^{abc}	4.3 ± 1.6 ^{abc}	4.8 ± 1.6 ^{ab}	5.7 ± 1.3 ^{abc}
t4	4.0 ± 0.8 ^{ef}	4.8 ± 0.9 ^{cd}	4.0 ± 2.1 ^b	5.3 ± 1.1 ^{bc}	3.6 ± 1.2 ^a	5.0 ± 1.4 ^{ab}	5.5 ± 1.6 ^{ab}
t5	4.1 ± 0.9 ^f	4.8 ± 1.2 ^{cd}	4.0 ± 1.7 ^b	5.3 ± 1.5 ^{bc}	4.5 ± 1.2 ^{abc}	5.4 ± 0.8 ^{ab}	6.4 ± 1.4 ^c
t6	4.0 ± 0.8 ^{def}	5.1 ± 1.0 ^{cd}	3.9 ± 0.9 ^b	3.9 ± 1.2 ^a	4.4 ± 1.4 ^{abc}	5.0 ± 1.3 ^{ab}	5.9 ± 0.4 ^{abc}
t7	3.3 ± 0.7 ^{bc}	4.5 ± 0.6 ^{bcd}	3.4 ± 1.3 ^{ab}	5.0 ± 1.7 ^{abc}	3.9 ± 1.1 ^{abc}	5.3 ± 1.2 ^{ab}	5.6 ± 0.7 ^{abc}
t8	3.8 ± 0.9 ^{bcdef}	4.4 ± 1.1 ^{bc}	4.0 ± 1.6 ^b	5.0 ± 1.1 ^{abc}	3.6 ± 0.8 ^a	4.8 ± 1.6 ^{ab}	5.4 ± 0.3 ^a
t9	4.2 ± 1.2 ^f	4.6 ± 1.3 ^{bcd}	3.7 ± 1.2 ^b	4.0 ± 1.7 ^a	3.5 ± 1.7 ^a	4.5 ± 1.5 ^{ab}	5.4 ± 1.1 ^a
t10	3.8 ± 0.7 ^{bcdef}	5.2 ± 1.3 ^{cd}	4.3 ± 1.5 ^b	5.9 ± 1.0 ^c	3.9 ± 0.9 ^{ab}	4.9 ± 0.8 ^{ab}	5.9 ± 0.6 ^{abc}
t11	2.0 ± 0.8 ^a	3.2 ± 1.0 ^a	2.3 ± 1.3 ^a	4.4 ± 1.7 ^{ab}	4.1 ± 1.0 ^{abc}	5.5 ± 1.0 ^b	6.4 ± 0.7 ^c
t12	3.3 ± 0.9 ^{bcd}	5.2 ± 1.1 ^{cd}	4.3 ± 1.8 ^b	5.0 ± 1.8 ^{abc}	4.8 ± 1.3 ^{bc}	5.6 ± 1.1 ^b	5.3 ± 1.3 ^a

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.
 Los resultados son un promedio de 12 réplicas
 t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

En la Figura 6.24 se puede ver de manera grafica los valores para los atributos de la textura, sabor y olor de la carne cocida, el perfil se mantuvo constante a lo largo del estudio, en general se califico de manera media a los diferentes atributos sin observarse una dispersión importante de los datos. Si se observar la línea de jugosidad se puede ver que en la semana cero y en la semana doce las muestras fueron calificadas de manera muy similar, de ahí, que en este corte no se vio afectado este atributo por el almacenamiento en congelación ni por un tratamiento térmico posterior.

En la semana once de almacenamiento se puede apreciar una disminución en los atributos de dureza, por consiguiente masticabilidad y cohesividad.

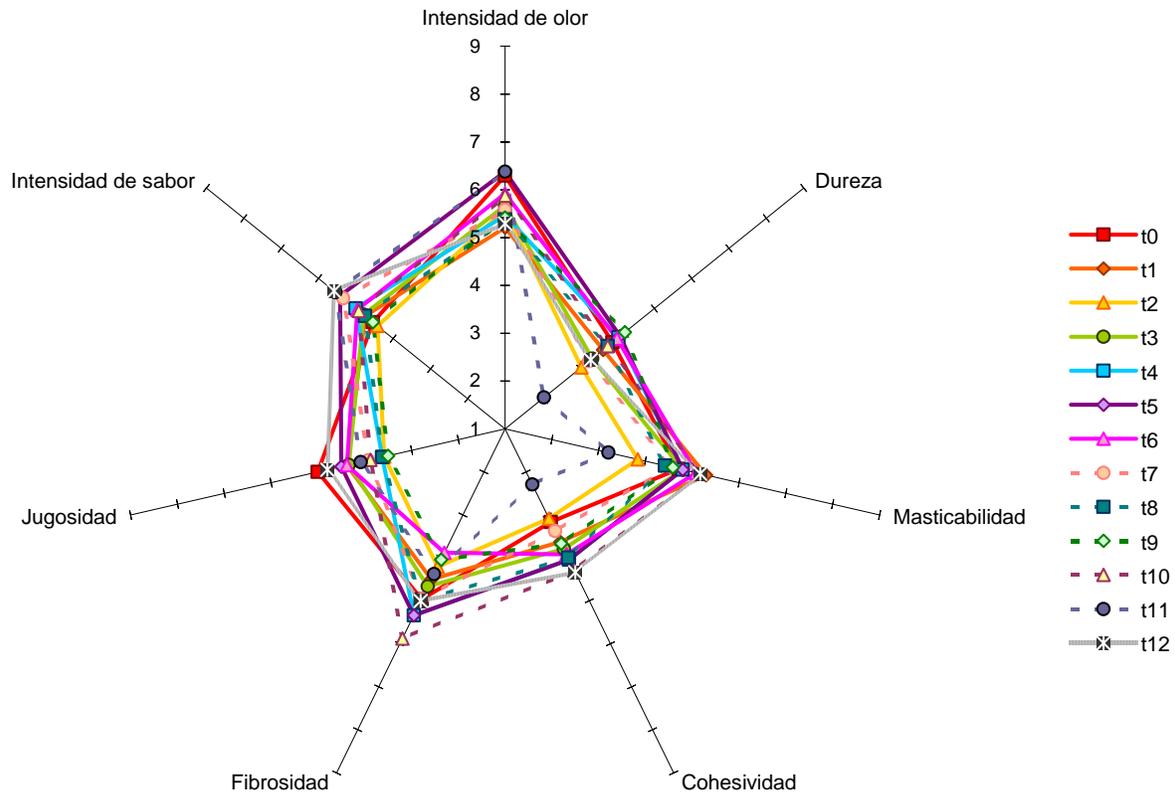


Figura 6.24 Perfil sensorial de los atributos de textura cocida para el corte: cuete

FILETE

En este corte con ayuda de la Tabla 6.24 podemos observar que la homogeneidad presenta valores altos (5.8 – 8.4) con respecto a la intensidad de este atributo; no así en los atributos de grasa superficial e intramuscular y contenido de nervio, en donde se observa que los valores se mantienen en un rango bajo, de hecho en el atributo de grasa superficial no hubo diferencia significativa en los diferentes tiempos a lo largo del estudio. Sin embargo en el atributo de color la tendencia va en aumento (con valores intermedios a altos, 3.1 – 7.0) siendo hacia el final del estudio un color rojo ladrillo más marcado. Los atributos de jugosidad y brillo presentan una tendencia similar entre ellos y con una variabilidad de intensidad intermedia a alta (4.8 – 7.1 para la jugosidad y 4.8 – 6.4 para el brillo); y es en las últimas evaluaciones donde se aprecia una carne más jugosa y brillante.

Tabla 6.24 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cruda del corte de filete

	Homogeneidad	Color	Grasa Sup.	Grasa Intr.	Jugosidad	Brillo	Cont. Nervio	Fibrosidad
t0	7.7 ± 0.5 ^{de}	5.8 ± 0.9 ^{def}	1.0 ± 0.0 ^a	1.1 ± 0.3 ^{ab}	5.5 ± 1.1 ^{abc}	5.5 ± 1.1 ^{ab}	1.5 ± 0.6 ^{abc}	4.3 ± 1.0 ^{bc}
t1	5.8 ± 0.7 ^a	5.5 ± 0.6 ^{cd}	1.0 ± 0.0 ^a	3.3 ± 0.8 ^d	6.5 ± 0.6 ^{ef}	6.1 ± 0.8 ^{bc}	1.5 ± 0.9 ^{abc}	3.5 ± 1.2 ^{ab}
t2	8.4 ± 0.4 ^e	5.0 ± 0.9 ^c	1.0 ± 0.0 ^a	1.0 ± 0.0 ^a	5.3 ± 0.8 ^{ab}	4.9 ± 1.4 ^a	1.0 ± 0.0 ^a	5.2 ± 1.4 ^{de}
t3	7.4 ± 0.6 ^{cd}	5.2 ± 1.2 ^{cd}	1.1 ± 0.2 ^a	1.5 ± 0.5 ^b	5.7 ± 0.6 ^{bcd}	5.5 ± 0.9 ^{ab}	1.3 ± 0.6 ^{ab}	3.8 ± 1.2 ^{abc}
t4	6.7 ± 0.7 ^b	5.7 ± 0.7 ^{de}	1.0 ± 0.0 ^a	2.8 ± 1.2 ^c	6.5 ± 0.6 ^{ef}	5.9 ± 0.7 ^{bc}	2.0 ± 1.5 ^c	5.5 ± 1.2 ^e
t5	8.1 ± 0.7 ^{ef}	5.2 ± 0.6 ^{cd}	1.0 ± 0.0 ^a	1.0 ± 0.0 ^a	6.1 ± 1.4 ^{cde}	6.0 ± 1.2 ^{bc}	1.2 ± 0.5 ^{ab}	5.7 ± 0.7 ^e
t6	7.3 ± 0.5 ^{cd}	3.1 ± 0.9 ^a	1.0 ± 0.1 ^a	1.3 ± 0.4 ^{ab}	5.2 ± 0.7 ^{ab}	5.0 ± 0.8 ^a	1.8 ± 0.7 ^{bc}	3.2 ± 0.8 ^a
t7	6.9 ± 1.3 ^{bc}	6.2 ± 0.9 ^{ef}	1.1 ± 0.4 ^a	2.3 ± 1.0 ^c	7.1 ± 0.7 ^f	6.1 ± 1.3 ^{bc}	2.1 ± 1.3 ^c	5.8 ± 0.8 ^e
t8	8.2 ± 0.6 ^{ef}	5.6 ± 0.5 ^{cde}	1.0 ± 0.1 ^a	1.1 ± 0.3 ^{ab}	6.2 ± 1.5 ^{cde}	5.5 ± 0.9 ^{ab}	1.3 ± 0.6 ^{ab}	5.7 ± 0.7 ^e
t9	7.7 ± 0.5 ^{de}	5.5 ± 0.6 ^{cd}	1.0 ± 0.0 ^a	1.5 ± 0.5 ^b	6.5 ± 0.6 ^{ef}	6.0 ± 1.2 ^{bc}	1.8 ± 0.7 ^{bc}	5.8 ± 0.6 ^e
t10	8.2 ± 0.4 ^{de}	4.0 ± 0.9 ^b	1.0 ± 0.0 ^a	1.3 ± 0.5 ^{ab}	5.1 ± 0.5 ^{ab}	4.8 ± 0.7 ^a	1.3 ± 0.3 ^{ab}	3.0 ± 1.1 ^a
t11	7.4 ± 0.6 ^{cd}	6.5 ± 1.3 ^{fg}	1.0 ± 0.1 ^a	1.5 ± 0.5 ^{ab}	4.8 ± 1.2 ^a	4.8 ± 1.2 ^a	1.5 ± 0.7 ^{abc}	3.7 ± 1.4 ^{abc}
t12	8.3 ± 0.5 ^e	7.0 ± 0.9 ^g	1.7 ± 1.1 ^b	1.5 ± 1.3 ^{ab}	6.3 ± 1.0 ^{de}	6.4 ± 1.0 ^c	1.3 ± 0.4 ^{ab}	4.5 ± 1.3 ^{cd}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas
t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

Al estudiar la apariencia en crudo del filete de manera grafica, se puede apreciar, que presenta una gran homogeneidad, una poca cantidad de contenido de nervio, grasa superficial e intramuscular (Figura 6.25).

Con respecto al color se puede observar que hubo variaciones del mismo a lo largo de todo el estudio. Como ya se menciona al principio de este documento, son múltiples los factores que afectan la coloración de la carne, empezando desde la alimentación del animal, ya que existen compuestos que no son sintetizados por el organismo animal y, por lo tanto, provienen de su asimilación y almacenamiento como es el caso de los carotenos (Pérez-Álvarez y et. al., 2000). El contenido en carotenos y su influencia en el color de la carne, es quizá una de las características que más se ha investigado. En el caso particular de la carne, y en especial la de vacuno, su contenido en exceso puede depreciar la calidad de la misma, como ocurre en la clasificación de canales de vacuno. El sistema japonés de clasificación de canales de vacuno determina como aceptables las grasas que presentan coloración blanca, blanco ligeramente oscuro, blanco ligeramente rojizo, e inaceptables las coloración rosada-amarillento y amarilla oscura, siendo los carotenos responsables de estas dos últimas coloraciones (Irie, 2001).

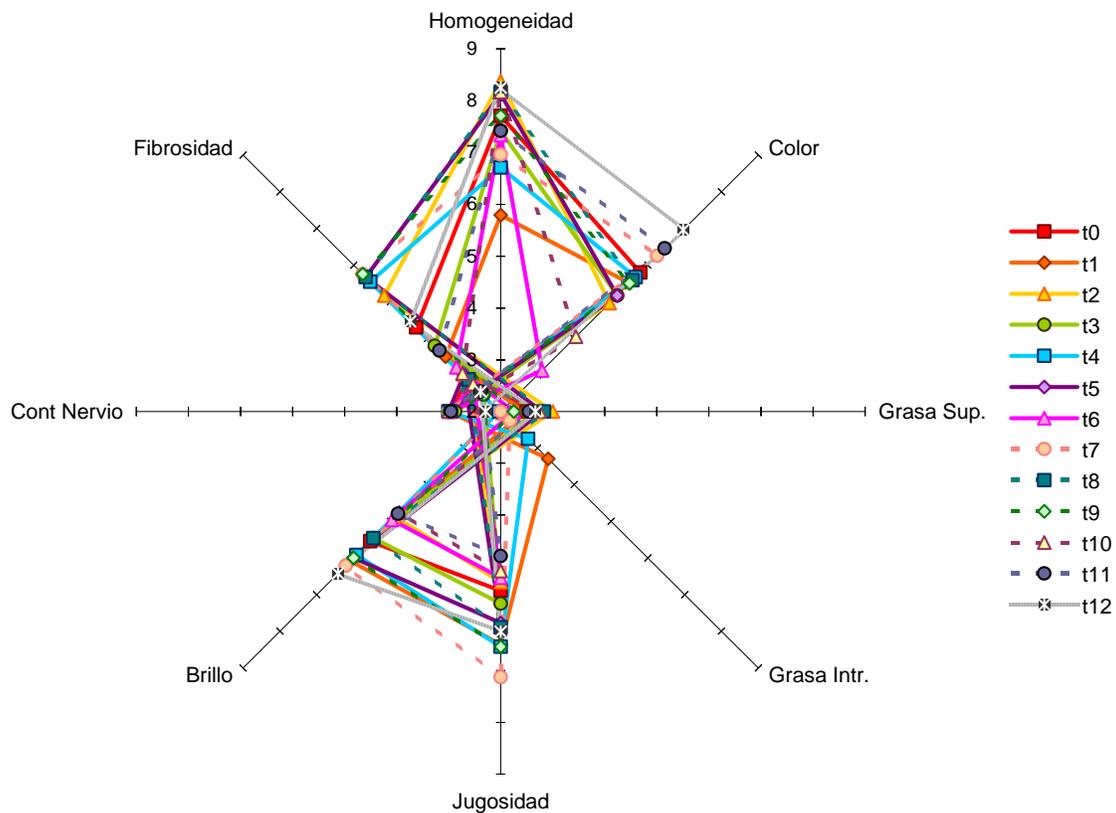


Figura 6.25 Perfil sensorial de los atributos de apariencia cruda para el corte: filete

Por otro lado, al evaluar la textura en crudo (Tabla 6.25) en los atributos de dureza y fibrosidad no se ve una tendencia clara. En este corte la cohesividad de la carne no se ve afectada ya que se mantiene prácticamente constante a lo largo del estudio, con valores bajos 2.2 – 3.5. En la jugosidad se ve una gran fluctuación de valores, desde valores bajos (3.7 en la semana cero) hasta muy altos (8.1 en la semana doce).

La carne procedente de los distintos músculos, presenta grandes diferencias en la jugosidad. Según algunos autores, esto puede deberse a las diferencias de pH (Bouton *et. al.*, 1971) y también a las diferencias de las fracciones miofibrilar y conjuntiva (Monin, 1991). Las diferencias entre músculos en la jugosidad de la carne cruda son grandes y esto se explica en parte, pero no exclusivamente, por la relación agua/proteína, por la velocidad de descenso del pH y por el pH último.

La intensidad en los atributos de dureza y cohesividad se mantienen en valores intermedios y bajos respectivamente, de 3.5 – 4.7 para la primera y de 2.2 – 3.5 para la segunda.

Tabla 6.25 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura y olor en carne cruda del corte de filete

	Dureza	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad	Olor
t0	4.2 ± 1.1 ^{abcd}	3.0 ± 2.1 ^{ab}	4.0 ± 0.9 ^{abcd}	3.7 ± 1.3 ^a	4.2 ± 1.4 ^a
t1	3.7 ± 0.7 ^{ab}	2.9 ± 1.5 ^{ab}	3.3 ± 1.3 ^{ab}	7.7 ± 0.5 ^e	5.3 ± 1.7 ^{abcd}
t2	4.3 ± 1.2 ^{bcd}	2.9 ± 1.3 ^{ab}	4.8 ± 1.4 ^{defg}	7.5 ± 1.0 ^{de}	4.5 ± 1.1 ^{ab}
t3	3.9 ± 0.8 ^{abc}	2.3 ± 1.0 ^a	4.7 ± 1.1 ^{def}	6.5 ± 0.8 ^b	4.5 ± 2.0 ^{ab}
t4	3.9 ± 1.0 ^{abc}	2.7 ± 1.5 ^{ab}	5.3 ± 1.0 ^{efg}	6.9 ± 0.6 ^{bcd}	6.3 ± 1.2 ^{de}
t5	4.3 ± 0.9 ^{bcd}	2.6 ± 1.5 ^{ab}	5.8 ± 0.8 ^g	7.8 ± 0.8 ^e	5.9 ± 0.9 ^{cde}
t6	3.9 ± 0.8 ^{abc}	3.0 ± 0.9 ^{ab}	3.5 ± 0.8 ^{abc}	4.2 ± 0.9 ^a	5.6 ± 1.2 ^{bcde}
t7	4.4 ± 0.8 ^{cd}	3.5 ± 1.6 ^b	5.6 ± 0.5 ^{fg}	7.5 ± 0.5 ^{cde}	6.5 ± 1.1 ^e
t8	4.3 ± 0.9 ^{bcd}	2.7 ± 1.5 ^{ab}	4.8 ± 1.4 ^{defg}	7.5 ± 1.0 ^{de}	6.3 ± 1.2 ^{de}
t9	3.7 ± 0.7 ^{ab}	2.9 ± 1.3 ^{ab}	4.7 ± 1.1 ^{def}	6.9 ± 0.6 ^{bcd}	4.2 ± 1.4 ^a
t10	3.9 ± 0.9 ^{abc}	2.7 ± 1.2 ^{ab}	3.1 ± 1.4 ^a	6.8 ± 0.9 ^{bc}	5.1 ± 1.6 ^{abc}
t11	4.7 ± 0.9 ^d	3.3 ± 1.7 ^{ab}	4.2 ± 1.8 ^{bcd}	6.4 ± 1.0 ^b	6.1 ± 1.9 ^{cde}
t12	3.5 ± 0.9 ^a	2.2 ± 1.1 ^a	4.4 ± 1.5 ^{cde}	8.1 ± 0.7 ^e	5.2 ± 1.2 ^{abcd}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

En la Figura 6.26, y después de haber analizado tres cortes se puede ver que presentan el mismo patrón, siendo el atributo de jugosidad el que más alto se evaluó. En el filete en particular, hay dos tiempos que salen de ese patrón, precisamente en jugosidad, el primero es al tiempo cero, siendo el de valor más bajo (3.7) y después el tiempo seis (4.2), ambos tiempos fueron evaluados de manera media, mientras que el resto tienen valores altos. El atributo que menos dispersión presenta es la dureza, presentando el corte un perfil de dureza media.

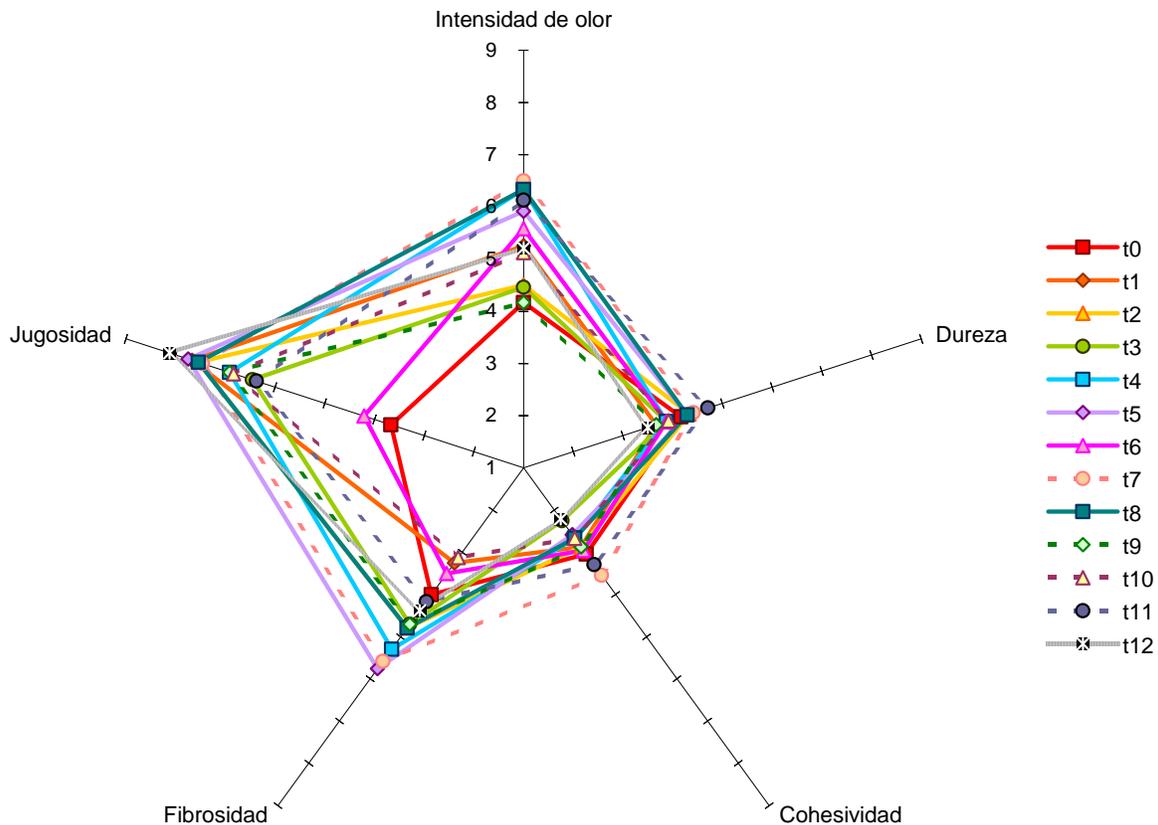


Figura 6.26 Perfil sensorial de los atributos de textura cruda para el corte: filete

Al ser evaluado el corte una vez sometido a cocción claramente se puede ver que tanto los atributos de homogeneidad, grasa superficial, grasa intramuscular y contenido de nervio no sufren un cambio drástico. En cuanto al color y la fibrosidad, claramente se puede ver que aumentan con respecto al tiempo, es decir, la carne presentó una coloración marrón más intensa y más fibrosa, variando de valores bajos – intermedios a altos; de 2.7 – 6.2 para el color y de 3.4 – 6.8 para la fibrosidad. El brillo sin embargo, es el único atributo que se vio disminuido al cocer la carne y al aumentar el tiempo de almacenamiento (Tabla 6.26).

Tabla 6.26 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cocida del corte filete

	Homogeneidad	Color	Grasa Sup.	Grasa Intr.	Jugosidad	Brillo	Cont. Nervio	Fibrosidad
t0	8.0 ± 0.7 ^{ab}	3.8 ± 0.8 ^{bc}	1.1 ± 0.2 ^a	1.1 ± 0.3 ^{ab}	5.5 ± 0.8 ^c	5.3 ± 1.2 ^d	1.4 ± 0.7 ^{abc}	5.0 ± 1.0 ^e
t1	7.8 ± 0.6 ^a	3.4 ± 0.6 ^{ab}	1.0 ± 0.0 ^a	1.1 ± 0.3 ^{ab}	4.1 ± 1.0 ^a	4.3 ± 0.6 ^{abc}	1.1 ± 0.2 ^{abc}	3.4 ± 1.5 ^a
t2	7.9 ± 0.5 ^{ab}	4.1 ± 1.3 ^{bcd}	1.1 ± 0.2 ^a	1.0 ± 0.1 ^a	5.0 ± 0.6 ^{bc}	5.0 ± 0.8 ^{bcd}	1.1 ± 0.3 ^{abc}	4.5 ± 1.7 ^{bcd}
t3	8.2 ± 0.5 ^{ab}	2.7 ± 0.8 ^a	1.1 ± 0.3 ^a	1.3 ± 0.5 ^b	5.8 ± 1.2 ^c	5.2 ± 1.1 ^{cd}	1.1 ± 0.2 ^{ab}	4.0 ± 1.3 ^{abc}
t4	8.0 ± 0.6 ^{ab}	4.4 ± 1.0 ^{cde}	1.0 ± 0.0 ^a	1.0 ± 0.0 ^a	4.4 ± 1.7 ^{ab}	4.4 ± 1.6 ^{abc}	1.1 ± 0.3 ^{abc}	3.7 ± 1.4 ^{ab}
t5	8.0 ± 0.7 ^{ab}	5.0 ± 1.2 ^{ef}	1.0 ± 0.1 ^a	1.0 ± 0.0 ^a	5.3 ± 0.7 ^c	5.1 ± 1.2 ^{bcd}	1.0 ± 0.1 ^a	3.8 ± 0.9 ^{abc}
t6	8.1 ± 0.2 ^{ab}	3.4 ± 0.5 ^{ab}	1.0 ± 0.1 ^a	1.0 ± 0.0 ^a	5.1 ± 0.7 ^{bc}	5.1 ± 0.9 ^{bcd}	1.4 ± 0.4 ^{abc}	4.6 ± 0.4 ^{cde}
t7	8.3 ± 0.6 ^a	4.6 ± 1.2 ^{de}	1.0 ± 0.0 ^a	1.0 ± 0.1 ^a	5.1 ± 1.0 ^{bc}	5.0 ± 1.3 ^{bcd}	1.4 ± 1.2 ^{abc}	6.8 ± 0.6 ^f
t8	8.0 ± 0.7 ^{ab}	4.1 ± 1.3 ^{bcd}	1.1 ± 0.3 ^a	1.0 ± 0.0 ^a	5.3 ± 0.7 ^c	4.3 ± 0.6 ^{abc}	1.1 ± 0.2 ^{ab}	4.6 ± 0.4 ^{cde}
t9	8.0 ± 0.7 ^{ab}	3.8 ± 0.8 ^{bc}	1.0 ± 0.0 ^a	1.0 ± 0.1 ^a	5.8 ± 1.2 ^c	4.4 ± 1.6 ^{abc}	1.0 ± 0.1 ^a	4.6 ± 0.4 ^{cde}
t10	8.2 ± 0.6 ^{ab}	4.8 ± 0.8 ^{def}	1.0 ± 0.1 ^a	1.0 ± 0.1 ^a	4.2 ± 1.5 ^a	4.2 ± 1.5 ^{ab}	1.5 ± 1.0 ^c	4.2 ± 1.4 ^{abcd}
t11	8.1 ± 0.8 ^{ab}	6.2 ± 1.0 ^g	1.0 ± 0.1 ^a	1.1 ± 0.3 ^{ab}	4.0 ± 1.4 ^a	4.0 ± 1.5 ^a	1.4 ± 0.6 ^{bc}	4.9 ± 0.7 ^{de}
t12	8.3 ± 0.5 ^{ab}	5.5 ± 1.4 ^{fg}	1.4 ± 0.5 ^b	1.2 ± 0.2 ^{ab}	4.1 ± 1.1 ^a	4.4 ± 1.1 ^{abcd}	1.2 ± 0.3 ^{abc}	4.9 ± 0.9 ^{de}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

Al estudiar la apariencia cocida del filete, se puede ver un perfil perfectamente definido desde el comienzo del estudio y hasta el final en los atributos de contenido de nervio, brillo, jugosidad, grasa superficial e intramuscular y homogeneidad (Figura 6.27)

Con respecto al color se observa (Figura 6.27) una variabilidad importante a lo largo del estudio, siendo los valores más altos hacia el final del mismo. Como ya se ha mencionado en los cortes antes analizados el almacenamiento presenta una influencia directa en la estabilidad del color (Hui, *et. al.*, 2006).

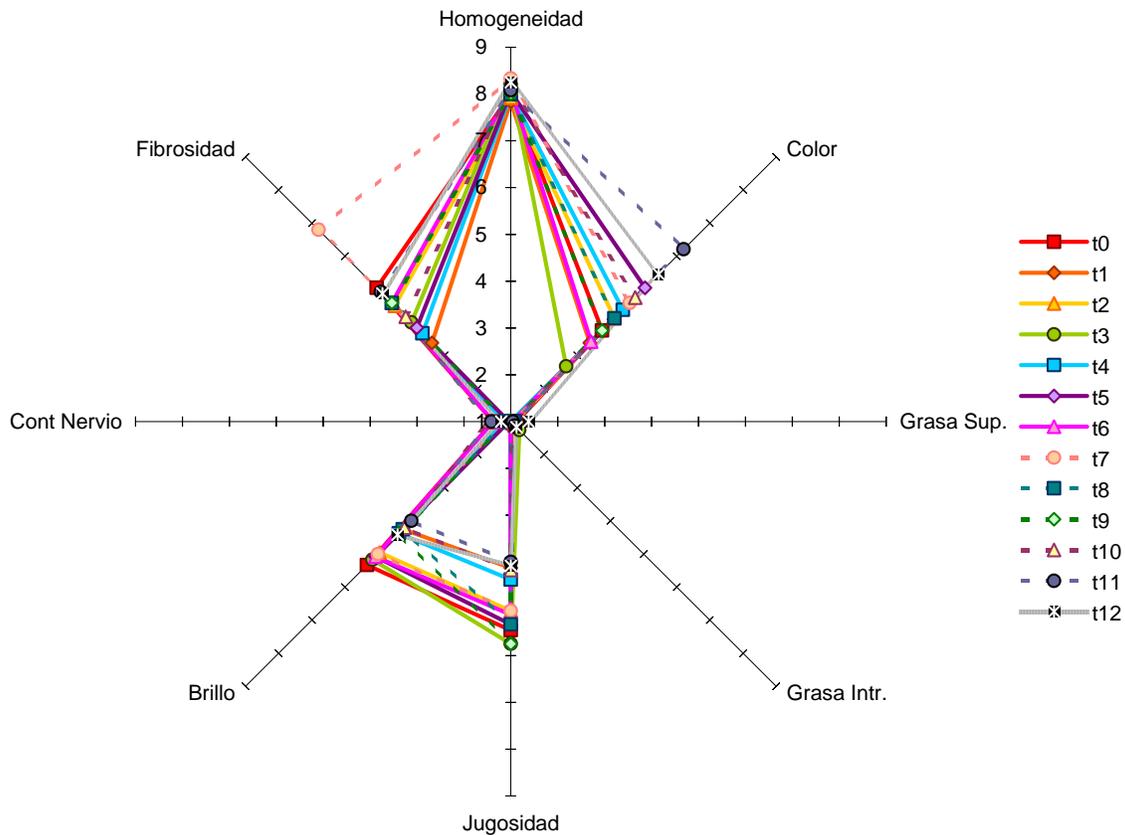


Figura 6.27 Perfil sensorial de los atributos de apariencia cocida para el corte: filete

Con respecto a la evaluación de la textura en carne cocida los atributos de dureza, masticabilidad y jugosidad muestran una tendencia a disminuir al transcurrir el tiempo, esto se puede entender ya que al ser sometida la carne primero a congelación y después a cocción las fibras de la misma pierden firmeza y las células probablemente se rompieron primero por los cristales de agua y después por el calor, siendo esto reflejado en los atributos antes mencionados (Hui, *et al.*, 2006).

Según Offer *et al.*, (1984) las pérdidas de agua durante el cocinado pueden ser de hasta un 40% dependiendo del proceso de cocinado, tiempo de cocinado (Lawrie, 1966), la dimensión del trozo y las propiedades físicas de la carne (Bouton *et al.*, 1976). La temperatura final de cocinado es el factor principal que influye en la cantidad de las pérdidas

El resto de los atributos, presentan una tendencia en aumento con valores de intensidad de intermedios a altos: cohesividad (3.2 – 5.0), fibrosidad (4.0 – 5.8), sabor (5.0 – 6.0) y olor (5.1 – 7.1) presentan una tendencia en aumento.

Tabla 6.27 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura, sabor y olor en carne cocida del corte de filete

	Dureza	Masticabilidad	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad	Sabor	Olor
t0	4.3 ± 1.4 ^d	5.1 ± 1.3 ^{abc}	3.5 ± 2.0 ^{ab}	5.1 ± 1.2 ^{abc}	4.5 ± 1.6 ^{ab}	5.1 ± 1.0 ^a	5.4 ± 1.0 ^a
t1	3.2 ± 1.0 ^{ab}	5.7 ± 1.1 ^{bcd}	3.8 ± 1.9 ^{abc}	4.6 ± 1.1 ^{ab}	5.4 ± 1.8 ^b	5.1 ± 1.4 ^a	6.2 ± 0.9 ^{bcd}
t2	2.6 ± 0.9 ^a	5.2 ± 1.2 ^{abc}	3.6 ± 1.6 ^{ab}	4.3 ± 1.9 ^a	5.0 ± 1.6 ^{ab}	5.9 ± 1.1 ^{ab}	6.3 ± 0.9 ^{bcd}
t3	3.5 ± 1.3 ^{bc}	4.8 ± 0.9 ^{ab}	4.0 ± 1.3 ^{abc}	4.0 ± 1.7 ^a	5.0 ± 1.2 ^{ab}	5.4 ± 1.1 ^{ab}	5.8 ± 1.1 ^{abc}
t4	3.2 ± 1.7 ^{ab}	5.4 ± 1.4 ^{bc}	3.4 ± 1.9 ^a	4.8 ± 1.9 ^{abc}	4.9 ± 1.6 ^{ab}	5.8 ± 1.3 ^{ab}	5.8 ± 0.9 ^{abc}
t5	3.2 ± 1.0 ^{ab}	4.8 ± 0.9 ^{ab}	3.2 ± 1.8 ^a	4.7 ± 1.5 ^{ab}	5.3 ± 1.2 ^b	6.0 ± 0.8 ^b	6.9 ± 0.3 ^{cd}
t6	4.0 ± 0.7 ^{bcd}	5.8 ± 1.0 ^{cd}	5.0 ± 1.2 ^c	5.0 ± 1.1 ^{abc}	4.7 ± 1.1 ^{ab}	5.0 ± 1.0 ^a	7.1 ± 0.8 ^d
t7	3.4 ± 1.0 ^{ab}	5.1 ± 1.2 ^{abc}	3.9 ± 1.4 ^{abc}	5.8 ± 1.1 ^c	4.5 ± 1.1 ^{ab}	5.5 ± 1.1 ^{ab}	6.5 ± 1.3 ^{cde}
t8	2.6 ± 0.9 ^a	5.1 ± 1.3 ^{abc}	3.2 ± 1.8 ^a	5.1 ± 1.2 ^{abc}	4.7 ± 1.1 ^{ab}	5.5 ± 1.1 ^{ab}	6.3 ± 0.9 ^{bcd}
t9	3.2 ± 1.0 ^{ab}	5.8 ± 1.0 ^{cd}	3.9 ± 1.4 ^{abc}	5.1 ± 1.2 ^{abc}	4.5 ± 1.6 ^{ab}	5.1 ± 1.4 ^a	5.8 ± 0.9 ^{abc}
t10	4.3 ± 1.3 ^{cd}	6.3 ± 0.9 ^d	4.8 ± 2.2 ^{bc}	5.5 ± 1.5 ^{bc}	4.9 ± 1.4 ^{ab}	5.3 ± 0.8 ^{ab}	5.6 ± 1.3 ^{ab}
t11	3.7 ± 0.7 ^{bcd}	5.0 ± 1.0 ^{abc}	4.2 ± 1.5 ^{abc}	5.0 ± 0.8 ^{abc}	4.0 ± 0.8 ^a	5.6 ± 0.9 ^{ab}	5.1 ± 1.1 ^a
t12	3.4 ± 0.9 ^{abc}	4.5 ± 0.9 ^a	4.0 ± 1.3 ^{abc}	5.5 ± 1.1 ^{bc}	4.7 ± 0.9 ^{ab}	5.6 ± 0.9 ^{ab}	6.2 ± 0.9 ^{bcd}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

La representación grafica de los atributos de textura para el filete se aprecia en la Figura 6.28. En este caso el tiempo que destaca ligeramente en el corte corresponde a la sexta semana de congelación, ya que presenta uno de los valores más alto en la intensidad de olor, en la dureza es muy cercano al tiempo cero y en la cohesividad fue le tiempo evaluado de manera más alta; sin embargo, no se observa una dispersión de datos importante y el perfil permanece constante en el estudio.

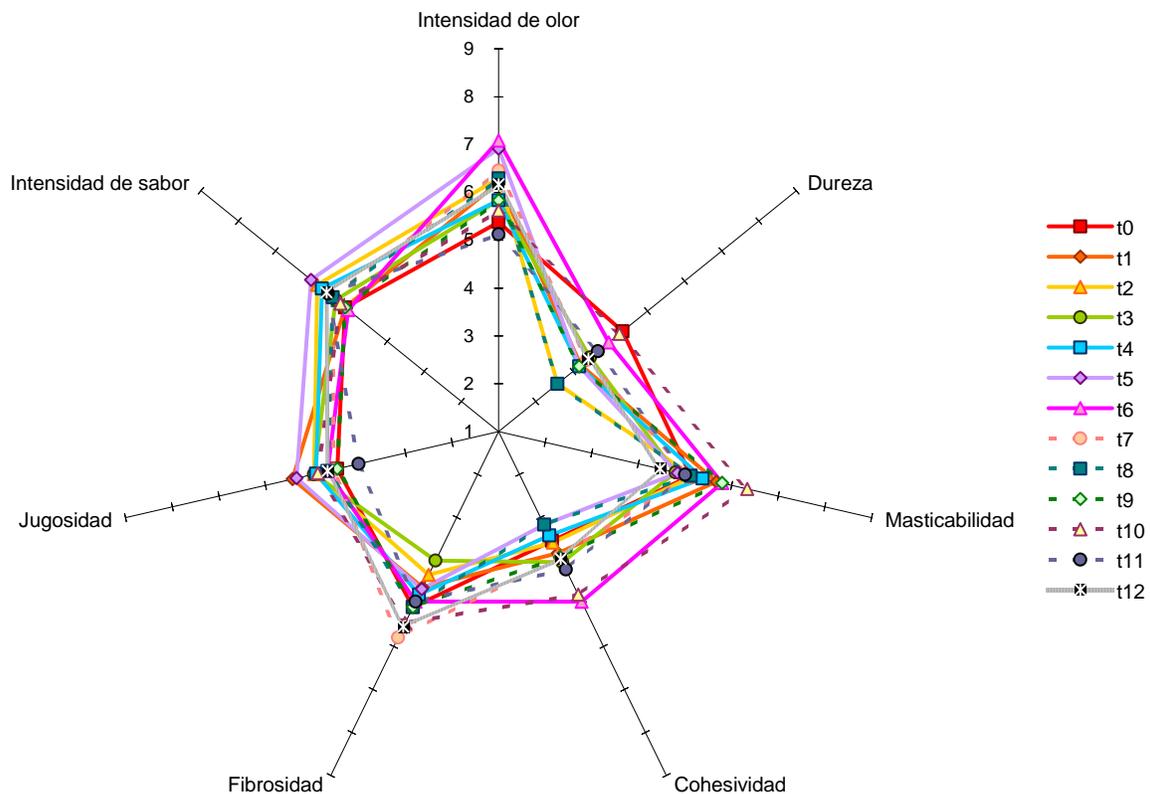


Figura 6.28 Perfil sensorial de los atributos de textura cocida para el corte: filete

SIRLOIN

La tendencia que se presentó este corte en los atributos de homogeneidad, grasa superficial y color, evaluados en la apariencia de la carne cruda fue hacia un aumento en la intensidad de estos atributos, siendo más homogéneo y con una coloración rojo-ladrillo más intenso al transcurrir el tiempo.

En el resto de los atributos, no fue posible identificar una tendencia clara (Tabla 6.28). Se observó que la homogeneidad presentó intensidades medias (4.8 – 6.3), al igual que el color (4.3 – 6.8) y la fibrosidad (3.3 – 6.3), la grasa superficial e intramuscular y el contenido de nervio presentaron intensidades de bajas a medias (2.0 – 5.0, 1.5 – 3.0 y 1.5 – 4.8 respectivamente). La jugosidad presentó los valores más altos de intensidad siendo el más bajo 5.3 y el más alto 7.2.

Tabla 6.28 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cruda del corte de sirloin

	Homogeneidad	Color	Grasa Sup.	Grasa Intr.	Jugosidad	Brillo	Cont. Nervio	Fibrosidad
t0	4.8 ± 1.1 ^a	4.4 ± 1.0 ^{ab}	5.0 ± 1.7 ^e	2.7 ± 1.1 ^{bc}	6.2 ± 1.0 ^{bcde}	6.3 ± 1.2 ^{bc}	4.8 ± 2.6 ^e	4.7 ± 0.9 ^{cd}
t1	6.3 ± 0.9 ^e	5.5 ± 0.8 ^d	2.5 ± 1.0 ^{ab}	2.2 ± 1.0 ^{ab}	5.7 ± 0.8 ^{ab}	5.2 ± 1.3 ^a	3.2 ± 1.5 ^d	3.8 ± 1.5 ^{ab}
t2	6.0 ± 0.8 ^{cde}	6.8 ± 0.9 ^e	3.0 ± 1.2 ^b	1.5 ± 1.5 ^a	6.0 ± 1.1 ^{abcd}	6.3 ± 1.7 ^{bc}	2.0 ± 1.6 ^{abc}	3.3 ± 1.5 ^a
t3	5.3 ± 1.2 ^{ab}	6.5 ± 0.7 ^e	2.0 ± 1.2 ^a	2.2 ± 1.3 ^{ab}	7.2 ± 1.1 ^f	7.2 ± 1.2 ^d	2.1 ± 1.6 ^{abc}	4.5 ± 1.5 ^{bcd}
t4	5.6 ± 0.6 ^{abcd}	6.4 ± 0.7 ^e	3.2 ± 1.4 ^{bc}	2.8 ± 1.3 ^{bc}	6.8 ± 1.4 ^{def}	7.0 ± 1.2 ^{cd}	2.5 ± 1.0 ^{cd}	4.7 ± 1.2 ^d
t5	6.1 ± 1.1 ^{de}	4.8 ± 0.9 ^{bc}	4.6 ± 1.7 ^{de}	1.6 ± 0.7 ^a	7.0 ± 1.6 ^f	6.9 ± 1.6 ^{cd}	1.9 ± 1.3 ^{abc}	5.8 ± 1.6 ^e
t6	6.0 ± 0.9 ^{de}	6.3 ± 0.9 ^e	4.5 ± 1.7 ^{de}	1.6 ± 0.8 ^a	6.0 ± 1.0 ^{abc}	5.5 ± 1.4 ^{ab}	1.5 ± 0.9 ^a	6.3 ± 0.5 ^e
t7	5.7 ± 0.6 ^{abcd}	6.8 ± 0.4 ^e	4.0 ± 1.3 ^{cd}	1.8 ± 1.4 ^a	6.6 ± 1.2 ^{cdef}	6.3 ± 1.6 ^{bc}	1.8 ± 1.4 ^{abc}	3.6 ± 1.1 ^a
t8	6.1 ± 0.3 ^{de}	4.3 ± 1.1 ^a	2.6 ± 1.2 ^{ab}	2.1 ± 1.4 ^{ab}	5.6 ± 1.7 ^{ab}	5.1 ± 2.1 ^a	2.2 ± 1.0 ^{abc}	4.6 ± 1.7 ^{cd}
t9	6.1 ± 0.8 ^{de}	6.5 ± 0.6 ^e	4.5 ± 1.3 ^{de}	2.0 ± 0.8 ^{ab}	5.3 ± 1.0 ^a	5.5 ± 1.1 ^{ab}	1.6 ± 0.7 ^{ab}	3.8 ± 0.8 ^{ab}
t10	5.4 ± 0.8 ^{bc}	6.4 ± 0.8 ^e	4.8 ± 1.1 ^{de}	3.0 ± 1.7 ^c	6.9 ± 0.8 ^{ef}	7.0 ± 0.8 ^{cd}	2.5 ± 1.1 ^{bcd}	6.0 ± 0.8 ^e
t11	6.3 ± 0.9 ^e	5.2 ± 1.1 ^{cd}	3.8 ± 1.4 ^{cd}	1.7 ± 1.2 ^a	5.6 ± 1.4 ^{abc}	5.5 ± 0.9 ^{ab}	2.1 ± 0.8 ^{abc}	3.7 ± 1.2 ^{abc}
t12	6.0 ± 0.6 ^{de}	6.3 ± 0.8 ^e	4.2 ± 1.1 ^{de}	2.2 ± 0.8 ^{ab}	6.2 ± 0.8 ^{bcde}	6.2 ± 0.5 ^{bc}	2.3 ± 0.8 ^{abc}	4.5 ± 0.9 ^{bcd}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas
t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

Al graficar los valores dados por el panel para este corte en la apariencia de la carne cruda, se puede ver que no hay un patrón y mucho menos una tendencia (Figura 6.29). Al tiempo cero se observa que hay una cantidad importante de contenido de nervio y grasa superficial, disminuyendo después la apreciación de ambos atributos, para el contenido de nervio no hay valores más arriba de 3, sin embargo para la grasa superficial pareciera que la cantidad varía significativamente de semana a semana.

Se aprecia además, que es un corte de homogeneidad media con una coloración intensa más hacia el punto de la escala de rojo-ladrillo, lo cual probablemente habla de una cantidad importante de pigmentos biológicos (carotenos y hemopigmentos), pigmentos producidos por daños durante su manejo o por condiciones de proceso inadecuadas, o a la formación de pigmentos postmortem (por reacciones enzimáticas o no enzimáticas) (Hui, *et. al.*, 2006).

Con respecto al brillo y la jugosidad, es uno de los cortes más brillante y más jugoso, con valores de medios a altos.

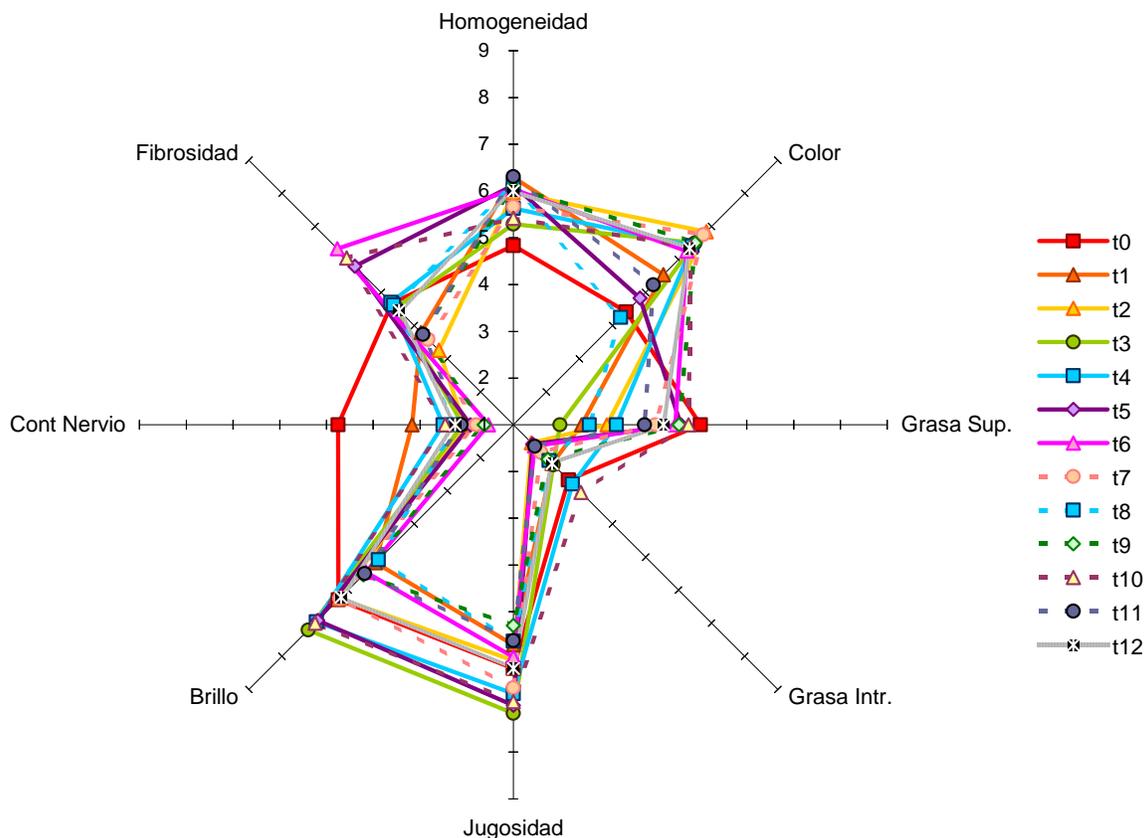


Figura 6.29 Perfil sensorial de los atributos de apariencia cruda para el corte: sirloin

Al evaluar la textura en crudo, el atributo de olor no presentó diferencia significativa en el 75% de los casos, por lo que se puede decir que no sufrió cambios perceptibles para el panel. La cohesividad aumentó y la fibrosidad disminuyó desde la primer semana de congelación, sin embargo al aumentar el tiempo de almacenamiento en congelación aunque se observan cambios significativos estos no siguen una tendencia clara, por otro lado en la dureza y jugosidad se observan cambios en la intensidad de estos atributos sin seguir una tendencia clara.

Tabla 6.29 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura y olor en carne cruda del corte de sirloin

	Dureza	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad	olor
t0	3.5 ± 1.1 ^{cde}	2.2 ± 1.3 ^a	4.8 ± 0.7 ^d	7.0 ± 1.1 ^g	5.1 ± 2.0 ^{ab}
t1	3.9 ± 0.9 ^e	3.6 ± 1.9 ^{bc}	3.9 ± 1.7 ^{ab}	6.0 ± 1.4 ^a	5.1 ± 1.6 ^{ab}
t2	3.4 ± 1.7 ^{abcde}	3.8 ± 1.8 ^{bc}	3.2 ± 1.6 ^a	5.0 ± 1.2 ^c	5.2 ± 1.5 ^{ab}
t3	2.7 ± 1.2 ^a	3.3 ± 1.6 ^b	4.9 ± 1.5 ^d	6.9 ± 1.1 ^{fg}	5.8 ± 1.8 ^{ab}
t4	3.8 ± 1.3 ^{bcde}	3.5 ± 1.7 ^{bc}	4.8 ± 1.4 ^{cd}	5.1 ± 1.7 ^c	6.2 ± 1.5 ^b
t5	3.8 ± 1.3 ^{de}	3.9 ± 1.6 ^{bc}	6.5 ± 1.0 ^f	8.7 ± 1.0 ⁱ	4.9 ± 1.5 ^a
t6	3.3 ± 1.4 ^{abcde}	4.5 ± 1.3 ^c	6.3 ± 0.5 ^f	5.1 ± 0.8 ^c	5.6 ± 1.5 ^{ab}
t7	2.8 ± 1.2 ^{ab}	3.3 ± 1.4 ^b	3.9 ± 1.3 ^{ab}	7.9 ± 1.2 ^h	4.8 ± 1.4 ^a
t8	3.7 ± 1.1 ^{cde}	3.4 ± 1.4 ^b	5.3 ± 1.1 ^{de}	4.0 ± 0.6 ^b	5.8 ± 1.2 ^{ab}
t9	3.2 ± 0.8 ^{abcde}	3.5 ± 1.0 ^{bc}	4.8 ± 0.6 ^{cd}	2.8 ± 0.8 ^a	5.4 ± 1.2 ^{ab}
t10	3.0 ± 0.9 ^{abc}	4.0 ± 0.8 ^{bc}	5.8 ± 0.8 ^{ef}	7.1 ± 0.6 ^g	5.9 ± 1.5 ^{ab}
t11	3.8 ± 1.1 ^{cde}	3.3 ± 1.5 ^b	4.0 ± 1.0 ^{bc}	6.1 ± 0.8 ^d	5.8 ± 1.6 ^{ab}
t12	3.1 ± 0.9 ^{abcd}	3.3 ± 1.1 ^b	4.7 ± 1.0 ^{bcd}	6.3 ± 0.8 ^{ef}	5.4 ± 1.5 ^{ab}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$. Los resultados son un promedio de 12 réplicas t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

La representación grafica del perfil para los atributos de textura cruda se observan en la Figura 6.30. En la grafica se puede observar una enorme dispersión de los datos en la jugosidad, teniendo valores desde bajos (2 en la semana nueve) hasta muy altos, siendo en la semana cinco el que se dispara. También para la fibrosidad se observa una dispersión importante, aunque no tan amplia como con la jugosidad. No sucede así con los atributos de intensidad de olor (con valores medios entre cinco y seis) y dureza, donde los valores dados son bajos, comprendidos entre dos y cuatro, cabe mencionar que este corte presento la dureza más baja (después de la milanesa) al tiempo cero y la menor dureza (mayor terneza) después de doce semanas de congelación.

Después de la muerte del animal, la transformación del músculo en carne, y sobre todo el fenómeno de renderización, son el resultado del conjunto de cambios estructurales y bioquímicos que tienen lugar en la célula muscular. La naturaleza y alcance de estos cambios y, por las características fisiológicas y bioquímicas del músculo, así como por el perfil de pH-temperatura postmortem. En el proceso de transformación del músculo en carne, éste pasa por dos fases sucesivas: en la primera se desarrolla el rigor mortis, que conduce a la acidificación y pérdida de la elasticidad del tejido muscular, el cual alcanza la máxima dureza. La segunda fase, la maduración o renderización corresponde a un aumento gradual de la terneza, durante el

almacenamiento post mortem aunque empieza ya a partir de la muerte del animal. En esta última fase se producen una serie de cambios estructurales y bioquímicos en la fibra muscular. Hasta hace poco tiempo se pensaba que una de las principales causas de la renderización era la desaparición de la línea Z de la estructura miofibrilar, sin embargo, no parece que la degradación del material de dicha línea por sí sola sea la responsable directa de la tenderización, ya que la fragmentación de la miofibrillas a menudo tiene lugar en zonas adyacentes a las líneas Z, apareciendo estas intactas por los filamentos delgados (Gil, 1996).

Una vez sacrificado el animal, la recuperación parcial de la ternera y jugosidad se deben a acción enzimática. El almacenamiento del músculo provoca una disminución de su dureza, rápida durante los primeros días y lenta a medida que se continúa la maduración y que depende de la especie de que se trate, así como de la temperatura de almacenamiento (Hui, *et. al.*, 2006).

Al hablar de razas de animal de abasto, en general no hay diferencia notable en la ternera; sin embargo, hay una diferencia marcada entre ganado cebuino y ganado europeo. Así mismo, la cantidad de grasa intramuscular aumenta la ternera en bovinos, aunque un exceso de grasa dorsal no la afecta (Kock, *et. al.*, 1988).

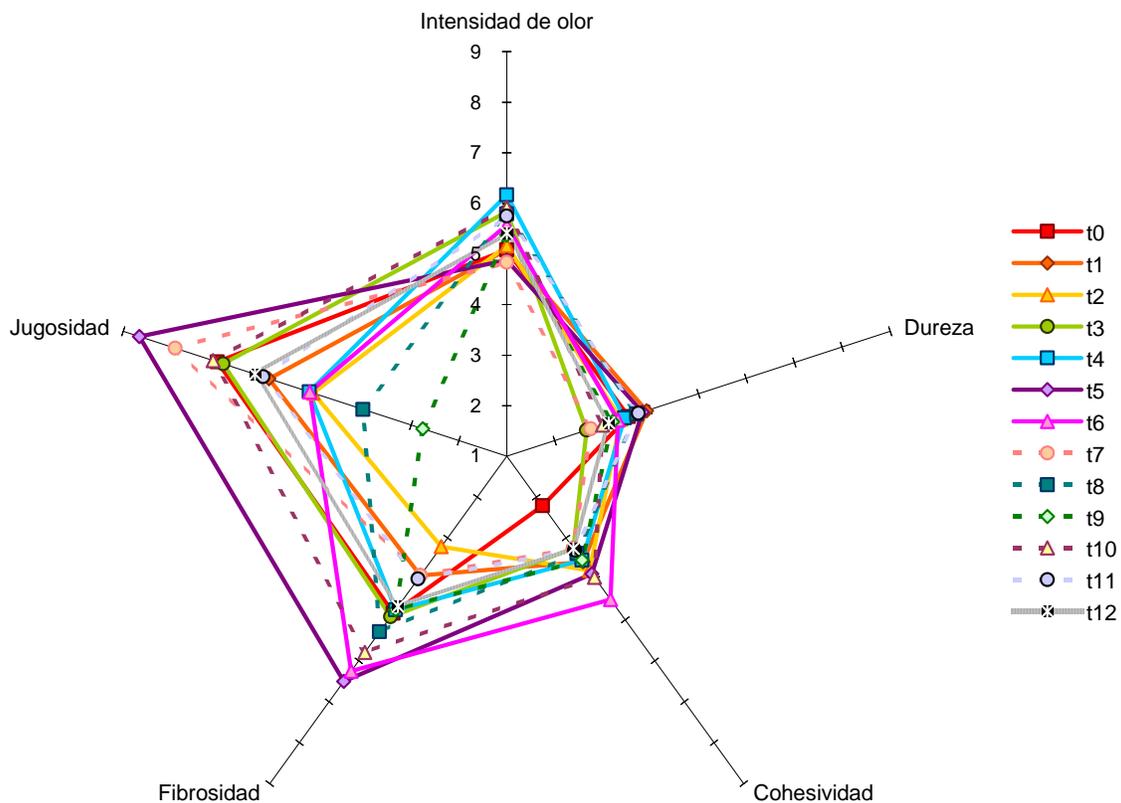


Figura 6.30 Perfil sensorial de los atributos de textura cruda para el corte: sirloin

En las evaluaciones de la apariencia cocida, el color aumento su intensidad rojo-ladrillo al transcurrir del tiempo, en el resto de los atributos aunque se encontraron cambios significativos entre las muestras a lo largo del tiempo, estos cambios no siguieron una tendencia clara.

Tabla 6.30 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cocida del corte de sirloin

	Homogeneidad	Color	Grasa Sup.	Grasa Intr.	Jugosidad	Brillo	Cont. Nervio	Fibrosidad
t0	6.5 ± 1.1 ^{abc}	2.9 ± 0.9 ^a	4.4 ± 1.5 ^{fg}	1.3 ± 0.5 ^a	5.4 ± 0.8 ^{abc}	5.4 ± 0.9 ^{abc}	1.7 ± 1.0 ^a	4.5 ± 1.2 ^{cde}
t1	6.7 ± 1.6 ^{bcd}	3.8 ± 1.0 ^{bc}	3.2 ± 0.9 ^{bcde}	1.7 ± 0.9 ^{abc}	5.6 ± 0.6 ^{abcd}	5.6 ± 0.7 ^{abc}	2.7 ± 1.8 ^{bcd}	4.5 ± 1.7 ^{cde}
t2	6.9 ± 0.9 ^{cd}	4.0 ± 0.8 ^{bcd}	2.6 ± 1.2 ^{ab}	1.4 ± 0.5 ^a	5.9 ± 1.1 ^{bcd}	6.0 ± 1.1 ^{cd}	1.7 ± 1.3 ^a	2.0 ± 1.2 ^a
t3	6.2 ± 0.9 ^{ab}	5.0 ± 0.9 ^e	4.4 ± 1.7 ^{fg}	2.3 ± 1.4 ^{cde}	6.2 ± 1.0 ^d	6.3 ± 1.2 ^e	2.8 ± 2.1 ^{bcd}	4.6 ± 1.1 ^{de}
t4	6.0 ± 0.8 ^a	4.2 ± 1.1 ^{cd}	3.8 ± 1.3 ^{def}	2.9 ± 1.4 ^e	5.9 ± 1.0 ^{bcd}	6.0 ± 0.8 ^{cd}	2.8 ± 1.7 ^{cd}	4.1 ± 1.2 ^{cd}
t5	6.6 ± 1.1 ^{bcd}	3.4 ± 1.3 ^{ab}	3.8 ± 1.3 ^{ef}	1.3 ± 0.4 ^a	5.8 ± 1.2 ^{abcd}	5.3 ± 1.0 ^{abc}	2.0 ± 1.5 ^{abc}	5.9 ± 1.1 ^f
t6	5.9 ± 1.6 ^a	4.3 ± 1.5 ^{cd}	4.8 ± 0.6 ^g	1.4 ± 0.7 ^a	6.0 ± 1.2 ^{cd}	5.8 ± 1.2 ^{cd}	1.8 ± 1.1 ^a	6.9 ± 0.3 ^g
t7	6.5 ± 0.9 ^{abc}	5.0 ± 1.0 ^e	3.6 ± 1.3 ^{cdef}	1.9 ± 1.1 ^{abcd}	5.2 ± 1.5 ^{ab}	5.2 ± 1.6 ^{ab}	2.2 ± 0.9 ^{abc}	3.8 ± 0.9 ^{bc}
t8	7.0 ± 0.5 ^{cd}	3.7 ± 0.7 ^{bc}	2.9 ± 1.0 ^{bc}	1.6 ± 1.0 ^{ab}	5.1 ± 1.3 ^a	5.1 ± 1.2 ^a	2.5 ± 0.8 ^{abcd}	5.2 ± 1.1 ^{ef}
t9	6.1 ± 0.6 ^{ab}	5.2 ± 0.9 ^{ef}	4.0 ± 0.6 ^{fg}	2.2 ± 1.1 ^{bcd}	5.3 ± 1.2 ^{ab}	5.2 ± 1.1 ^{ab}	3.3 ± 0.8 ^d	3.2 ± 0.8 ^c
t10	6.5 ± 0.8 ^{abc}	4.5 ± 1.2 ^{de}	3.1 ± 1.1 ^{bcde}	2.4 ± 0.9 ^{de}	5.4 ± 1.0 ^{ab}	5.1 ± 1.0 ^a	3.1 ± 1.5 ^d	4.0 ± 1.1 ^{cd}
t11	6.7 ± 0.5 ^{bcd}	5.2 ± 1.0 ^{ef}	3.0 ± 1.2 ^{bcd}	1.5 ± 0.5 ^{ab}	5.8 ± 1.2 ^{abcd}	5.9 ± 1.1 ^{cde}	2.0 ± 1.1 ^{ab}	4.1 ± 0.9 ^{cd}
t12	7.2 ± 0.7 ^d	5.8 ± 0.4 ^f	2.0 ± 1.0 ^a	1.8 ± 0.6 ^{abcd}	5.3 ± 0.8 ^{ab}	5.5 ± 1.3 ^{abc}	2.2 ± 1.1 ^{abc}	4.2 ± 0.7 ^{cd}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

En la Figura 6.31 se encuentran representados los valores para el atributo de apariencia cocida. Se puede observar que existe una cantidad importante de grasa superficial (se encuentran valores hasta de cinco puntos para el tiempo seis) así como de grasa intramuscular y contenido de nervio y sin embargo es un corte homogéneo.

También se puede observar que tanto el atributo de brillo como jugosidad fueron evaluados de manera muy similar por el panel, con valores medio altos. El atributo que más variabilidad presentó en el estudio es el de fibrosidad, presentando valores desde muy bajos (2 en la segunda semana) hasta valores altos (7 en la sexta semana).

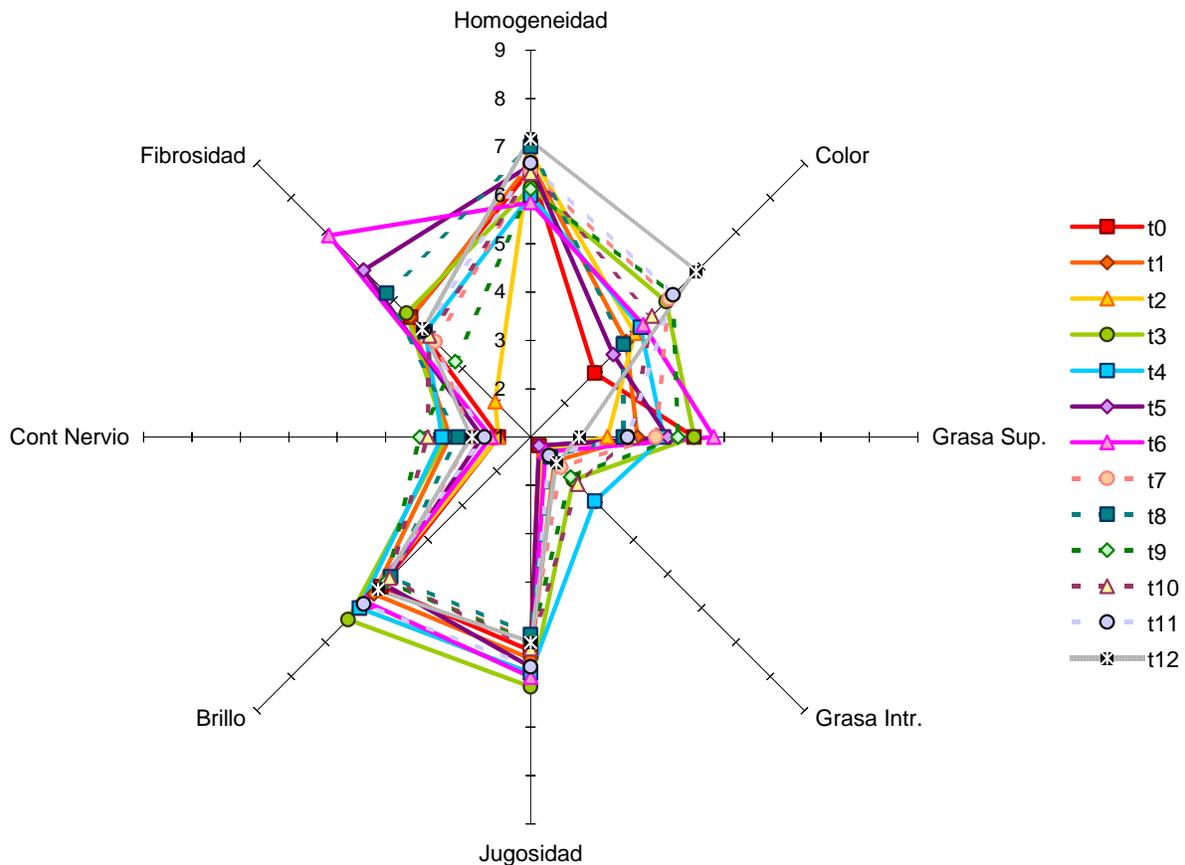


Figura 6.31 Perfil sensorial de los atributos de apariencia cocida para el corte: sirloin

Como se puede observar en la Tabla 6.31, al evaluar la textura en carne cocida, se observó que tanto el atributo de dureza como masticabilidad disminuyeron con la primer semana en congelación y presentaron las menores intensidades después de 11 semana almacenamiento; por otro lado la cohesividad disminuyo y el sabor aumento al aumentar el tiempo. La jugosidad fue el atributo donde no se observa diferencia (a excepción de la semana 7 y 11) y la fibrosidad y olor mostraron cambios sin seguir una tendencia clara.

Tabla 6.31 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura, olor y sabor en carne cocida del corte de sirloin

	Dureza	Masticabilidad	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad	Sabor	Olor
t0	3.3 ± 1.4 ^c	5.0 ± 1.2 ^c	3.9 ± 1.6 ^b	3.9 ± 1.5 ^{ab}	4.6 ± 1.5 ^{ab}	4.2 ± 1.3 ^a	4.9 ± 2.0 ^{ab}
t1	2.6 ± 1.0 ^{abc}	4.2 ± 1.5 ^{abc}	2.8 ± 1.8 ^{ab}	4.3 ± 1.4 ^{abc}	4.8 ± 1.7 ^{ab}	4.8 ± 1.4 ^{ab}	5.4 ± 1.4 ^{abc}
t2	3.1 ± 1.9 ^{abc}	4.3 ± 1.9 ^{abc}	3.2 ± 1.6 ^{ab}	3.3 ± 1.9 ^a	4.6 ± 1.6 ^{ab}	4.5 ± 1.7 ^{ab}	5.3 ± 1.8 ^{abc}
t3	3.2 ± 1.8 ^c	4.5 ± 1.6 ^{abc}	3.7 ± 1.7 ^{ab}	4.0 ± 1.4 ^{ab}	4.8 ± 1.9 ^{ab}	4.9 ± 1.7 ^{ab}	5.3 ± 1.3 ^{abc}
t4	3.3 ± 1.8 ^c	4.0 ± 1.7 ^{ab}	3.5 ± 2.1 ^{ab}	4.5 ± 1.6 ^{bc}	4.3 ± 1.4 ^{ab}	4.6 ± 1.7 ^{ab}	4.5 ± 1.2 ^a
t5	3.2 ± 1.5 ^c	5.0 ± 1.8 ^c	3.8 ± 1.6 ^b	3.9 ± 1.5 ^{ab}	4.6 ± 1.3 ^{ab}	4.5 ± 1.4 ^{ab}	5.3 ± 1.2 ^{abc}
t6	3.2 ± 1.6 ^c	4.7 ± 1.6 ^{bc}	3.6 ± 1.6 ^{ab}	5.6 ± 1.8 ^a	4.7 ± 1.2 ^{ab}	4.9 ± 1.4 ^{ab}	4.5 ± 0.7 ^a
t7	2.5 ± 1.5 ^{abc}	3.5 ± 1.4 ^a	2.9 ± 1.2 ^{ab}	4.0 ± 1.5 ^{ab}	5.1 ± 1.4 ^b	4.6 ± 1.7 ^{ab}	6.1 ± 1.6 ^{cd}
t8	3.4 ± 1.2 ^c	4.9 ± 1.4 ^{bc}	3.8 ± 1.8 ^b	5.2 ± 1.5 ^{cd}	5.0 ± 1.0 ^{ab}	5.3 ± 1.5 ^b	6.5 ± 0.3 ^d
t9	2.5 ± 0.8 ^{abc}	4.3 ± 1.3 ^{abc}	3.1 ± 1.5 ^{ab}	4.0 ± 1.5 ^{ab}	4.2 ± 1.1 ^{ab}	4.8 ± 1.0 ^{ab}	5.8 ± 1.3 ^{bcd}
t10	3.1 ± 1.0 ^{bc}	4.8 ± 1.4 ^{bc}	3.8 ± 1.2 ^{ab}	5.2 ± 1.1 ^{cd}	4.7 ± 1.4 ^{ab}	4.8 ± 1.1 ^{ab}	5.6 ± 1.5 ^{bcd}
t11	2.2 ± 0.9 ^a	3.5 ± 0.8 ^a	2.7 ± 1.7 ^a	4.3 ± 0.9 ^{abc}	4.0 ± 1.3 ^a	5.0 ± 1.3 ^{ab}	5.2 ± 1.7 ^{abc}
t12	2.2 ± 0.9 ^{ab}	3.5 ± 1.0 ^a	3.1 ± 1.4 ^{ab}	4.4 ± 1.2 ^{bc}	4.4 ± 1.6 ^{ab}	4.6 ± 1.4 ^{ab}	6.0 ± 1.2 ^{cd}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas
t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

En la Figura 6.32 se puede observar un perfil con un patrón a lo largo de las trece semanas de estudio, no se aprecian cambios marcados en algún tiempo y la dispersión de los datos es baja.

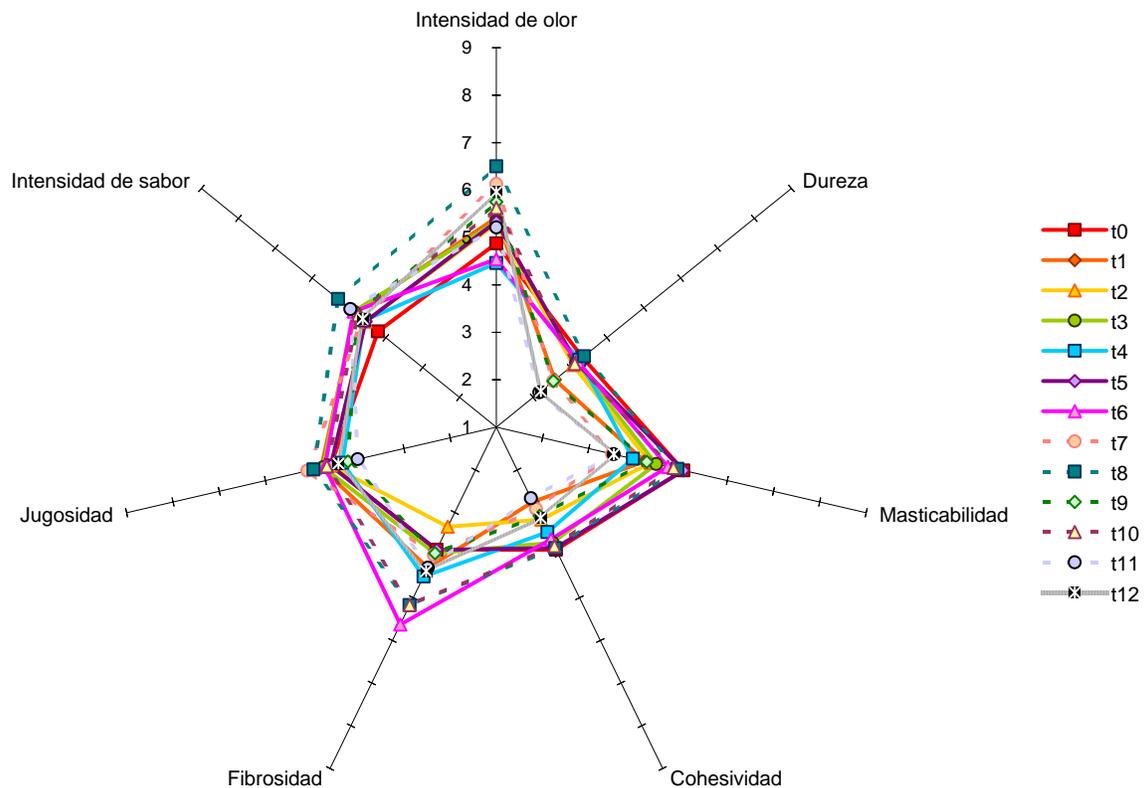


Figura 6.32 Perfil sensorial de los atributos de textura cocida para el corte: sirloin

CHAMBARETE

De los cortes estudiados, el chambarete es el que menos homogeneidad presenta; al evaluarse este atributo no se encuentra una tendencia clara, sin embargo los atributos de grasa superficial e intramuscular así como el contenido de nervio se ven afectados por el almacenamiento en congelación ya que tienden a disminuir su apreciación al transcurrir el tiempo. Por otro lado, la fibrosidad aumento percibiéndose más claramente las fibras en las últimas semanas, sucediendo lo contrario en el contenido de nervio puesto que en las cuatro últimas semanas disminuyo significativamente la apreciación del mismo. Para el resto de los atributos aunque hay cambios significativos a lo largo del tiempo no se observó una tendencia clara (Tabla 6.32).

Tabla 6.32 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cruda del corte de chambarete

	Homogeneidad	Color	Grasa Sup.	Grasa intr.	Jugosidad	Brillo	Cont. Nervio	Fibrosidad
t0	4.6 ± 0.6 ^{def}	6.2 ± 0.4 ^{bc}	3.6 ± 1.7 ^{bcde}	3.5 ± 1.1 ^{bcde}	6.4 ± 0.6 ^{bcd}	6.3 ± 1.0 ^{abcd}	5.6 ± 1.4 ^{abc}	2.8 ± 1.2 ^{abc}
t1	4.0 ± 0.5 ^{bc}	5.7 ± 0.6 ^{ab}	6.3 ± 0.9 ^g	4.3 ± 0.5 ^e	6.9 ± 0.9 ^{cd}	6.1 ± 1.6 ^{abcd}	5.4 ± 1.6 ^{ab}	3.3 ± 1.1 ^{bcd}
t2	2.6 ± 1.0 ^a	6.2 ± 0.7 ^{bc}	5.4 ± 1.8 ^{fg}	4.1 ± 1.2 ^{de}	5.9 ± 1.1 ^{ab}	5.5 ± 1.6 ^a	6.0 ± 1.2 ^{abcd}	2.3 ± 1.0 ^a
t3	3.9 ± 0.6 ^{bc}	6.9 ± 0.6 ^{ef}	4.3 ± 0.6 ^{de}	3.7 ± 1.3 ^{cde}	7.2 ± 0.9 ^d	6.8 ± 1.2 ^{cde}	6.3 ± 1.1 ^{bcd}	2.5 ± 0.9 ^{ab}
t4	4.1 ± 0.5 ^{bcd}	7.3 ± 0.5 ^f	4.6 ± 1.2 ^{ef}	3.7 ± 1.2 ^{cde}	6.2 ± 1.1 ^{abc}	6.2 ± 1.3 ^{abcd}	5.0 ± 1.0 ^a	2.6 ± 1.5 ^{ab}
t5	4.8 ± 0.7 ^{ef}	6.9 ± 0.6 ^{ef}	3.7 ± 1.6 ^{bcde}	3.2 ± 1.1 ^{abcd}	6.9 ± 1.1 ^{cd}	7.4 ± 0.7 ^e	5.8 ± 1.5 ^{abcd}	3.6 ± 1.0 ^{cde}
t6	4.3 ± 0.9 ^{bcde}	6.9 ± 0.8 ^{ef}	3.9 ± 1.4 ^{cde}	3.3 ± 1.9 ^{abcde}	6.7 ± 1.4 ^{bcd}	6.2 ± 0.9 ^{abcd}	5.6 ± 1.4 ^{abc}	4.5 ± 0.8 ^e
t7	3.7 ± 0.8 ^b	6.3 ± 0.8 ^{cd}	3.4 ± 1.1 ^{abcd}	3.2 ± 1.1 ^{abcd}	6.3 ± 1.1 ^{bcd}	5.8 ± 1.4 ^{ab}	6.5 ± 1.1 ^{cd}	3.9 ± 1.6 ^{de}
t8	4.0 ± 0.5 ^{bcd}	6.8 ± 0.5 ^{de}	3.0 ± 1.5 ^{abc}	2.3 ± 1.3 ^a	7.0 ± 1.3 ^{cd}	7.0 ± 1.2 ^{de}	6.8 ± 1.1 ^d	3.3 ± 1.3 ^{bcd}
t9	5.0 ± 0.8 ^f	5.2 ± 0.6 ^a	2.5 ± 1.0 ^a	2.5 ± 1.2 ^{ab}	6.3 ± 1.0 ^{abc}	6.4 ± 0.9 ^{bcd}	5.3 ± 1.0 ^{ab}	3.8 ± 1.3 ^{cde}
t10	4.4 ± 0.9 ^{cde}	6.8 ± 0.5 ^{def}	3.1 ± 1.1 ^{abc}	2.3 ± 1.2 ^a	5.4 ± 1.6 ^a	5.9 ± 1.0 ^{abc}	5.4 ± 1.8 ^{ab}	3.5 ± 1.1 ^{bcd}
t11	3.8 ± 0.6 ^{bc}	5.9 ± 0.8 ^{bc}	4.4 ± 0.7 ^{def}	3.6 ± 1.3 ^{cde}	6.2 ± 1.3 ^{abc}	6.4 ± 1.0 ^{abcd}	5.3 ± 1.4 ^{ab}	3.1 ± 1.1 ^{abcd}
t12	4.9 ± 0.8 ^{ef}	6.9 ± 0.6 ^{ef}	2.8 ± 1.3 ^{ab}	2.9 ± 1.9 ^{abc}	6.9 ± 0.7 ^{cd}	6.8 ± 1.1 ^{cde}	5.1 ± 1.3 ^a	3.7 ± 1.5 ^{cde}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

La representación gráfica de los resultados se muestra en la Figura 6.33 en ella se pueden observar cambios para un mismo atributo a lo largo del tiempo, sin embargo a pesar de estos cambios, el perfil sensorial del chambarete mantiene una forma similar sobresaliendo la grasa superficial al tiempo uno y dos y disminuyendo como ya se explicó. En la Figura 6.33 se encuentra representada de manera gráfica los valores para los atributos de apariencia cruda para el chambarete. Siendo este el último corte de estudio, podemos observar que cada uno de los cortes presenta un perfil característico al ser evaluada su apariencia cruda.

Para el caso del chambarete se puede observar que es el corte menos homogéneo, al tener valores bajos en este atributo. Es uno de los cortes que presenta una coloración mas intensa, así mismo, al observar las evaluaciones por tiempo para el contenido de nervio, grasa superficial e intramuscular se confirma lo que en un principio se había dicho: es el corte que presenta mayor intensidad en estos atributos. En la grasa superficial podemos ver que los valores más altos se observaron en las primeras semanas de congelación, mientras que los más bajos se dan en la novena y doceava semana.

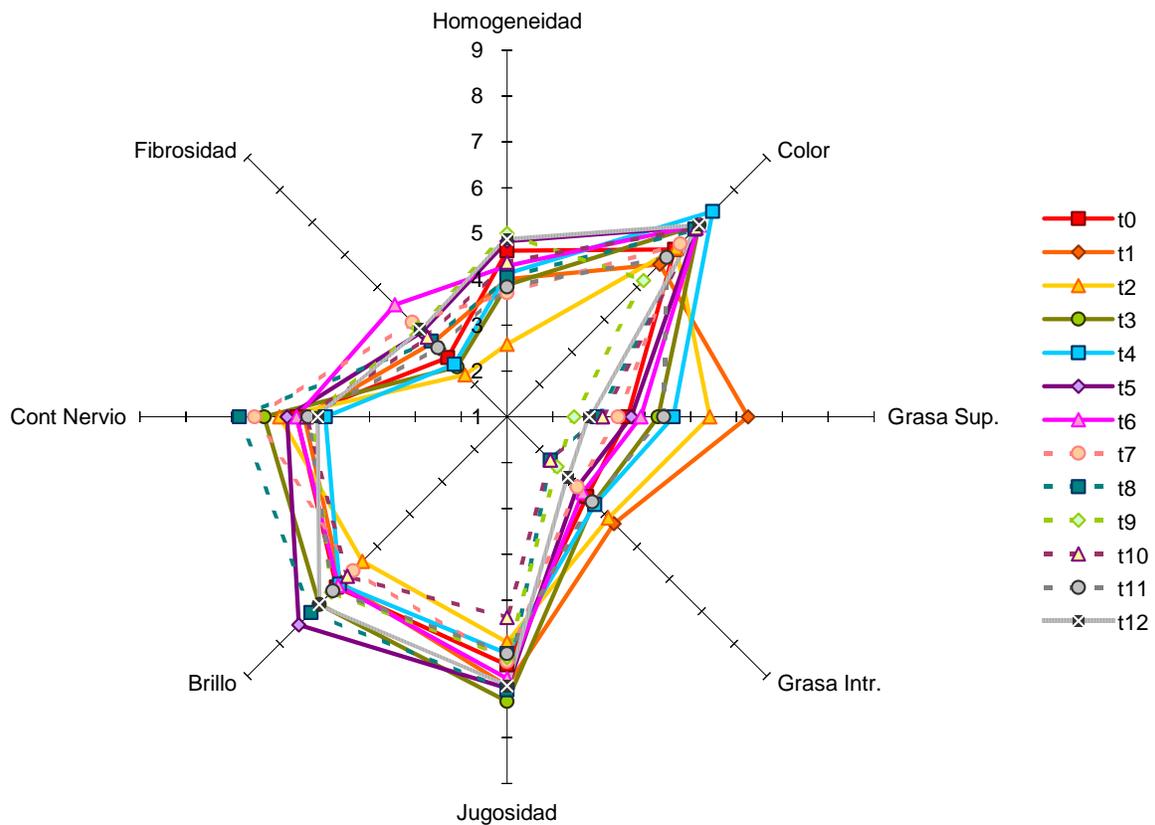


Figura 6.33 Perfil sensorial de los atributos de apariencia cruda para el corte: chambarete

Al evaluar la textura cruda del chambarete se observó un aumento en la cohesividad y el olor al aumentar el tiempo de almacenamiento y una modificación en el resto de los atributos sin mostrar una tendencia clara (Tabla 6.33).

Tabla 6.33 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura y olor en carne cruda del corte de chambarete

	Dureza	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad	olor
T0	4.6 ± 1.0 ^{bc}	3.1 ± 1.6 ^a	3.7 ± 1.7 ^{bcde}	6.7 ± 0.7 ^{bc}	5.2 ± 1.2 ^{ab}
T1	3.8 ± 0.9 ^{ab}	4.9 ± 1.3 ^e	3.9 ± 0.9 ^{cde}	7.0 ± 0.9 ^{bcd}	4.7 ± 1.6 ^a
T2	4.6 ± 1.2 ^{bc}	4.5 ± 1.6 ^{de}	3.0 ± 1.1 ^{abc}	4.4 ± 1.8 ^a	6.3 ± 1.0 ^c
T3	4.2 ± 0.7 ^{abc}	4.3 ± 1.5 ^{cde}	2.5 ± 0.8 ^a	4.8 ± 2.1 ^a	6.1 ± 0.8 ^{bc}
T4	3.8 ± 1.3 ^{ab}	5.3 ± 1.1 ^e	3.4 ± 1.7 ^{abcde}	6.7 ± 1.4 ^{bc}	5.8 ± 1.2 ^{bc}
T5	3.7 ± 1.0 ^a	5.1 ± 1.7 ^e	3.3 ± 1.1 ^{abcd}	7.9 ± 0.6 ^{de}	5.3 ± 1.0 ^{ab}
T6	3.6 ± 1.3 ^a	4.9 ± 1.8 ^e	3.6 ± 1.1 ^{bcde}	8.4 ± 0.4 ^e	6.5 ± 1.4 ^c
T7	4.5 ± 1.1 ^{abc}	3.6 ± 1.0 ^{abcd}	3.2 ± 1.5 ^{abcd}	6.3 ± 0.9 ^b	5.8 ± 1.2 ^{bc}
T8	4.7 ± 1.6 ^{bc}	3.7 ± 0.9 ^{abcd}	2.8 ± 1.0 ^{ab}	6.3 ± 0.9 ^b	6.5 ± 1.3 ^c
T9	3.8 ± 1.2 ^{ab}	3.3 ± 1.1 ^{abc}	4.3 ± 1.5 ^e	6.7 ± 0.7 ^{bc}	6.4 ± 1.4 ^c
t10	4.9 ± 1.4 ^c	4.7 ± 1.3 ^{de}	3.1 ± 0.9 ^{abcd}	4.3 ± 0.9 ^a	6.0 ± 1.1 ^{bc}
t11	4.2 ± 1.3 ^{abc}	4.3 ± 1.4 ^{bcde}	2.8 ± 0.9 ^{ab}	4.3 ± 1.1 ^a	6.3 ± 1.3 ^c
t12	5.0 ± 1.2 ^c	3.2 ± 2.0 ^{ab}	4.0 ± 1.3 ^{de}	7.5 ± 0.8 ^{cd}	6.3 ± 1.3 ^c

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

El perfil sensorial de los atributos de textura en la carne cruda se pueden apreciar de manera gráfica en la Figura 6.34, como ya se mencionó anteriormente no es posible apreciar una tendencia en alguno de los atributos; por ejemplo la jugosidad presentó el punto más alto al tiempo seis y el punto más bajo a los tiempos 10 y 11, para volver a aumentar drásticamente en la última semana.

La representación gráfica de los atributos de textura cruda se pueden apreciar en la Figura 6.34; a pesar de que el perfil muestra el mismo patrón que para los otros cuatro cortes, se ve un aumento en el atributo de cohesividad. Al igual que en el sirloin, existe una gran dispersión de datos en la jugosidad, encontrando el punto más alto en la sexta semana de almacenamiento y el más bajo en la onceava.

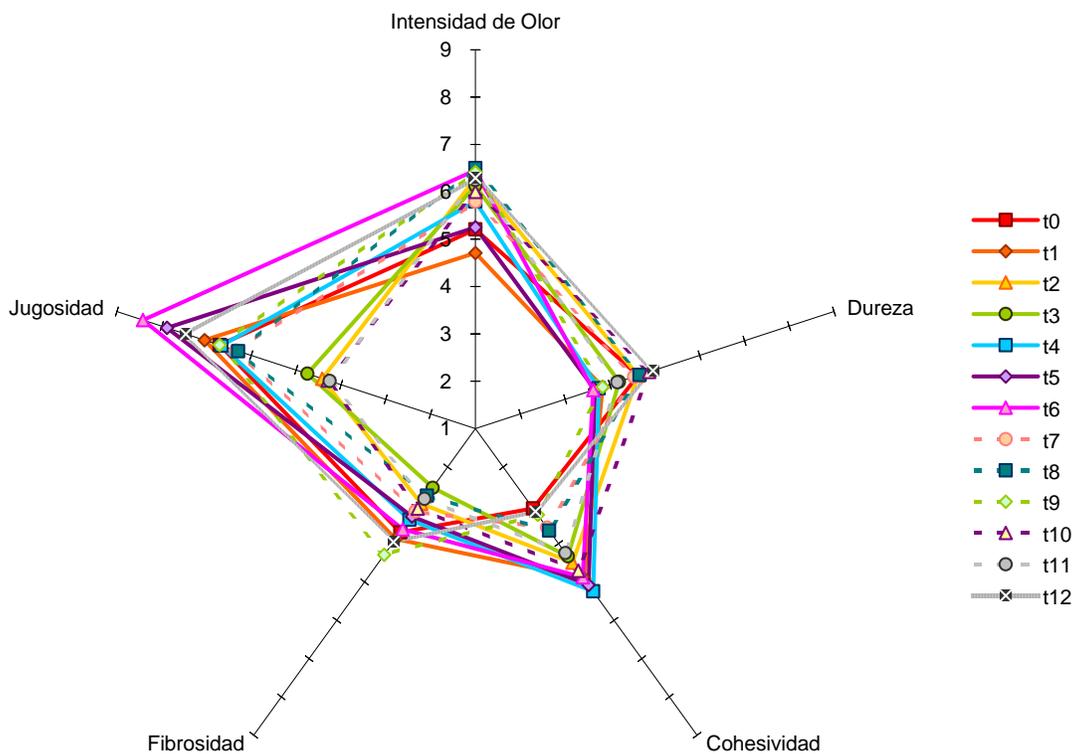


Figura 6.34 Perfil sensorial de los atributos de textura cruda para el corte: chambarete

Los resultados de la evaluación de los atributos de apariencia cocida se muestran en la Tabla 6.34, en general se observó que la intensidad de color marrón aumento, la apreciación de la grasa superficial e intramuscular disminuyó a lo largo de las doce semanas, esto se pude ver con mayor claridad en la Figura 6.35; la jugosidad y el brillo también disminuyeron, sin embargo en las semanas 11 y 12 se vuelve a observar un incremento, casi al punto de ser evaluado con el mismo valor al tiempo cero. En el resto de los atributos hay cambios significativos pero que no siguen una tendencia clara.

Tabla 6.34 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cocida del corte de chambarete

	Homogeneidad	Color	Grasa Sup.	Grasa Intr.	Jugosidad	Brillo	Cont. Nervio	Fibrosidad
t0	4.2 ± 1.2 ^{abc}	3.8 ± 0.5 ^a	4.4 ± 2.0 ^d	3.4 ± 2.1 ^c	6.1 ± 0.7 ^e	6.0 ± 1.1 ^e	5.9 ± 1.6 ^{ab}	4.2 ± 1.3 ^{bc}
t1	4.6 ± 1.2 ^{cde}	3.7 ± 0.6 ^a	4.3 ± 1.3 ^d	3.3 ± 0.9 ^c	4.7 ± 1.1 ^{bcd}	4.8 ± 1.1 ^{cd}	5.1 ± 1.5 ^a	5.7 ± 1.1 ^d
t2	3.8 ± 1.1 ^{ab}	6.1 ± 0.9 ^{fg}	2.2 ± 1.3 ^a	1.7 ± 0.8 ^a	3.8 ± 1.6 ^a	3.4 ± 1.7 ^a	7.4 ± 0.8 ^c	4.0 ± 1.4 ^{ab}
t3	4.1 ± 0.5 ^{abc}	4.6 ± 0.7 ^b	3.9 ± 0.8 ^{cd}	3.0 ± 1.4 ^{bc}	3.9 ± 1.0 ^{ab}	3.6 ± 1.2 ^{ab}	6.0 ± 1.1 ^b	4.0 ± 0.7 ^{abc}
t4	3.8 ± 0.6 ^{ab}	6.6 ± 0.7 ^g	3.7 ± 2.1 ^{bcd}	2.5 ± 1.2 ^{abc}	3.8 ± 0.7 ^{ab}	3.8 ± 0.9 ^{ab}	7.7 ± 0.4 ^c	3.3 ± 1.6 ^a
t5	4.2 ± 0.7 ^{abc}	4.7 ± 0.5 ^b	2.4 ± 1.4 ^a	2.1 ± 1.4 ^{ab}	4.8 ± 0.7 ^{cd}	4.4 ± 0.6 ^{bc}	7.1 ± 0.9 ^c	4.3 ± 1.2 ^{bc}
t6	4.3 ± 0.7 ^{abc}	5.8 ± 1.0 ^{def}	2.8 ± 1.0 ^{abc}	1.5 ± 0.9 ^a	4.4 ± 0.8 ^{abc}	4.1 ± 0.9 ^{abc}	6.1 ± 0.9 ^b	4.9 ± 0.8 ^{cd}
t7	4.5 ± 0.8 ^{cd}	5.5 ± 0.9 ^{cdef}	2.2 ± 1.0 ^a	2.0 ± 1.4 ^{ab}	3.9 ± 1.2 ^{abc}	4.2 ± 0.9 ^{abc}	6.3 ± 1.1 ^b	4.5 ± 1.4 ^{bc}
t8	3.5 ± 1.1 ^a	6.6 ± 0.9 ^g	2.6 ± 1.7 ^a	2.3 ± 1.7 ^{abc}	3.7 ± 1.5 ^a	3.6 ± 1.4 ^{ab}	7.2 ± 1.0 ^c	4.1 ± 1.3 ^{abc}
t9	5.4 ± 1.2 ^f	5.0 ± 1.4 ^{bc}	2.0 ± 0.6 ^a	2.1 ± 0.9 ^{ab}	4.0 ± 1.0 ^{abc}	4.0 ± 1.2 ^{abc}	5.5 ± 1.1 ^{ab}	3.9 ± 0.8 ^{ab}
t10	5.3 ± 1.0 ^{ef}	5.1 ± 1.0 ^{bcd}	3.0 ± 1.0 ^{abc}	2.5 ± 1.5 ^{abc}	3.6 ± 1.1 ^a	3.8 ± 1.4 ^{ab}	5.1 ± 1.0 ^a	4.1 ± 0.9 ^{abc}
t11	5.3 ± 0.8 ^{def}	5.3 ± 0.7 ^{bcde}	3.0 ± 1.2 ^{abc}	2.1 ± 1.0 ^{ab}	5.8 ± 1.2 ^e	5.8 ± 1.1 ^e	5.6 ± 0.8 ^{ab}	4.5 ± 0.8 ^{bc}
t12	4.3 ± 0.8 ^{bc}	5.9 ± 0.6 ^{ef}	2.8 ± 1.4 ^{ab}	2.5 ± 1.3 ^{abc}	5.4 ± 0.8 ^{de}	5.3 ± 0.7 ^{de}	6.1 ± 1.2 ^b	4.0 ± 0.9 ^{ab}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

En la Figura 6.35 se puede apreciar el perfil para la apariencia cocida. Sobresale el tiempo cero en los atributos de jugosidad, brillo, grasa superficial e intramuscular. Al comparar la gráfica de este corte con el resto de los cortes se puede ver que es el corte con la mayor cantidad de contenido de nervio. Así mismo se observa una dispersión importante en los atributos de brillo y jugosidad.

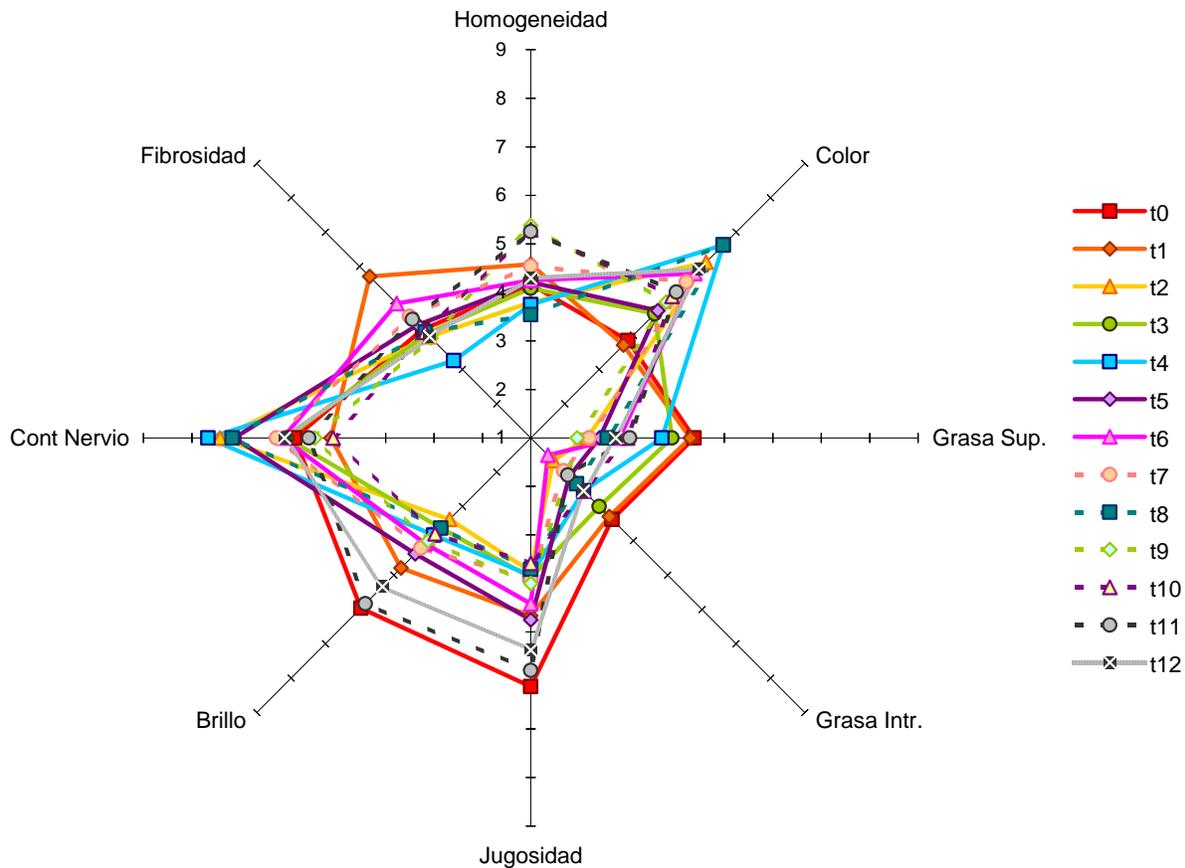


Figura 6.35 Perfil sensorial de los atributos de apariencia cocida para el corte: chambarete

Al observar los resultados para los atributos de textura en carne cocida (Tabla 6.35) la jugosidad no presenta diferencia estadísticamente significativa a lo largo del estudio. El olor presenta una mayor intensidad al aumentar el tiempo, pero como ya se ha mencionado al no haber realizado una evaluación por notas es imposible saber cuáles fueron las que se intensificaron.

El atributo de sabor al igual que el de dureza no presentó una tendencia clara (Tabla 6.35), sin embargo en la semana doce se observa una mayor dureza.

Existe una gran variación individual, en la calidad de la carne entre animales de la misma raza, sexo y entorno, que no se conoce muy bien. Esta variación se debe probablemente a diferencias en varios factores intrínsecos y extrínsecos, que interactúan entre sí y determinan el resultado de los procesos metabólicos en el periodo pre y postmortem. Una de las características del músculo esquelético es su diversidad, estando compuesto por distintos tipos de fibras, que además varían entre sí (Pette y Staron, 1990). Hay marcadas diferencias en la composición de

las fibras de los distintos músculos, y entre animales, que pueden influir en la calidad de la carne, y depende de factores tales como la localización corporal, la edad, el peso y la raza (Cassnes y Cooper, 1971; Essen-Gustavsson, 1995).

Griffin (1984), encontró mayor porcentaje de fibras rojas en el músculo de aquellos animales cuya carne era más dura, lo que se puede explicar porque un mayor porcentaje de fibras rojas conlleva un mayor acortamiento del músculo y también una mayor coloración, lo que implica mayor dureza de la carne. El contenido total de colágeno (Dransfield, 1977; Griffin, 1984) y, en menor medida, la cantidad de colágeno soluble (Dransfield, 1977), también condicionan la dureza de la carne. En cuanto al contenido, es más importante la variación debida al tipo de músculo que al individuo.

Dransfield (1977), situó en una escala con menor dureza a los músculos Longissimus dorsi (lomo) y Psoas mayor (solomillo) y con mayor dureza al Extensor carpi radialis (brazuelo), estando otros como el Semitendinosus (redondo) o Sememembranosus (tapa) en una posición intermedia. A su vez Buson (1985), obtuvo menor cantidad de colágeno para el Longissimus dorsi que para el Semimembranosus o el Semitendinosus. De todo esto se deduce la dificultad de predecir la dureza en un músculo y la variabilidad observada entre los diferentes cortes estudiados.

Tabla 6.35 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura, sabor y olor en carne cocida del corte de chambarete

	Dureza	Masticabilidad	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad	Sabor	Olor
t0	3.8 ± 1.1 ^{cd}	4.5 ± 1.0 ^b	3.0 ± 1.8 ^{ab}	4.0 ± 1.6 ^{ab}	5.0 ± 0.8 ^a	4.8 ± 1.1 ^a	5.9 ± 1.1 ^{bc}
t1	3.6 ± 0.8 ^{bcd}	4.0 ± 1.1 ^{ab}	3.0 ± 1.4 ^{ab}	4.5 ± 1.5 ^{ab}	4.6 ± 1.0 ^a	4.8 ± 0.8 ^a	5.3 ± 0.7 ^{ab}
t2	4.3 ± 0.7 ^d	6.2 ± 1.0 ^d	5.3 ± 1.4 ^d	3.8 ± 1.6 ^a	4.3 ± 1.4 ^a	5.1 ± 0.9 ^{ab}	5.8 ± 1.9 ^{bc}
t3	3.1 ± 1.6 ^{bc}	4.0 ± 1.2 ^{ab}	3.3 ± 1.6 ^{ab}	4.8 ± 2.2 ^{ab}	4.7 ± 1.3 ^a	5.5 ± 1.2 ^{ab}	5.3 ± 1.3 ^{ab}
t4	3.9 ± 1.4 ^{cd}	4.8 ± 1.7 ^{bc}	3.7 ± 1.6 ^{bc}	4.3 ± 1.4 ^{ab}	4.6 ± 1.1 ^a	4.9 ± 1.2 ^a	5.9 ± 1.0 ^{bc}
t5	2.9 ± 1.0 ^b	4.0 ± 1.2 ^{ab}	3.4 ± 1.5 ^{ab}	3.8 ± 1.1 ^a	4.2 ± 1.3 ^a	5.0 ± 1.5 ^{ab}	6.3 ± 1.3 ^c
t6	3.8 ± 1.2 ^{cd}	4.7 ± 1.6 ^{bc}	3.4 ± 1.4 ^{ab}	3.8 ± 1.2 ^a	4.7 ± 1.1 ^a	4.9 ± 1.5 ^a	7.2 ± 0.3 ^d
t7	3.7 ± 0.9 ^{bcd}	5.5 ± 0.9 ^{cd}	4.7 ± 1.2 ^{cd}	4.8 ± 0.8 ^{ab}	4.5 ± 0.9 ^a	4.8 ± 1.0 ^a	4.7 ± 1.1 ^a
t8	3.8 ± 0.8 ^{cd}	4.3 ± 1.0 ^b	3.6 ± 1.2 ^{bc}	4.5 ± 1.4 ^{ab}	4.6 ± 0.9 ^a	5.4 ± 1.0 ^{ab}	7.3 ± 0.8 ^d
t9	3.6 ± 0.7 ^{bcd}	5.5 ± 1.6 ^{cd}	4.8 ± 1.6 ^{cd}	4.3 ± 1.3 ^{ab}	4.3 ± 1.2 ^a	4.8 ± 0.6 ^a	6.3 ± 1.3 ^c
t10	3.8 ± 1.3 ^{cd}	4.7 ± 1.6 ^{bc}	3.9 ± 1.7 ^{bc}	5.1 ± 1.0 ^b	4.3 ± 1.2 ^a	5.8 ± 0.7 ^b	6.3 ± 1.1 ^c
t11	2.0 ± 0.4 ^a	3.1 ± 1.0 ^a	2.3 ± 1.0 ^a	4.0 ± 1.5 ^{ab}	4.8 ± 1.3 ^a	5.1 ± 1.0 ^{ab}	6.2 ± 0.8 ^c
t12	4.1 ± 0.8 ^d	5.7 ± 1.0 ^{cd}	4.7 ± 1.6 ^{cd}	4.3 ± 1.2 ^{ab}	4.4 ± 0.8 ^a	5.1 ± 0.9 ^{ab}	6.3 ± 0.6 ^c

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

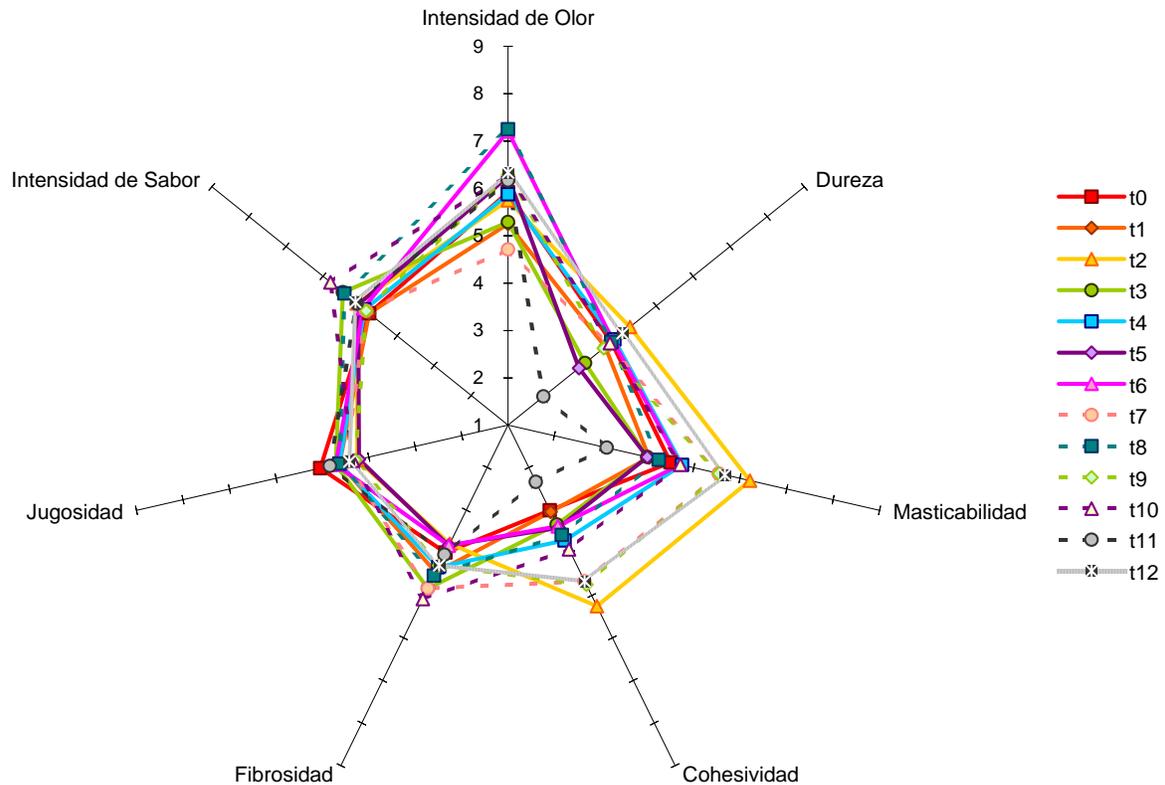


Figura 6.36 Perfil sensorial de los atributos de textura cocida para el corte: chambarete

6.4 Evaluación Instrumental de color

Los resultados de la comparación de la medida instrumental de color de los cortes en estudio se muestran en las Tablas 6.36 y 6.37, correspondientes al tiempo cero y al tiempo doce respectivamente; así como su representación de manera gráfica en las Figuras 6.38 y 6.39.

6.4.1 Comparación de la evaluación instrumental de color entre cortes al tiempo cero

En la Tabla 6.36 se muestran los resultados arrojados por el colorímetro Minolta. La coordenada L, es la secuencia de gradientes entre L=0 (negro) y L=100 (blanco), donde además un valor mayor a 60 indica que el color es "claro", y un valor por debajo de este número indica que el color evaluado es "oscuro" (Escamilla, 2006), el valor L* es el índice más claramente relacionado con las variaciones visuales del consumidor relacionados directamente con la luminosidad de la carne. Los cortes evaluados al tiempo cero (sometidos únicamente a refrigeración), presentaron en general una coloración oscura, siendo el corte más "oscuro" el

chambarete y el más "claro" la milanesa, sin embargo no hubo diferencia significativa entre la milanesa y el cuete, y entre el filete y el sirloin.

Varios autores mencionan que la luminosidad de la carne depende de varios factores como el pH, la capacidad de retención de agua, la humedad, la integridad de la estructura muscular, y en menor medida del grado de oxidación de los hemopigmentos (Palombo & Wijngaards, 1990; Sayas, 1997). En un trabajo realizado por Pérez-Alvarez *et. al.* (1998) con carne de pollo, cerdo y ternera, llegan a la conclusión de que el contenido en grasa es otro factor a tener en cuenta sobre esta coordenada, pues las materias primas con mayor contenido en grasa, son las que presentan mayores valores de L*. De las materias primas clasificadas como "carnes magras", observó que los mayores valores de L* corresponden al pollo, seguido del magro de cerdo y de la ternera. Estos resultados parecen indicar la existencia de una posible relación inversa entre la concentración de mioglobina de la carne y la coordenada L* a valores de pH similares, pues los mayores valores de L* correspondieron al pollo, especie que presenta la menor concentración de mioglobina de las tres carnes, y los menores a la carne de ternera, especie que presenta la mayor concentración de dicho hemopigmento.

Los ejes a* y b*, como se mencionó anteriormente en el apartado de antecedentes, configuran un diagrama de cromaticidad en el cual el atributo positivo de a* es "rojo" y el negativo es "verde" y está relacionada con el contenido de mioglobina. En esta afirmación coinciden Pérez-Alvarez *et. al.* (1998), quienes encuentran un mayor valor de a* en aquellas carnes con mayor contenido en mioglobina, La Coordenada b* en el polo positivo es "amarillo" y en el negativo es "azul", ha sido relacionada con los distintos estados de la mioglobina; sin embargo, se ha encontrado que la concentración de la misma no es un factor determinante sobre esta coordenada, ya que si esta hemoproteína fuese la determinante, cabría esperar un comportamiento similar al obtenido para la coordenada a* (Pérez-Alvarez *et. al.*, 1998).

Como se puede observar (Tabla 6.36) no se encontraron valores negativos en las evaluaciones de los cortes, sin embargo los valores arrojados fueron bajos, tanto para la coordenada a* como para la coordenada b*, tendiendo nuevamente diferencia estadísticamente significativa el chambarete con respecto al resto de los cortes, presentando una mayor coloración roja y más hacia el color marrón, pues el valor de b es el más bajo.

Para el atributo C, que indica la cromaticidad o saturación del color, es decir, indica la concentración del color en la muestra (Lawless, 1998), se puede ver que todos los cortes presentan diferencias estadísticas significativas, encontrando la saturación más baja en el cuete y la más alta en la milanesa (Figura 6.38).

El último atributo del sistema CIE es el h° , que indica el ángulo donde se ubica el color de la muestra, simulando que los atributos a^* y b^* se encuentren graficados sobre un círculo de 360° , este valor se relaciona directamente con el color (Lawless, 1998), en la Figura 6.37 se presentan los ángulos de esta figura geométrica y la representación de los atributos de color. Los valores de h° representan el valor de un ángulo, que a su vez indica la ubicación del tono de la muestra, considerando que las características cromáticas están ubicadas en un círculo, en el caso de los cortes de bovino estudiados representan tonos rojos. En este parámetro, nuevamente es el chambarete el que presenta el valor más bajo y por lo tanto un tono más intenso con respecto al resto de los cortes (Figura 6.38).

Tabla 6.36 Resultados de la evaluación instrumental de color al tiempo cero

	L*	a*	b*	C*	h°
milanesa	50.27 ± 1.99 ^c	9.73 ± 0.98 ^b	15.33 ± 0.82 ^d	18.30 ± 0.91 ^c	56.70 ± 3.22 ^c
cuete	50.00 ± 1.65 ^c	6.76 ± 2.03 ^a	12.92 ± 2.25 ^{bc}	14.61 ± 2.86 ^a	61.85 ± 3.11 ^d
filete	44.63 ± 1.74 ^b	10.22 ± 3.72 ^c	12.99 ± 1.38 ^{bc}	16.75 ± 3.11 ^{bc}	51.45 ± 8.35 ^b
sirloin	44.54 ± 2.77 ^b	9.73 ± 0.91 ^b	12.19 ± 1.40 ^b	15.71 ± 1.31 ^{ab}	50.57 ± 3.49 ^b
chambarete	37.89 ± 1.48 ^a	12.48 ± 3.05 ^d	10.63 ± 2.30 ^a	16.43 ± 3.66 ^{abc}	39.70 ± 2.84 ^a

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.
Los resultados son un promedio de 12 réplicas

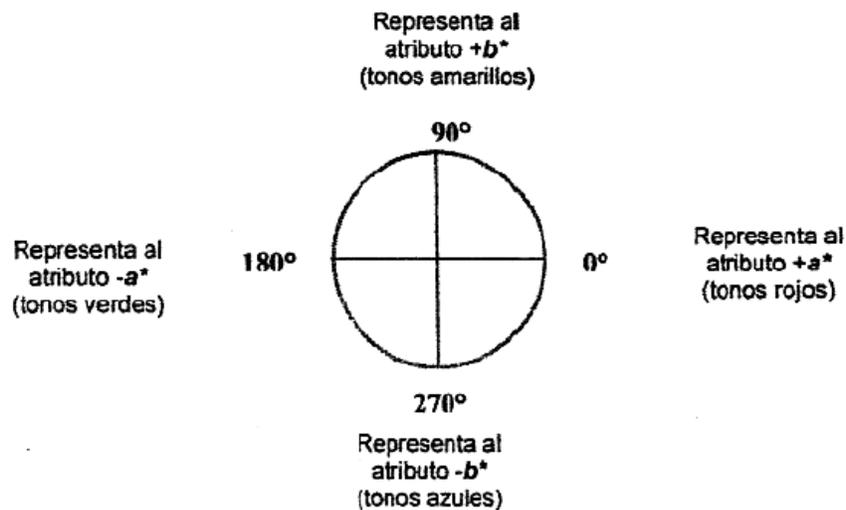


Figura 6.37 Ángulos representativos de los atributos de color

Al observar la Figura 6.38, podemos ver que el chambarete difiere de manera estadísticamente significativa en 4 de los cinco atributos de color, siendo el menos iluminado (valor de L* más bajo) el que presenta la coloración roja más intensa (valor de a* más alto y valor de h° más bajo). Estos resultados coinciden con los obtenidos por el panel de jueces, puesto que ambos arrojan que este corte fue el más rojo.

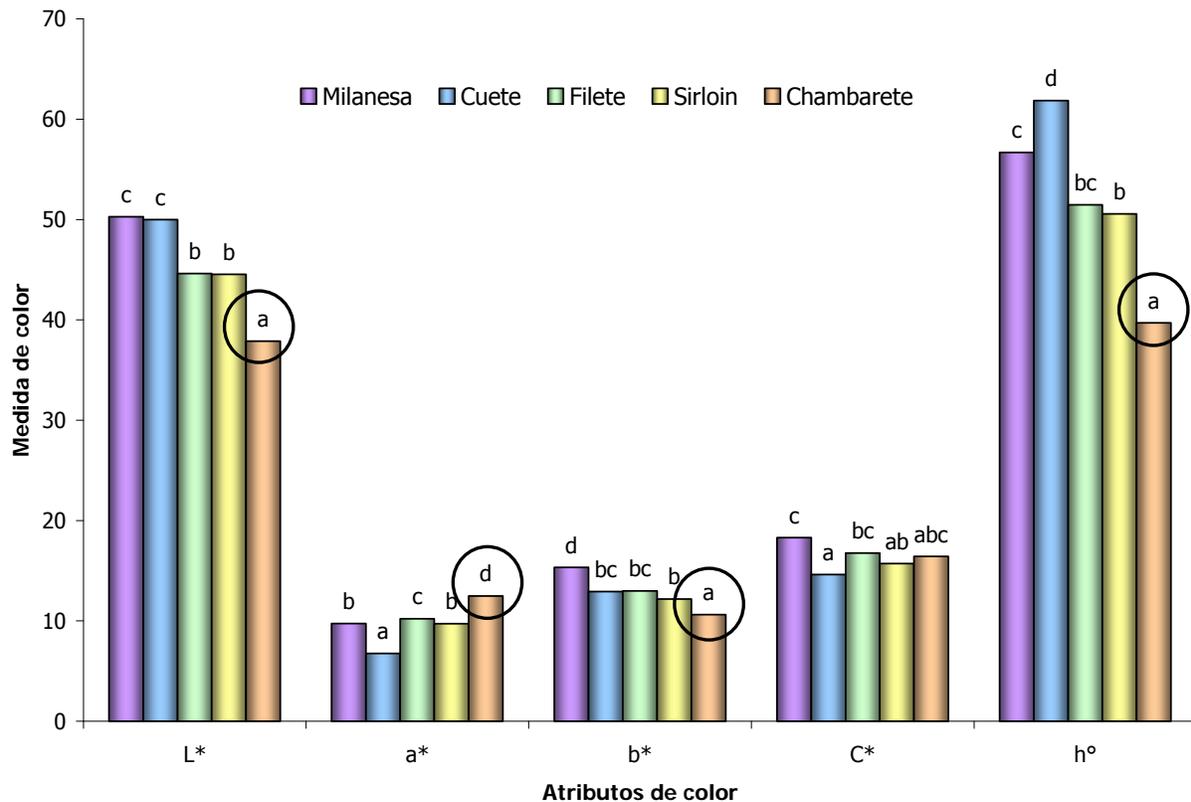


Figura 6.38 Atributos de color evaluados en las muestras al tiempo cero

abc Distinta letra que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.
 Los resultados de cada barra son un promedio de 12 réplicas

6.4.2 Comparación de la evaluación instrumental de color entre cortes después de 12 semanas de congelación

Después de doce semanas de almacenamiento en congelación, los valores de luminosidad (L*) comparados con el tiempo cero disminuyeron para la milanesa, el cuete, filete y sirloin, y aumentó para el chambarete, el corte que presentó diferencias significativas en esta coordenada fue el filete (Tabla 6.37, Figura 6.39), presentándose ahora como el más "oscuro" de los cortes; sin embargo, en general los cortes se tornaron más oscuros en comparación con el inicio del estudio.

Así mismo, en la Tabla 6.37, se puede observar que los valores para las coordenadas de a^* y b^* también disminuyeron en comparación a los valores arrojados al tiempo cero, es decir, las muestras se tornaron más rojas y más oscuras.

En el color de la carne influyen factores antemortem, como la raza, el sexo, el tipo de músculo, el sistema de explotación, el tipo de dieta, etc. También influyen factores tecnológicos como la duración del período de enfriamiento, la temperatura de almacenamiento y la iluminación en el punto de venta (Beraiin, 1997).

El contenido de mioglobina de un músculo dado, así como la molécula de mioglobina varía en función de la especie animal. La adaptación metabólica a las necesidades de oxígeno de cada una de las especies determina las diferentes concentraciones de pigmentos hemínicos presentes en el músculo. Los músculos de ganado vacuno tienen un mayor contenido de mioglobina y casi todas las fibras musculares bovinas contienen, al menos, un poco de mioglobina; esto puede explicar el hecho que después de tres meses de almacenamiento en congelación los cortes presenten un color menos luminoso y más oscuro, puesto que a pesar de encontrarse en un sistema cerrado y a bajas temperaturas, la mioglobina de las fibras puede sufrir oxidación y por lo tanto presentar una coloración oscura.

Tabla 6.37 Resultados de la evaluación instrumental de color al tiempo doce

Trial#	L*	a*	b*	C*	h°
milanesa	44.52 ± 1.94 ^b	9.02 ± 1.76 ^c	12.10 ± 1.82 ^b	15.21 ± 2.36 ^c	52.70 ± 4.11 ^b
cuete	45.18 ± 2.53 ^b	6.04 ± 1.52 ^a	11.22 ± 0.82 ^b	12.79 ± 1.20 ^a	63.22 ± 5.25 ^c
filete	38.38 ± 1.36 ^a	9.17 ± 1.39 ^c	9.13 ± 1.32 ^a	13.01 ± 1.84 ^{ab}	44.50 ± 2.80 ^a
sirloin	44.42 ± 2.20 ^b	8.30 ± 2.57 ^{bc}	12.18 ± 2.73 ^b	14.76 ± 3.63 ^{bc}	55.21 ± 3.12 ^b
chambarete	42.52 ± 8.67 ^b	7.06 ± 2.39 ^{ab}	8.58 ± 1.05 ^a	11.13 ± 2.28 ^a	52.95 ± 10.17 ^b

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

Otros factores que pueden influir en la estabilidad del color de la carne son la contaminación microbiana y la oxidación de lípidos. Por este motivo, se están desarrollando nuevas tecnologías de envasado, a vacío o en atmósferas modificadas, que frenen los procesos de degradación de la carne de consumo en fresco con el fin de aumentar su vida útil. En condiciones de vacío, la carne muestra un color rojo púrpura; posteriormente, una vez en contacto con el oxígeno del aire, adquiere el color rojo brillante característico (Ordoñez *et. al.*, 1992).

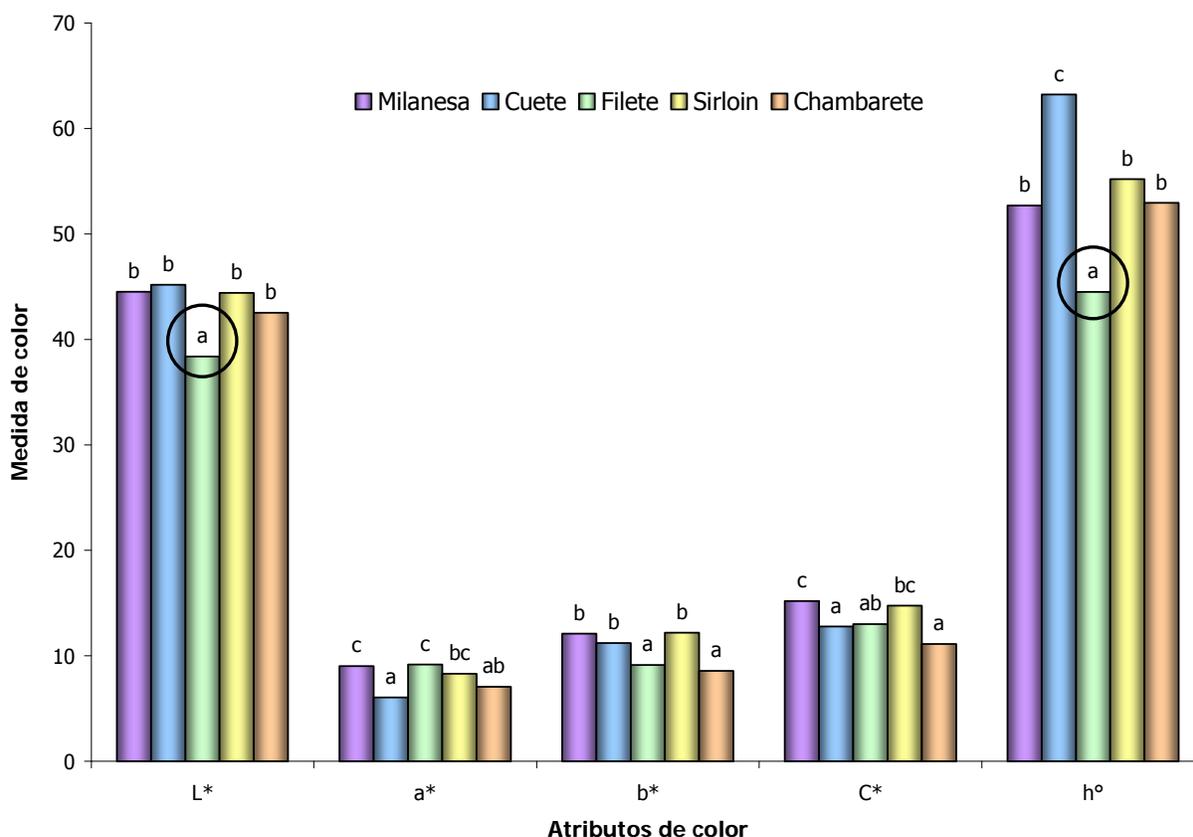


Figura 6.39 Atributos de color evaluados en las muestras al tiempo doce

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.
Los resultados de cada barra son un promedio de 12 réplicas

6.4.3 Evaluación instrumental de color por corte durante 12 semanas

MILANESA

Al analizar la Tabla 6.38, se puede observar que se trata de un corte con luminosidad intermedia, pero oscuro, comprendiendo valores entre 44 y 50, habiendo diferencias estadísticamente significativas a lo largo de todo el estudio. Con ayuda de la Figura 6.40 se observa una tendencia a disminuir el valor de esta coordenada al transcurrir el tiempo. La misma tendencia ocurre en las coordenadas b* y C*, tenemos valores de 15 hasta 11 para la primera y de 18 hasta 13 en la segunda. Esto se ve reflejado mucho mejor en las Figuras 6.40 y 6.41.

Los valores de la coordenada a* son los más bajos de las cinco coordenadas estudiadas, tratándose de un corte que presenta colores rojos, oscuros y pardos.

Tabla 6.38 Resultados de la evaluación instrumental de color del corte milanesa

	L*	a*	b*	C*	h°
t0	50.27 ± 1.99 ^{fg}	9.73 ± 0.98 ^{cd}	15.33 ± 0.82 ^h	18.30 ± 0.91 ^{fg}	56.70 ± 3.22 ^{cd}
t1	48.63 ± 1.85 ^{ef}	9.06 ± 1.41 ^{bc}	14.86 ± 0.54 ^{gh}	17.45 ± 0.81 ^{efg}	57.38 ± 5.12 ^{cd}
t2	45.84 ± 2.25 ^{abc}	11.97 ± 1.80 ^e	14.19 ± 1.64 ^{fgh}	18.59 ± 2.19 ^g	49.92 ± 3.38 ^a
t3	50.66 ± 2.31 ^g	8.58 ± 1.86 ^{abc}	14.27 ± 1.63 ^{fgh}	16.70 ± 2.30 ^{def}	58.32 ± 3.85 ^d
t4	46.14 ± 2.34 ^{abcd}	8.67 ± 3.01 ^{abc}	12.74 ± 1.78 ^{bcde}	15.56 ± 3.23 ^{cd}	55.30 ± 6.07 ^{bcd}
t5	45.76 ± 3.23 ^{abc}	11.23 ± 1.91 ^{de}	13.44 ± 1.93 ^{def}	17.54 ± 2.51 ^{efg}	51.23 ± 3.79 ^a
t6	46.97 ± 2.09 ^{cde}	9.24 ± 2.32 ^c	13.26 ± 2.06 ^{cdef}	16.19 ± 2.93 ^{cde}	54.84 ± 3.39 ^{bc}
t7	45.08 ± 1.74 ^{ab}	7.45 ± 1.47 ^a	10.91 ± 1.60 ^a	13.32 ± 2.03 ^a	55.14 ± 4.14 ^{bcd}
t8	44.52 ± 1.90 ^a	8.23 ± 2.48 ^{abc}	12.07 ± 1.50 ^{abc}	14.76 ± 2.44 ^{abc}	54.84 ± 6.26 ^{bc}
t9	46.28 ± 2.63 ^{bcd}	7.21 ± 0.98 ^a	11.51 ± 1.26 ^{ab}	13.73 ± 1.59 ^{ab}	57.16 ± 3.92 ^{cd}
t10	47.75 ± 1.29 ^{de}	9.53 ± 2.08 ^c	13.93 ± 1.21 ^{efg}	16.89 ± 1.84 ^{defg}	56.29 ± 3.89 ^{cd}
t11	45.99 ± 1.69 ^{abc}	7.61 ± 1.27 ^{ab}	12.25 ± 1.42 ^{bcd}	14.46 ± 1.75 ^{abc}	57.93 ± 3.09 ^{cd}
t12	44.52 ± 1.94 ^a	9.02 ± 1.76 ^{bc}	12.10 ± 1.82 ^{abc}	15.21 ± 2.36 ^{bcd}	52.70 ± 4.11 ^{ab}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas
t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

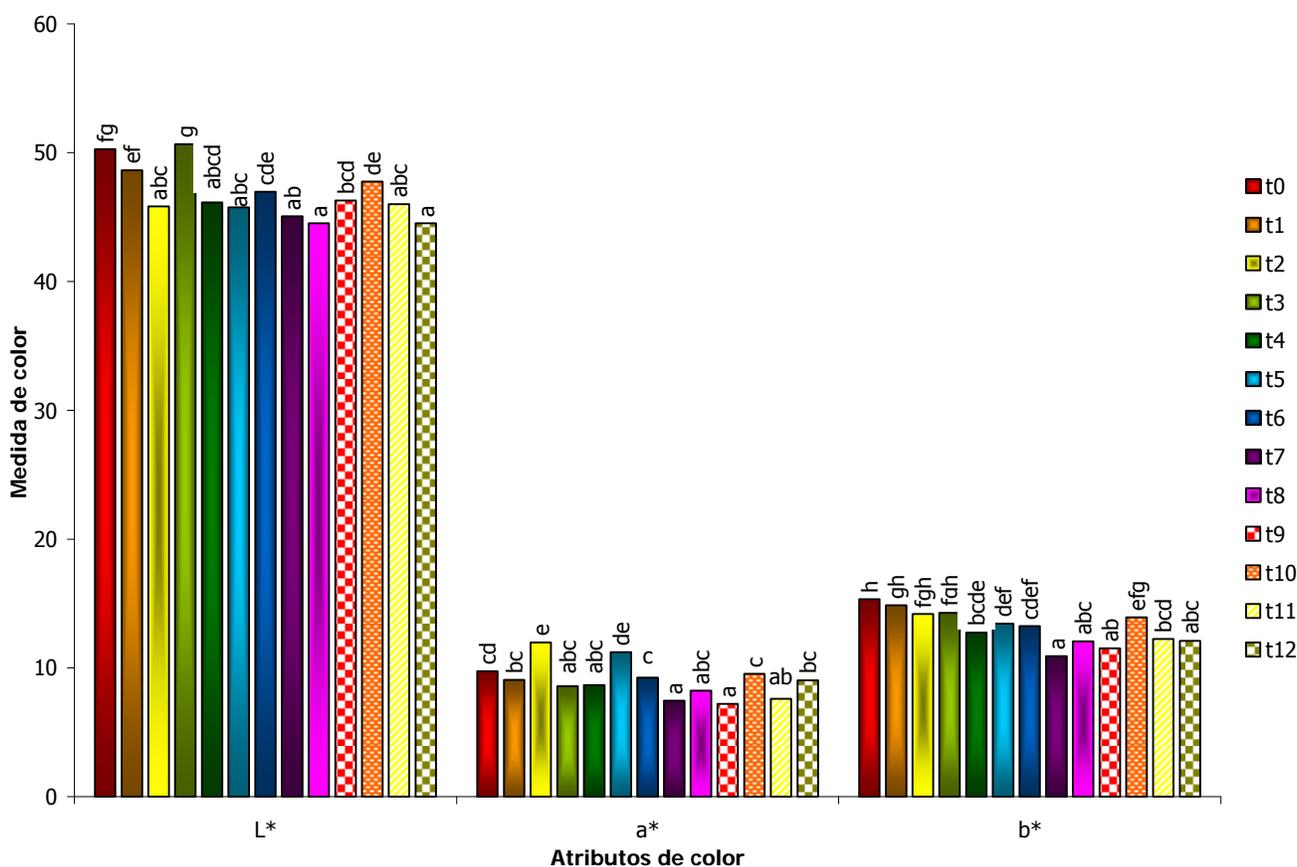


Figura 6.40 Atributos de color L*a*b* evaluados en carne de bovino, corte: milanesa

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados de cada barra son un promedio de 12 réplicas

Al observar la Figura 6.41 se puede apreciar que los valores para la coordenada C* disminuyen a lo largo del tiempo indicando que la muestra estaba más saturada al inicio del estudio. Para la coordenada h° no se ve una tendencia y no hubo cambios a lo largo del estudio, esto es lógico puesto que solo habla de un ángulo como ya se explico con anterioridad; en este caso, el ángulo que presenta la milanesa oscila entre 50 y 60° siempre en el primer cuadrante.

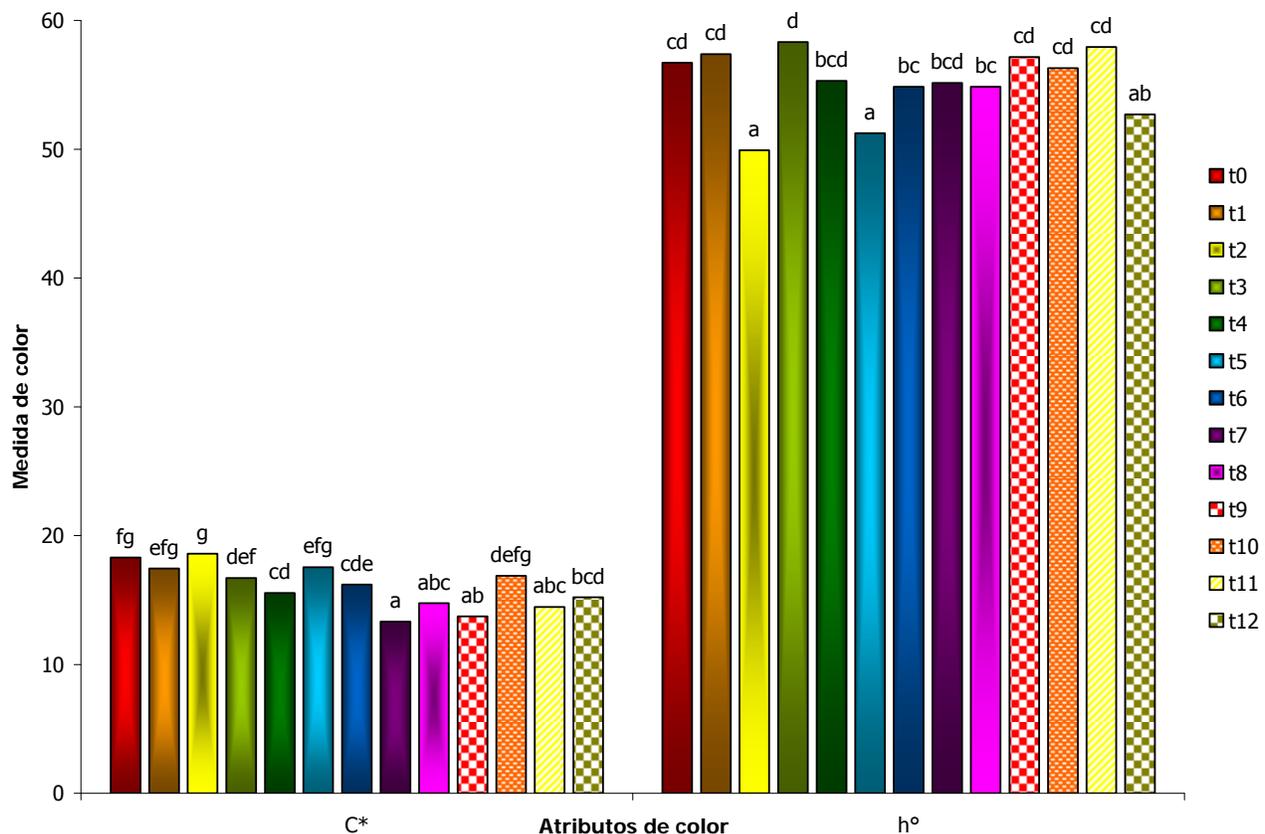


Figura 6.41 Atributos de color C*h° evaluados en carne de bovino, corte: milanesa

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.
Los resultados de cada barra son un promedio de 12 réplicas

CUETE

En este corte a diferencia del anterior, no se observa un patrón característico en la coordenada de luminosidad (L*), en este el rango de valores es más amplio, ya que se encuentran valores más bajos (41) y mucho más altos (56), sin embargo también es un corte oscuro (Tabla 6.39). Para la coordenada a*, el cuete presentó valores más bajos que la milanesa, lo que habla de un corte con una tonalidad roja más oscura. Los valores encontrados para la coordenada b* son ligeramente más altos que para a* y positivos, lo cual habla de tonos amarillos pero oscuros

pues son valores bajos. Estos valores de rojo oscuro y amarillo oscuro se pueden traducir en una coloración marrón la cual esta asociada a la presencia de metamioglobina, ya que es en este estado de oxidación que la mioglobina presenta esa coloración característica (Hui, *et. al.*, 2006). Sin embargo, este autor recomienda analizar las gráficas de los espectros de IR con el fin de analizar las distintas bandas presentes y asegurar la presencia de la metamioglobina.

Las diferencias en cuanto a la concentración de mioglobina y a la estabilidad de los músculos son importantes condicionantes del distinto color que presentan los músculos de un mismo individuo, si bien hay una tendencia a que existan variaciones en claridad en todos los músculos de un individuo. Dentro de un mismo animal, existe gran variabilidad en el contenido en pigmentos entre los distintos músculos, en función de la composición de fibras rojas, ricas en mioglobina, o fibras blancas, pobres en mioglobina. A esto hay que añadir la distinta estabilidad del color en los diferentes músculos, siendo menor en los músculos rojos y oxidativos (Renerre *et. al.*, 1996). También influye en este aspecto, la distinta actividad que realizan los distintos músculos, de forma que los que realizan más ejercicio, se oxigenan más y por ello presentan coloración más oscura, que aquellos que se ven sometidos a una menor actividad.

La espectroscopia visible parece ser útil para la caracterización de los colores de la carne, los espectros podrían proporcionar información complementaria a los espectros visibles, tales como el cambio en la terneza de la carne (debido a la proteólisis y la desnaturalización de las proteínas durante el almacenamiento) (Liu *et. al.*, 2003)

Con respecto a la saturación (C^*) y al ángulo de matiz (h°) existe diferencia estadísticamente significativa a lo largo de todo el estudio, habiendo valores desde 12 hasta 18 para la saturación y de 49 hasta 66° para el ángulo de matiz.

Tabla 6.39 Resultados de la evaluación instrumental de color del corte cuete

	L*	a*	b*	C*	h°
t0	50.00 ± 1.65 ^e	6.76 ± 2.03 ^a	12.92 ± 2.25 ^{cd}	14.61 ± 2.86 ^{abc}	61.85 ± 3.11 ^e
t1	46.52 ± 2.27 ^{cd}	9.50 ± 2.57 ^{cd}	13.05 ± 1.48 ^{cd}	16.20 ± 2.59 ^{cd}	53.23 ± 4.41 ^{bc}
t2	50.13 ± 1.17 ^e	7.30 ± 1.10 ^{ab}	14.08 ± 1.36 ^{de}	15.87 ± 1.58 ^{cd}	61.90 ± 2.59 ^e
t3	50.31 ± 2.17 ^e	5.81 ± 0.77 ^a	13.07 ± 0.80 ^{cd}	14.33 ± 0.97 ^{abc}	65.53 ± 2.10 ^f
t4	51.66 ± 2.31 ^e	7.10 ± 1.55 ^{ab}	13.35 ± 1.88 ^{de}	15.18 ± 2.28 ^{bcd}	61.33 ± 3.60 ^e
t5	43.97 ± 1.95 ^b	9.99 ± 2.35 ^{cd}	11.84 ± 1.69 ^{bc}	15.54 ± 2.60 ^{cd}	51.86 ± 4.82 ^{ab}
t6	51.24 ± 0.95 ^e	9.62 ± 1.85 ^{cd}	15.66 ± 1.22 ^f	18.44 ± 1.84 ^e	57.58 ± 3.63 ^d
t7	56.15 ± 1.58 ^f	6.19 ± 0.99 ^a	14.64 ± 1.34 ^{ef}	15.95 ± 1.52 ^{cd}	66.38 ± 2.02 ^f
t8	46.47 ± 2.60 ^{cd}	9.40 ± 2.16 ^{cd}	13.74 ± 1.61 ^{de}	16.80 ± 2.61 ^{de}	54.96 ± 4.71 ^{bcd}
t9	41.98 ± 1.59 ^a	8.49 ± 0.94 ^{bc}	10.45 ± 1.11 ^a	13.47 ± 1.31 ^{ab}	49.73 ± 3.64 ^a
t10	47.70 ± 2.43 ^d	11.86 ± 2.24 ^e	14.02 ± 2.27 ^{de}	18.44 ± 3.09 ^e	49.15 ± 2.31 ^a
t11	46.32 ± 3.67 ^{cd}	10.38 ± 4.55 ^{de}	13.10 ± 3.14 ^{cd}	16.83 ± 5.13 ^{de}	55.72 ± 7.96 ^{cd}
t12	45.18 ± 2.53 ^{bc}	6.04 ± 1.52 ^a	11.22 ± 0.82 ^{ab}	12.79 ± 1.20 ^a	63.22 ± 5.25 ^{ef}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

En la Figura 6.42 se puede observar que los valores de L* se encuentran por debajo de 60, lo cual, como ya se mencionó anteriormente habla de un corte de carne "oscuro", los valores de a* están alrededor de 10 y para b* son ligeramente más elevados, sin embargo, no se observa una tendencia bien definida en los cambios de color.

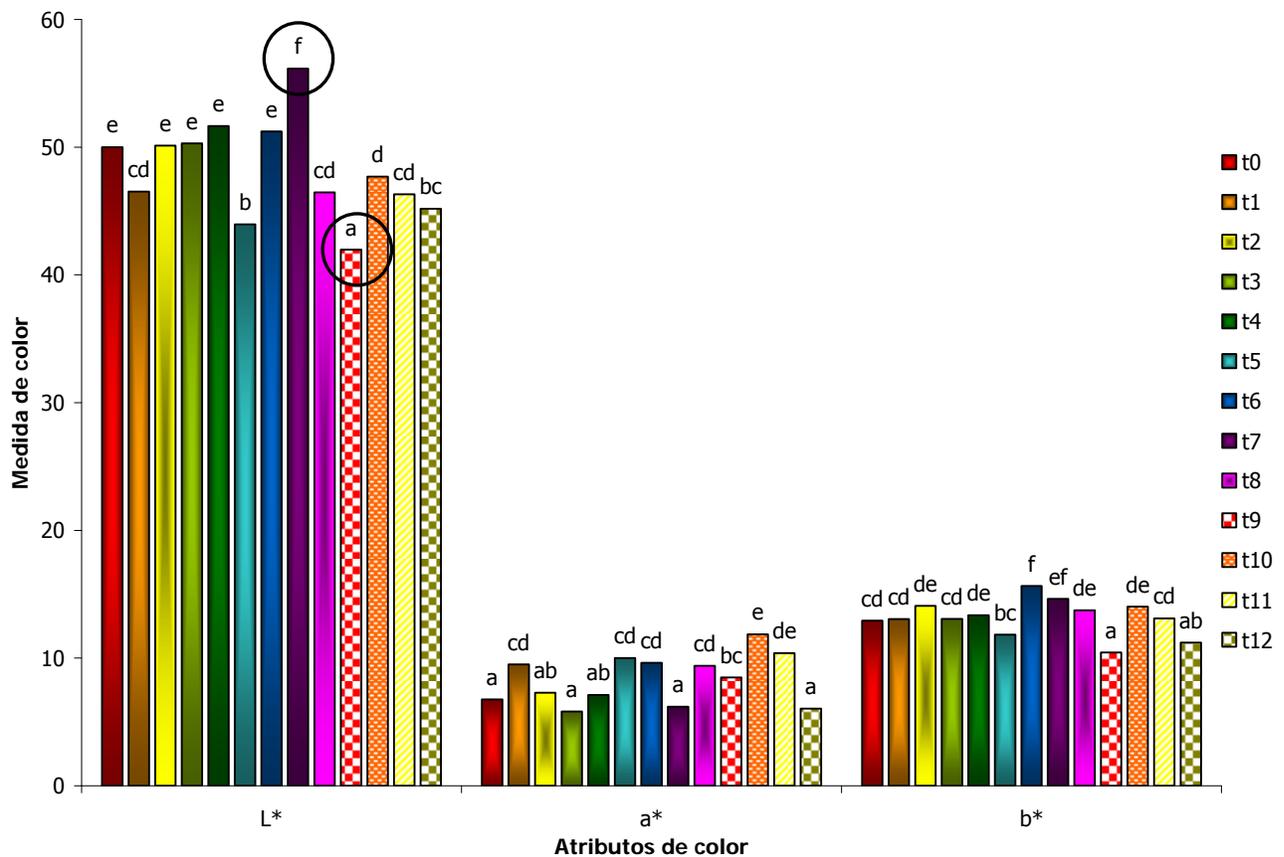


Figura 6.42 Atributos de color L*a*b* evaluados en carne de bovino, corte: cuete

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados de cada barra son un promedio de 12 réplicas

Al observar la Figura 6.43 se puede ver de una manera más directa las diferencias entre tiempos de las coordenadas graficadas (C^* y h°); esta diferencia es todavía más marcada en el ángulo de matiz al encontrar el valor más alto en el tiempo siete y los más bajos en las semanas 9 y 10.

Los valores de L^* y h° están relacionados, si se observan las Figuras 6.42 y 6.43 los valores siguen la misma tendencia en las primeras nueve semanas y al tiempo siete se encuentran los valores más altos para ambas coordenadas y al tiempo 9 los valores más bajos.

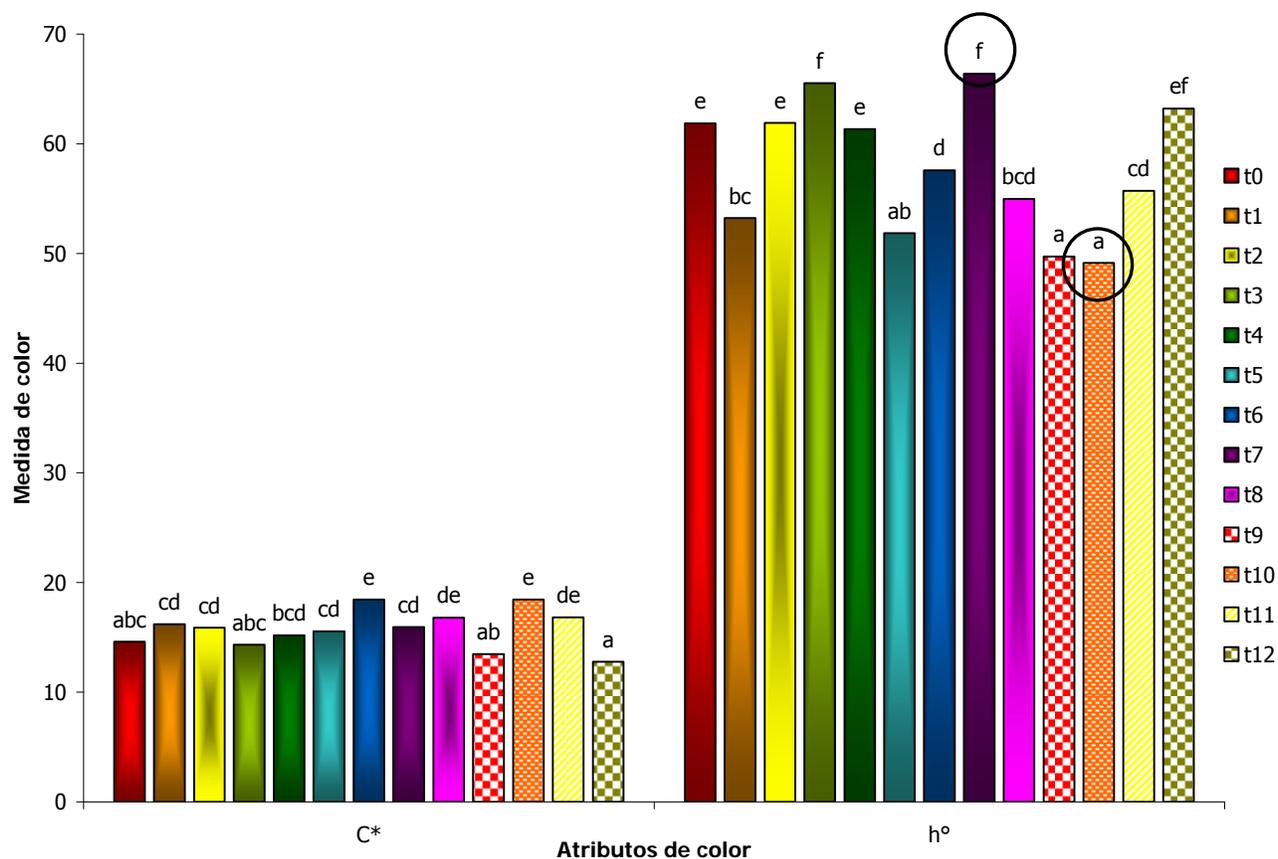


Figura 6.43 Atributos de color C* h° evaluados en carne de bovino, corte: cuete

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.
 Los resultados de cada barra son un promedio de 12 réplicas

FILETE

Una vez analizados los primeros cortes (milanesa y cuete) al llegar a este y analizar los valores de luminosidad arrojados por el colorímetro Minolta, se puede ver que los valores son los más bajos y que la diferencia entre el valor más bajo (36) y el más alto (48) es muy grande ($\Delta 12$) (Tabla 6.40), existen diferencias estadísticamente significativas en todos los tiempos.

El color de la carne congelada es controlado por la velocidad de congelación, la temperatura de almacenamiento, la intensidad de la luz durante la visualización y el método de embalaje. La carne congelada lentamente es excesivamente oscura, mientras que la carne congelada con nitrógeno líquido es normalmente pálida (Jakobsson & Bengtsson, 1973). La gran variación en la luminosidad es el resultado de las diferencias en la tasa de crecimiento de cristales de hielo. Cristales pequeños, formados por una congelación rápida dan una mayor dispersión a la luz en comparación con cristales grandes formados por una congelación lenta; por lo tanto la carne

congelada de manera rápida es pálida y opaca y la carne congelada de manera lenta es translúcida y oscura (MacDougall, 1982).

Al realizar el análisis estadístico se observó que en los valores de a^* y b^* se encuentran diferencias estadísticamente significativas, siendo los valores de a^* ligeramente más bajos que los de b^* . Los valores de b^* encontrados para este corte son aún más bajos que los encontrados para la milanesa y el cuete, siguen siendo colores marrones, sin embargo este corte es aún más oscuro y con una tonalidad marrón más oscura, sin embargo la saturación de color es ligeramente menor, teniendo valores que van de 9 a 17. Al comparar estos resultados con los encontrados en este estudio para el corte de filete (Tabla 6.40) se puede observar que los valores de a^* están por debajo de los encontrados por otros autores, mientras que los de b^* caen en la media.

Se han realizado estudios de color en la carne de res con diferentes equipos; con el Colorímetro Minolta CR200 se determinaron los valores de los tres atributos cromáticos $L^* = 39.57$, $a^* = 15.76$ y $b^* = 3.07$, después de 24 horas postmortem en ganado bovino de Korea (Kim, 2003). En otro estudio sobre carne de res se usó el equipo Colorimétrico Hunterlab Miniscan, con luz de día y 10° de observación, se determinó $L^* = 41.7$, $a^* = 20.7$ y $b^* = 21.1$ (Raes *et. al.*, 2003) y Barbut determinó $L^* = 34.5$, $a^* = 18.5$ y $b^* = 8.7$, usando el Colorímetro Minolta CM-1000 (Barbut, 2001).

Tabla 6.40 Resultados de la evaluación instrumental de color del corte filete

	L^*	a^*	b^*	C^*	h°
t0	44.63 ± 1.74 ^{ef}	10.22 ± 3.72 ^{gh}	12.99 ± 1.38 ^{efg}	16.75 ± 3.11 ^{gh}	51.45 ± 8.35 ^{cd}
t1	36.70 ± 1.68 ^a	7.93 ± 0.67 ^{cde}	8.42 ± 1.22 ^a	11.63 ± 1.28 ^{bc}	45.98 ± 2.90 ^{ab}
t2	48.65 ± 1.25 ^g	9.47 ± 0.86 ^{fgh}	13.91 ± 1.20 ^g	16.89 ± 1.41 ^{gh}	55.32 ± 2.26 ^{ef}
t3	42.04 ± 1.46 ^d	10.79 ± 1.11 ^h	12.76 ± 1.33 ^{ef}	16.94 ± 1.43 ^h	48.55 ± 3.02 ^{bc}
t4	44.77 ± 1.44 ^{ef}	5.80 ± 0.84 ^{ab}	10.16 ± 2.00 ^{bc}	11.50 ± 2.17 ^b	60.99 ± 4.20 ^h
t5	39.88 ± 1.21 ^c	5.47 ± 0.90 ^a	8.10 ± 1.05 ^a	9.78 ± 1.34 ^a	55.53 ± 1.28 ^{ef}
t6	43.98 ± 1.97 ^e	6.98 ± 0.92 ^{bc}	10.99 ± 0.89 ^{cd}	13.17 ± 0.88 ^d	56.35 ± 3.97 ^{fg}
t7	40.94 ± 2.99 ^{cd}	7.97 ± 1.33 ^{cde}	10.66 ± 0.99 ^c	13.35 ± 1.45 ^d	52.77 ± 3.73 ^{de}
t8	46.06 ± 2.89 ^f	10.55 ± 3.15 ^h	13.69 ± 2.28 ^{fg}	17.25 ± 3.41 ^h	58.24 ± 5.11 ^{fgh}
t9	48.66 ± 1.73 ^g	7.56 ± 0.50 ^{cd}	13.01 ± 0.88 ^{efg}	15.12 ± 0.91 ^{ef}	59.36 ± 2.29 ^{gh}
t10	42.22 ± 2.03 ^d	9.45 ± 1.95 ^{fgh}	12.06 ± 0.99 ^{de}	15.42 ± 1.91 ^{fg}	51.21 ± 4.49 ^{cd}
t11	41.37 ± 1.20 ^{cd}	8.75 ± 0.81 ^{def}	10.73 ± 0.88 ^c	13.88 ± 1.20 ^{de}	50.39 ± 1.90 ^{cd}
t12	38.38 ± 1.36 ^b	9.17 ± 1.39 ^{efg}	9.13 ± 1.32 ^{ab}	13.01 ± 1.84 ^{cd}	44.50 ± 2.80 ^a

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

Como se puede observar en la Figura 6.44 se observan diferencias estadísticamente significativas en todo el estudio para los atributos cromáticos L*, a* y b*. Para L* encontramos el valor más bajo al tiempo uno.

Al comparar las graficas de los atributos de luminosidad y tonalidad amarillo-azul se puede apreciar un comportamiento parecido entre ellos. Al igual que en L* en b* se tiene uno de los valores más bajos en el tiempo uno y al siguiente el valor más alto (segunda semana).

Los atributos cromáticos a* y C* también tienen un comportamiento similar, encontrando el valor más bajo al tiempo cinco. Esto coincide con lo reportado por otros autores quienes también han encontrado relación entre estos atributos (Strange *et. al.*, 1994; Renerre y Mazuel, 1985) correlacionan positivamente la apreciación del color de la carne por el consumidor con el parámetro a*, lo que permite afirmar que el color de la carne mejora con la maduración; también se encontró que la maduración origina un aumento en los parámetros a* y C* que determina la aparición de un color más rojo (>a*) y más intenso (>C*) en la carne.

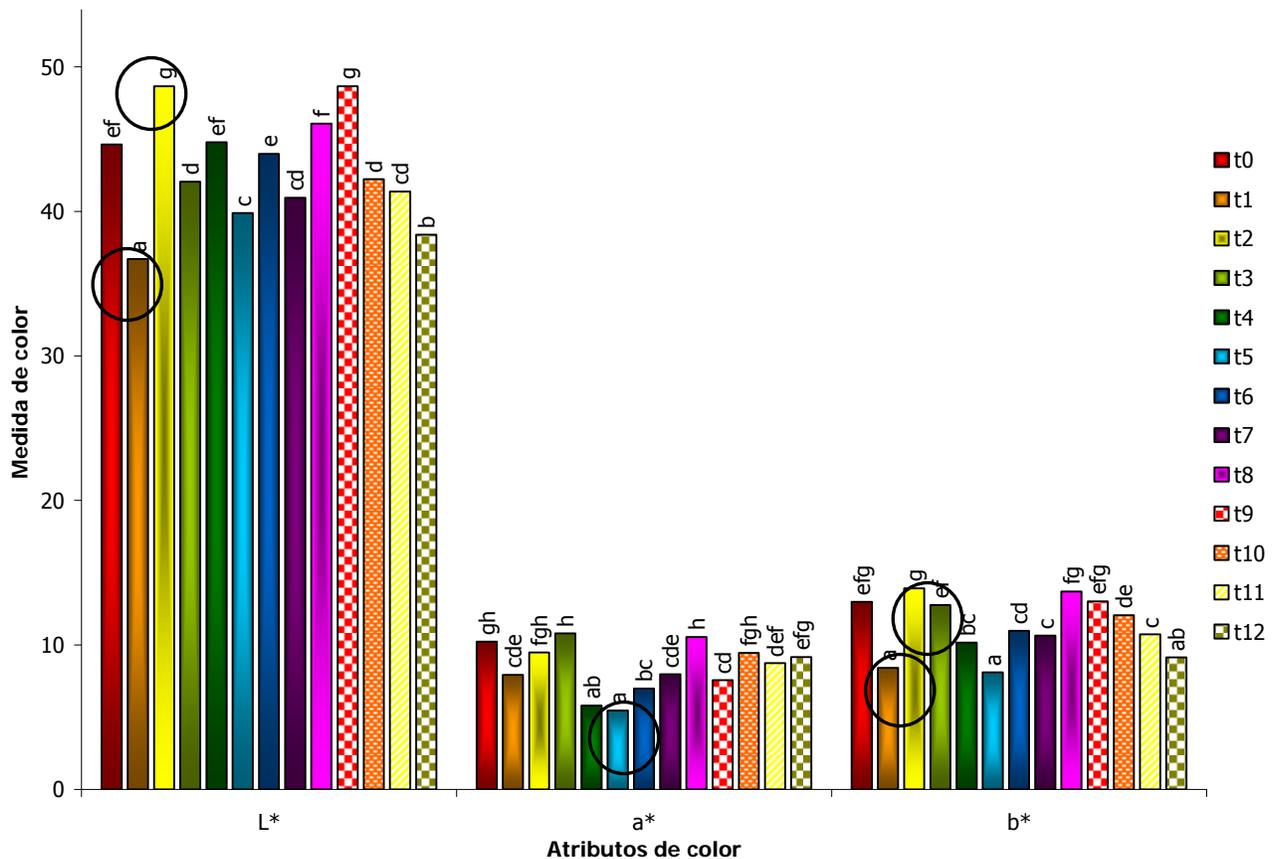


Figura 6.44 Atributos de color L*a*b* evaluados en carne de bovino, corte: filete

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados de cada barra son un promedio de 12 réplicas

En la Figura 6.45 están representados de manera gráfica los valores encontrados para C^* y h° ; como se puede observar existen diferencias estadísticamente significativas en los valores de ambas coordenadas a lo largo de todo el estudio. No se observa una tendencia clara, ya que se encuentran valores altos en las primeras semanas y bajos en las últimas, como se puede ver para el valor de h° en el tiempo cuatro que es el más alto y el valor al tiempo doce que es el más bajo. Para C^* se encuentra el valor más bajo al tiempo cinco y valores más altos antes y después.

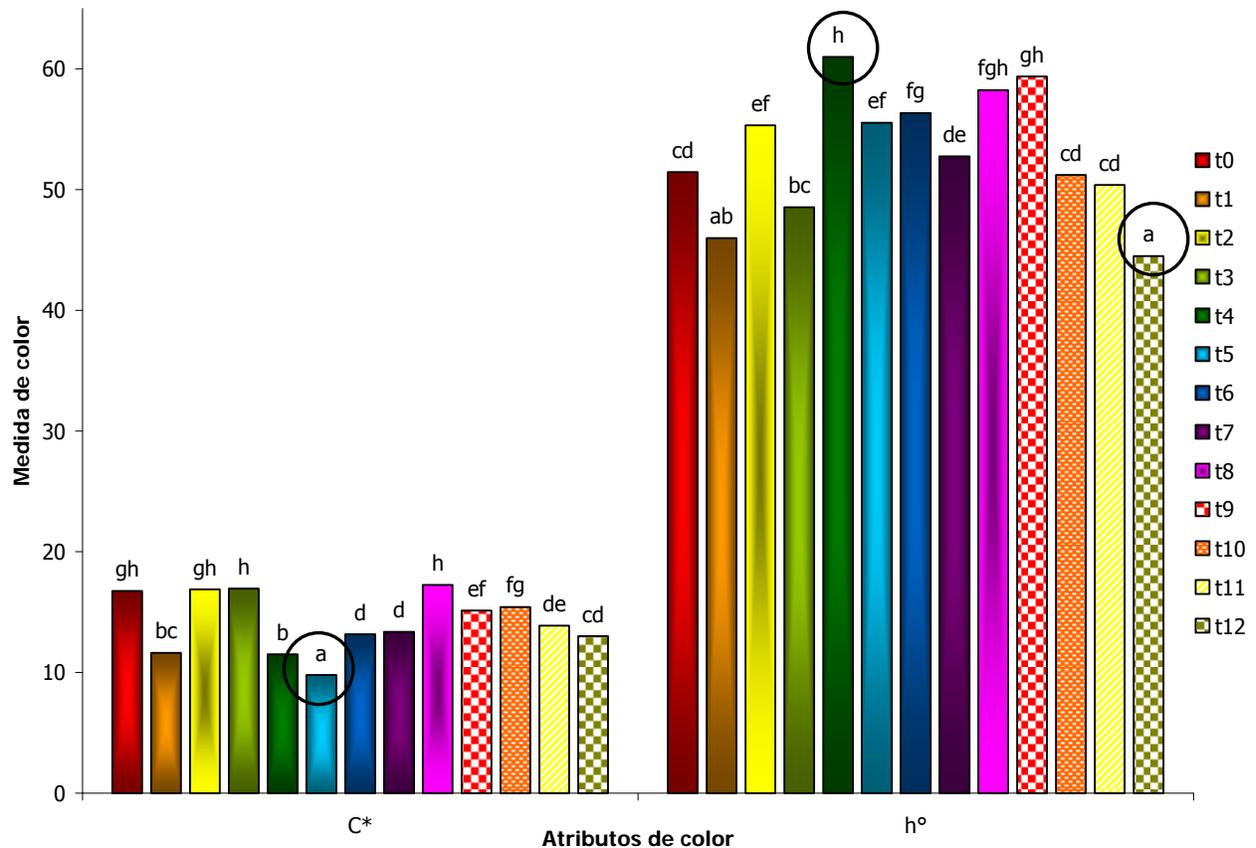


Figura 6.45 Atributos de color C^* h° evaluados en carne de bovino, corte: filete

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.
Los resultados de cada barra son un promedio de 12 réplicas

SIRLOIN

En la Tabla 6.41 se resumen las variaciones de los atributos cromáticos L^* , a^* , b^* , C^* y h° para el corte sirloin. El análisis de color CIE Lab sugirió que el corte en general es oscuro, con tonalidades marrones, una saturación elevada (en comparación con los cortes anteriores) y con ángulos situados en el primer cuadrante, que van desde tonos rojos (36°) hasta amarillos (57°).

Con respecto a la luminosidad, la diferencia entre el valor más grande (47) y el más pequeño (35) es similar a los cortes anteriores ($\Delta 12$); se ha encontrado que una diferencia de 5 unidades se distingue fácilmente; otra de las razones para encontrar tal variabilidad en la luminosidad de la carne es atribuible a cambios en la estructura de las proteínas provocada por las diferencias en la velocidad de enfriamiento en todo el músculo (MacDougall, 1982).

La concentración de pigmentos hemínicos presentes en las fibras de carne también es un factor importante a considerar, como ya se ha dicho; sin embargo la relación de la luminosidad (L^*), las tonalidades rojo – verde y amarillo – azul con la concentración de pigmentos no es lineal. Se ha encontrado que un cambio de 0.5 mg de hemoglobina por gramo de carne produce una diferencia en L^* de 4 unidades, así pequeñas diferencias (aumento o disminución) en la concentración de mioglobina puede ser percibido por el consumidor al momento de la compra. Así, un aumento en los valores de luminosidad, ya sea por la disminución en la concentración de pigmento o incremento de la dispersión, se acompaña por un aumento en el tono amarillo. (MacDougall, 1982). El cambio en el tono y la saturación se debe al dicroísmo del espectro de oximioglobina (Wright, 1969).

Tabla 6.41 Resultados de la evaluación instrumental de color del corte sirloin

	L^*	a^*	b^*	C^*	h°
t0	44.54 ± 2.77 ^f	9.73 ± 0.91 ^{bc}	12.19 ± 1.40 ^{def}	15.71 ± 1.31 ^{ab}	50.57 ± 3.49 ^{cd}
t1	44.37 ± 1.49 ^f	9.52 ± 1.31 ^{bc}	11.86 ± 1.04 ^{cdef}	15.34 ± 1.34 ^{ab}	50.61 ± 3.61 ^{cd}
t2	36.39 ± 0.97 ^{ab}	12.52 ± 1.30 ^e	9.43 ± 0.74 ^a	15.71 ± 1.50 ^{ab}	36.78 ± 1.31 ^a
t3	35.56 ± 1.43 ^a	11.92 ± 1.52 ^{de}	9.33 ± 1.36 ^a	15.16 ± 1.88 ^a	37.65 ± 2.49 ^a
t4	37.70 ± 1.72 ^{bc}	12.12 ± 2.12 ^{de}	9.64 ± 1.38 ^{ab}	15.53 ± 2.29 ^{ab}	37.71 ± 2.88 ^a
t5	47.06 ± 1.95 ^g	7.71 ± 1.23 ^a	12.40 ± 1.28 ^{ef}	14.67 ± 1.76 ^a	57.79 ± 2.38 ^f
t6	39.30 ± 1.90 ^d	11.44 ± 2.70 ^{de}	10.69 ± 2.08 ^{bc}	15.68 ± 3.30 ^{ab}	42.43 ± 2.75 ^b
t7	39.29 ± 1.52 ^d	17.22 ± 2.44 ^f	12.70 ± 1.52 ^f	21.40 ± 2.80 ^c	36.37 ± 1.59 ^a
t8	42.93 ± 2.17 ^e	8.89 ± 2.19 ^{ab}	11.18 ± 0.70 ^{cd}	14.39 ± 1.73 ^a	50.18 ± 4.75 ^c
t9	37.46 ± 1.30 ^{bc}	10.90 ± 1.09 ^{cd}	9.61 ± 0.94 ^{ab}	14.55 ± 1.18 ^a	41.00 ± 2.74 ^b
t10	38.77 ± 1.27 ^{cd}	12.56 ± 2.22 ^e	11.21 ± 1.20 ^{cd}	16.90 ± 2.05 ^b	40.95 ± 2.45 ^b
t11	43.55 ± 1.61 ^{ef}	8.53 ± 0.88 ^{ab}	11.39 ± 1.40 ^{cde}	14.30 ± 1.39 ^a	52.78 ± 4.09 ^{de}
t12	44.42 ± 2.20 ^f	8.30 ± 2.57 ^{ab}	12.18 ± 2.73 ^{def}	14.76 ± 3.63 ^a	55.21 ± 3.12 ^e

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

En la Figura 6.46 se pueden observar las diferencias estadísticamente significativas a lo largo del estudio durante cada uno de los tiempos para los atributos L*, a* y b*. No es posible observar algún patrón o tendencia entre los atributos.

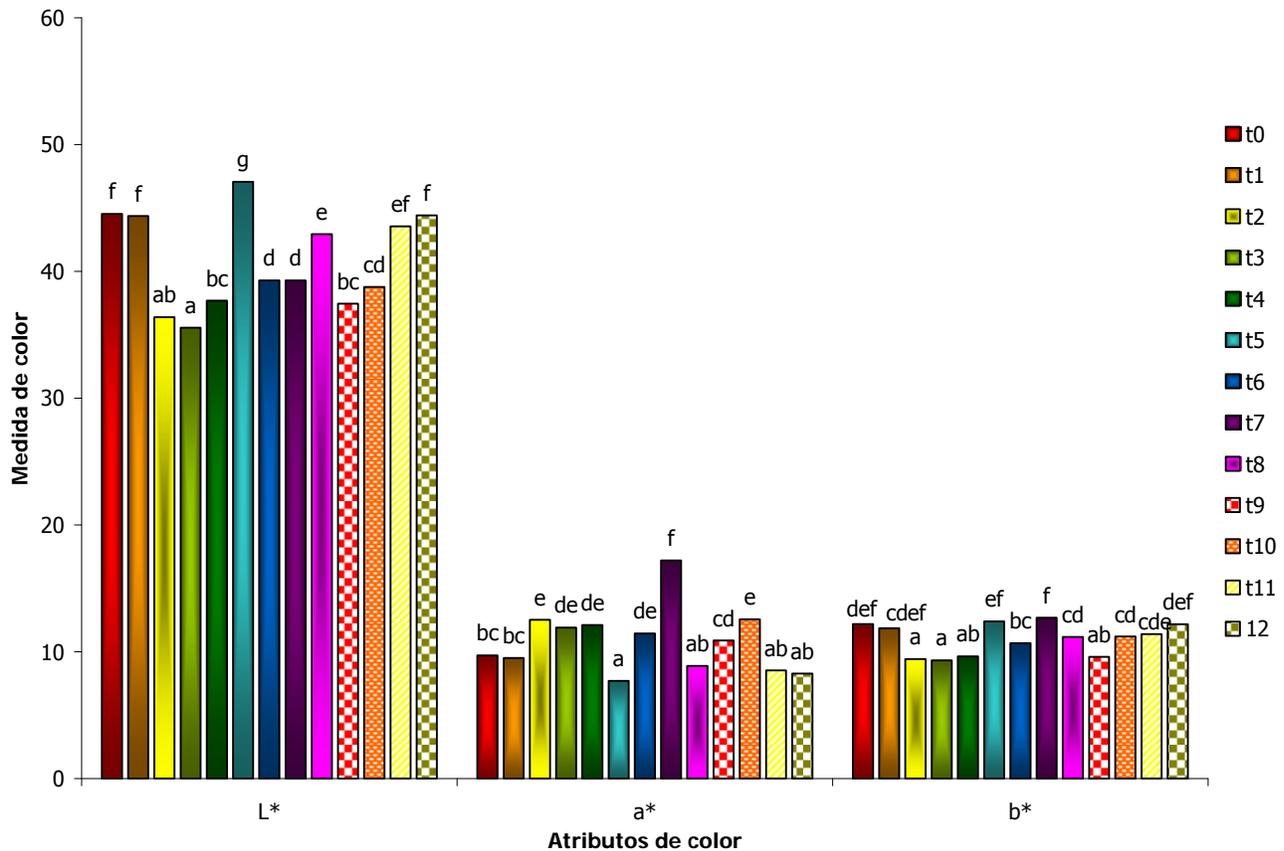


Figura 6.46 Atributos de color L*a*b* evaluados en carne de bovino, corte: sirloin

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados de cada barra son un promedio de 12 réplicas

Sin embargo, en la Figura 6.47, se puede ver que en la saturación del color no se encuentran grandes diferencias en los valores encontrados a lo largo del estudio, los valores se encuentran alrededor de 15, teniendo el punto más alto en el tiempo 7 disparándose el valor por arriba de 20. Para el atributo cromático de h° se puede ver una gran variabilidad en los valores, habiendo valores por debajo de 40 (para los tiempos 2, 3 y 4) y casi llegando a 60 (en el tiempo 5) encontrando diferencias estadísticamente significativas.

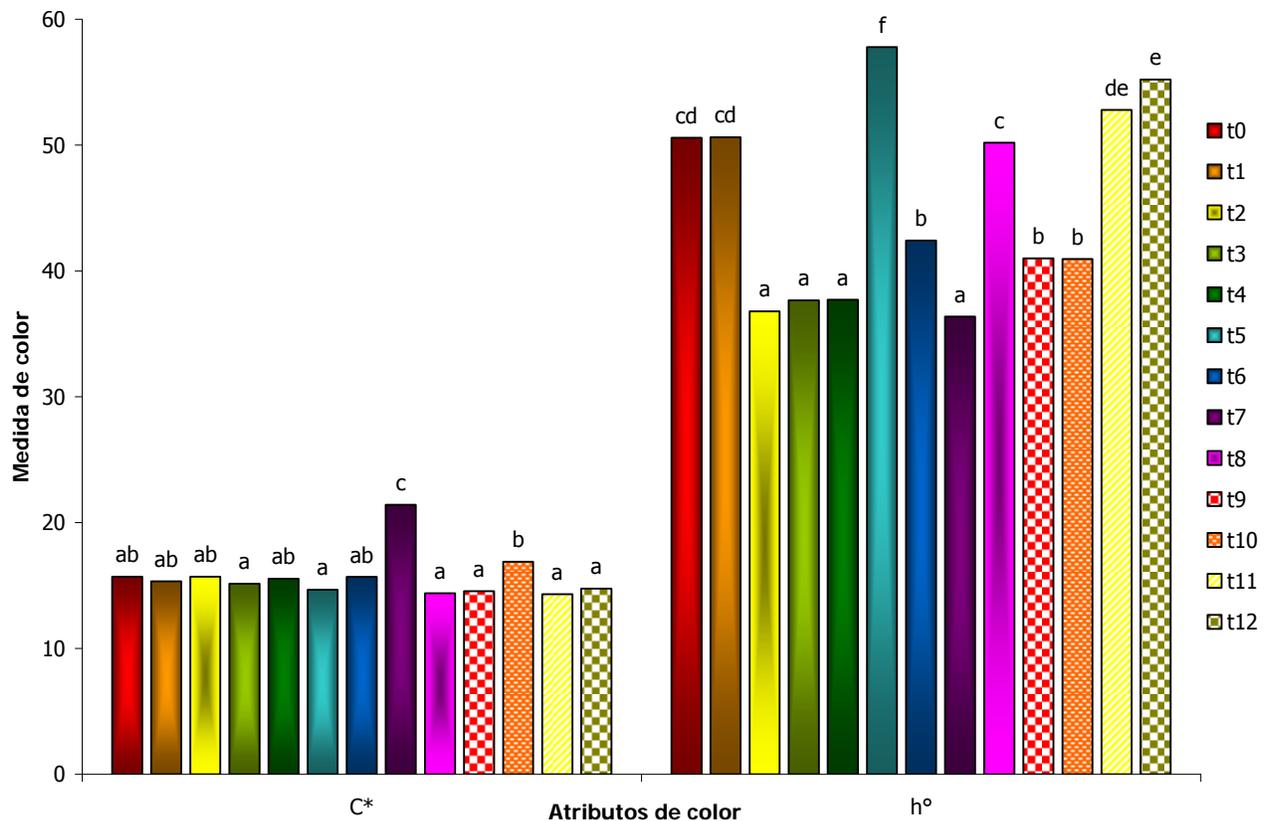


Figura 6.47 Atributos de color evaluados en carne de bovino, corte: sirloin

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.
 Los resultados de cada barra son un promedio de 12 réplicas

CHAMBARETE

En la Tabla 6.42 están los resultados de la evaluación instrumental de color para el chambarete. Los valores de luminosidad son muy parecidos a los de los cortes anteriores; sin embargo los atributos cromáticos a^* , b^* y C^* presentan valores un poco más altos, esta diferencia es aún más evidente en la saturación del color, en donde el valor más bajo es 11 (para el tiempo 12) y el más alto 22 (para el tiempo 6). Esto podría deberse, entre otros factores, al tipo de empaque en el cual se guarda la carne durante su almacenamiento; la carne envasada libremente en bolsas de plástico desarrolla rápidamente quemaduras por frío (MacDougall, 1982).

Otros autores han encontrado que el sexo también influye en el índice de rojo y amarillo, encontrándose los valores más favorables en las hembras (Sánchez *et. al.*, 1997). Las hembras presentan mayor concentración de mioglobina que los machos a la misma edad, al ser más precoces que éstos. Según un estudio realizado por Wulf *et. al.* (1997) encontró valores

superiores de coordenadas a* y b* en la carne de machos que de hembras, no existiendo diferencias en la coordenada L*.

Tabla 6.42 Resultados de la evaluación instrumental de color del corte chambarete

	L*	a*	b*	C*	h°
t0	37.89 ± 1.48 ^a	12.48 ± 3.05 ^{bcd}	10.63 ± 2.30 ^b	16.43 ± 3.66 ^{cd}	39.70 ± 2.84 ^b
t1	50.05 ± 6.34 ^e	5.24 ± 1.99 ^a	11.56 ± 2.82 ^{bc}	12.89 ± 2.83 ^{ab}	62.90 ± 8.26 ^h
t2	42.60 ± 0.93 ^{bc}	13.74 ± 1.41 ^{cd}	13.65 ± 1.23 ^{efg}	19.41 ± 1.74 ^e	44.55 ± 1.88 ^{def}
t3	42.25 ± 2.06 ^{bc}	13.68 ± 2.74 ^{cd}	13.26 ± 2.02 ^{def}	19.10 ± 3.11 ^e	46.82 ± 4.97 ^{ef}
t4	38.52 ± 2.80 ^a	11.88 ± 3.03 ^{bc}	8.38 ± 3.24 ^a	14.63 ± 4.09 ^{bc}	33.27 ± 8.35 ^a
t5	42.90 ± 4.28 ^{bc}	13.92 ± 2.72 ^d	12.76 ± 1.18 ^{cde}	18.85 ± 2.69 ^e	44.27 ± 5.95 ^{cdef}
t6	45.15 ± 4.70 ^{cd}	16.26 ± 2.25 ^e	14.83 ± 1.66 ^g	22.07 ± 2.20 ^{ef}	43.97 ± 5.90 ^{bcde}
t7	46.67 ± 2.61 ^b	13.72 ± 2.65 ^{cd}	14.04 ± 2.25 ^{efg}	19.79 ± 3.46 ^e	45.26 ± 3.06 ^{def}
t8	40.86 ± 3.28 ^{ab}	13.82 ± 2.83 ^d	11.73 ± 2.78 ^{bcd}	18.15 ± 3.83 ^{de}	41.58 ± 4.03 ^{bcd}
t9	44.49 ± 1.94 ^{cd}	10.91 ± 0.93 ^b	11.89 ± 1.21 ^{bcd}	16.15 ± 1.30 ^{cd}	46.95 ± 2.34 ^{ef}
t10	40.64 ± 1.02 ^{ab}	12.30 ± 1.35 ^{bcd}	10.43 ± 0.67 ^b	16.13 ± 1.37 ^{cd}	39.99 ± 1.83 ^{bc}
t11	46.29 ± 1.50 ^d	12.85 ± 1.80 ^{cd}	14.47 ± 0.83 ^{fg}	19.33 ± 1.66 ^e	48.80 ± 3.85 ^{fg}
t12	42.52 ± 8.67 ^{bc}	7.06 ± 2.39 ^a	8.58 ± 1.05 ^a	11.13 ± 2.28 ^a	52.95 ± 10.17 ^g

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

t0, t1, etc. Representan el tiempo en semana

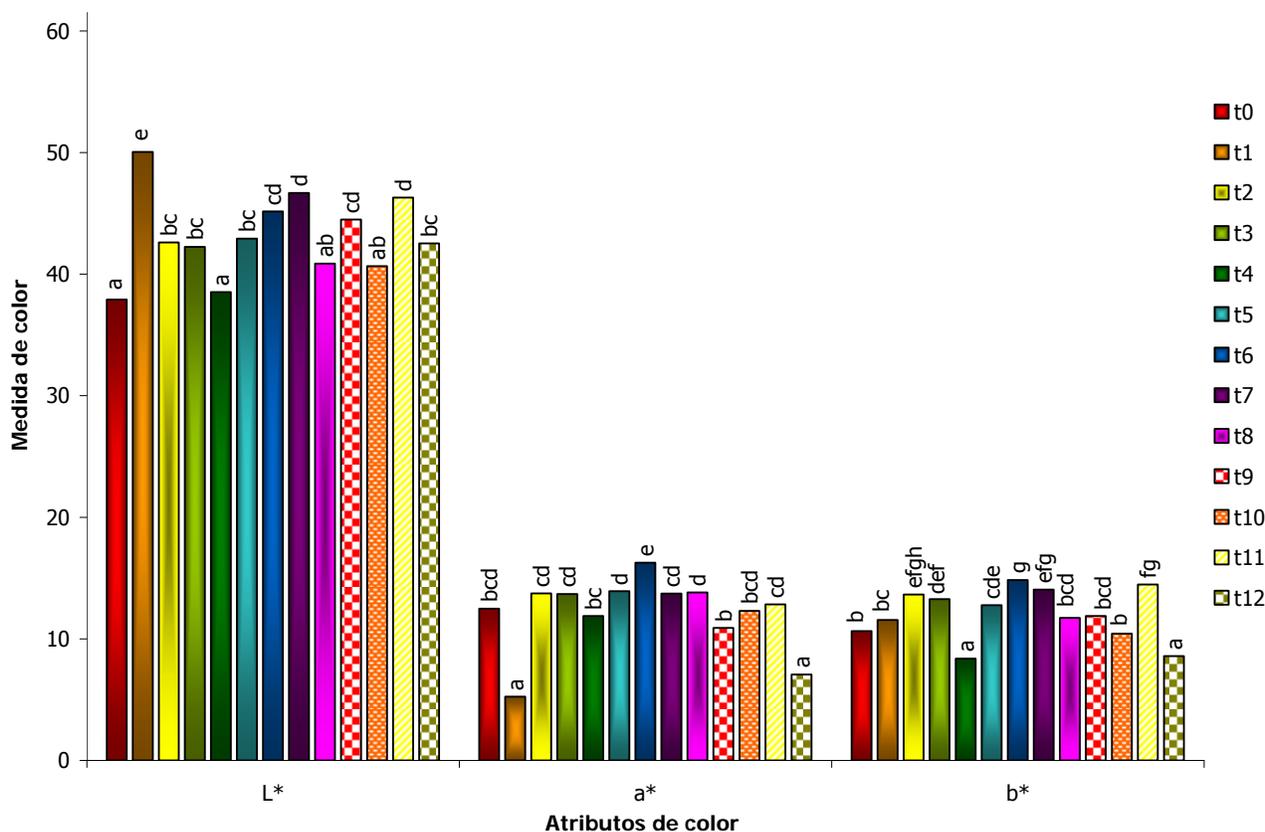


Figura 6.48 Atributos de color L*a*b* evaluados en carne de bovino, corte: chambarete

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados de cada barra son un promedio de 12 réplicas

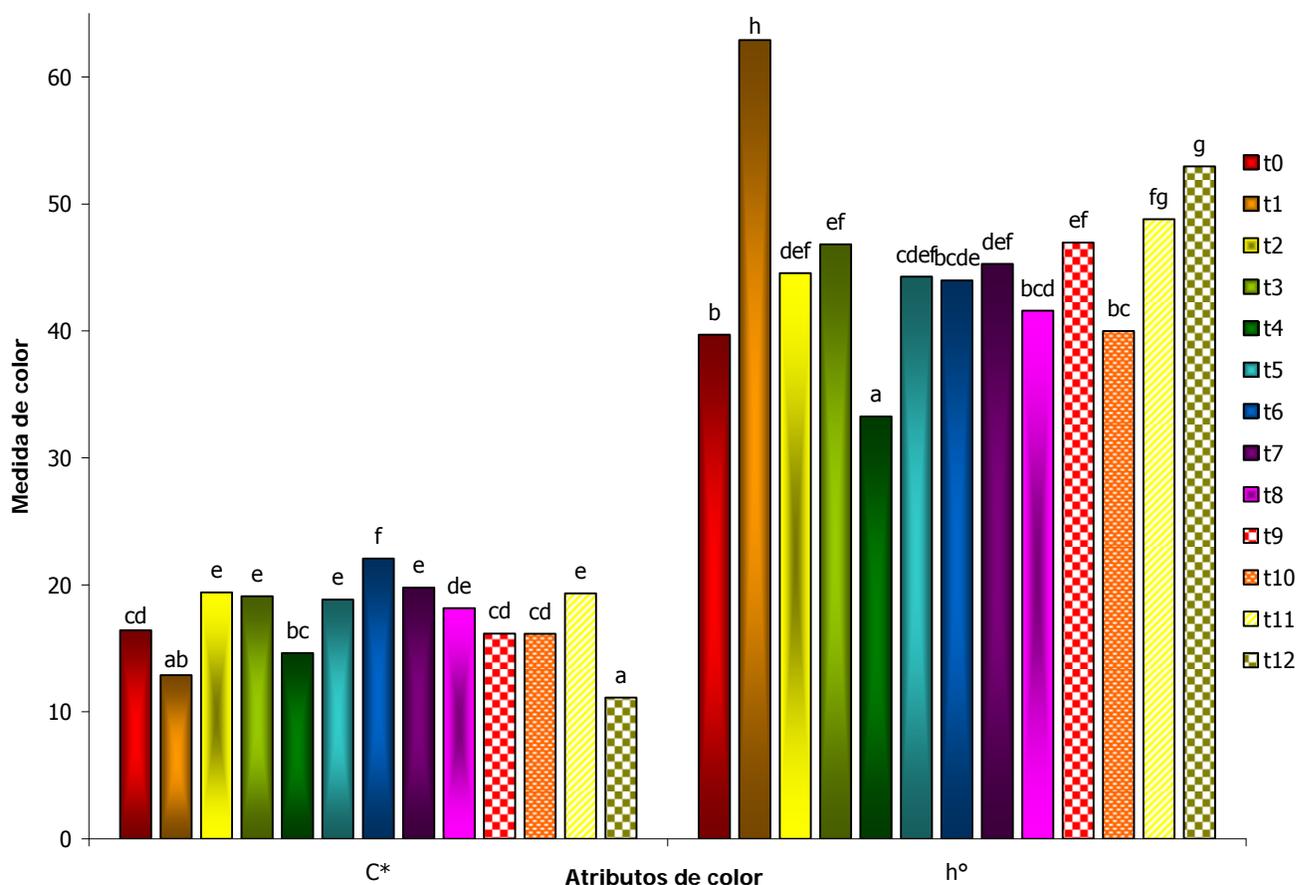


Figura 6.49 Atributos de color C*h° evaluados en carne de bovino, corte: chambarete

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados de cada barra son un promedio de 12 réplicas

6.4.4 Evaluación Instrumental de color. Discusión

Como ya se ha mencionado anteriormente el color de la carne es uno de los atributos más valorados por el consumidor en el momento de la compra, hasta el punto de ser considerado como uno de los criterios preferenciales para el consumidor.

El consumidor en general prefiere carne de color rojo brillante, mientras que rechaza la de color apagado o pardo. No obstante, en la aceptación del color influyen factores geográficos, sociales, culturales, por lo que la generalización en este parámetro es compleja.

Según Honikel (1998), existen tres fuentes en la variación del color de la carne. La primera, de tipo intrínseco, es el contenido en pigmentos del músculo, el cual depende de factores de producción tales como la especie, edad y régimen nutricional; la segunda fuente se refiere a las condiciones de manejo en los periodos pre sacrificio, sacrificio y postsacrificio, por la influencia en el pH y en

la temperatura; la tercera, está relacionada con el tiempo de almacenamiento y con los procesos de oxigenación y oxidación. Junto a estas fuentes de variación del color de la carne, otro de los factores que influye es el instrumento de medida y las condiciones en que ésta se realiza. Esto tiene gran importancia a la hora de comparar resultados (Honikel, 1998).

6.5 Correlación de las evaluaciones para los cortes de alto precio

6.5.1 Correlación de los atributos sensoriales

La Tabla 6.43 se muestra la matriz de correlación entre los atributos sensoriales de apariencia y textura para la carne cruda, independientemente del corte. Se puede ver que se encontró una correlación de más del 70% entre varios atributos (valores marcados en rojo).

Se encontró correlación entre el color y el olor (0.70), es decir, que los panelistas interpretaron que a un mayor color existía mayor olor en la carne. Es importante observar que esta correlación se dio al final del estudio y al principio del mismo.

La grasa superficial se correlacionó con la grasa intramuscular, al principio del estudio la correlación fue más alta (0.82) que al final del mismo (0.72), sin embargo. Así mismo, se encontró correlación de este atributo con los atributos de contenido de nervio (0.76) y jugosidad (0.87) al principio del estudio, es decir, al existir grasa superficial, el contenido de nervio y jugosidad se percibieron de una manera más intensa. Finalmente con el atributo de cohesividad se encontró correlación al final del estudio (0.85) con la grasa superficial.

Se encontró una alta correlación entre el atributo de grasa intramuscular con el contenido de nervio, esta correlación estuvo presente desde el inicio del proyecto (0.92) y hasta el final del mismo (0.72). Es importante destacar que estos atributos fueron con los que más problemas se enfrentaron los panelistas al momento de evaluar, sin embargo, al realizar la matriz de correlación se puede observar que ambos atributos están muy relacionados entre sí. El atributo de grasa intramuscular también tuvo relación con el atributo de jugosidad, aunque al final de proyecto esta relación ya no existe.

Para la apariencia de jugosidad se encontró una correlación alta con el brillo, esta relación se mantuvo igual durante todo el proyecto (0.91-0.92), hay que recordar que la manera de evaluar ambos atributos también estuvo relacionada, es decir, se definió jugosidad como seco y

húmedo, en donde seco se refería a una carne que no presentaba humedad superficial. Cuando un corte era muy húmedo se reflejaba mayor cantidad de luz, de ahí la correlación tan alta en estos atributos. También se encontró correlación entre la jugosidad y el brillo (atributos de apariencia) con el olor, la dureza y la jugosidad (atributos de textura), lo que indica que a una mayor jugosidad y brillo; el olor, la dureza y la jugosidad fueron percibidos de manera más intensa.

El contenido de nervio, además de las correlaciones mencionadas anteriormente, también se correlacionó con el olor (0.79) y la jugosidad (atributo de textura, 0.75) al inicio del estudio y con la dureza (0.73) al final del mismo, es decir, en un principio los panelistas encontraban que al existir contenido de nervio, la intensidad de olor y la jugosidad se percibieron como más intensos.

Los atributos de cohesividad y fibrosidad estuvieron altamente correlacionados entre ellos. La apariencia fibrosa de la carne estuvo relacionada muy fuertemente con la textura fibrosa de la misma.

El olor, además de las correlaciones mencionadas anteriormente, se correlacionó con la dureza (0.71) al final del estudio, con la cohesividad y la fibrosidad durante todo el estudio, y con la jugosidad al principio del estudio.

Tabla 6.43 Matriz de correlación entre los atributos de Apariencia y Textura para carne cruda

		Atributo												
		Apariencia Cruda							Textura Cruda					
		Homogeneidad	Color	Grasa sup.	Grasa int.	Jugosidad	Brillo	Cont. Nervio	Fibrosidad	Olor	Dureza	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad
Homogeneidad	t0													
	t12													
Color	t0	0.50												
	t12	-0.06												
Grasa sup.	t0	-0.26	-0.29											
	t12	0.00	0.46											
Grasa int.	t0	-0.13	0.35	0.82										
	t12	-0.07	0.60	0.72										
Jugosidad A	t0	0.06	0.21	0.63	0.67									
	t12	0.15	0.56	0.51	0.61									
Brillo	t0	0.17	0.26	0.64	0.69	0.91								
	t12	0.24	0.60	0.57	0.66	0.92								
Cont. Nervio	t0	-0.15	0.44	0.76	0.92	0.60	0.61							
	t12	-0.47	0.51	0.48	0.72	0.59	0.58							
Fibrosidad A	t0	0.58	0.44	0.39	0.30	0.34	0.49	0.35						
	t12	0.51	0.40	0.68	0.59	0.41	0.56	0.18						
Olor	t0	0.27	0.58	0.67	0.79	0.70	0.75	0.79	0.64					
	t12	0.09	0.70	0.68	0.75	0.75	0.81	0.69	0.69					
Dureza	t0	0.39	0.42	0.28	0.53	0.77	0.80	0.46	0.31	0.60				
	t12	0.00	0.50	0.38	0.65	0.85	0.77	0.73	0.33	0.71				
Cohesividad	t0	0.44	0.48	0.33	0.54	0.67	0.75	0.48	0.57	0.70	0.75			
	t12	0.13	0.57	0.85	0.58	0.59	0.70	0.57	0.77	0.79	0.57			
Fibrosidad T	t0	0.46	0.48	0.56	0.56	0.54	0.67	0.56	0.85	0.76	0.53	0.61		
	t12	0.50	0.36	0.66	0.53	0.58	0.67	0.22	0.89	0.74	0.47	0.73		
Jugosidad T	t0	-0.30	0.12	0.87	0.81	0.72	0.72	0.75	0.33	0.71	0.33	0.41	0.48	
	t12	0.58	0.43	0.12	0.34	0.71	0.74	0.27	0.45	0.61	0.67	0.38	0.55	

En la Tabla 6.44 se muestran las correlaciones entre los atributos de apariencia y textura en carne cocida. Al igual que las correlaciones para los atributos de apariencia y textura en carne cruda se obtuvieron correlaciones mayores al 70% (0.7).

Existió correlación del atributo de color con los atributos de jugosidad (0.79 – 0.83) y brillo (0.74 – 0.86), aumentando esta correlación al final del estudio, e indicando que al aumentar la intensidad de color los panelistas percibieron una mayor jugosidad y brillo. Se encontró también correlación del color con la dureza al final del estudio (0.83) y con el sabor en un inicio (0.73).

En contraste con la correlación de atributos de apariencia y textura en carne cruda, el atributo de grasa superficial en carne cocida tuvo únicamente correlación con los atributos grasa intramuscular (0.91), jugosidad (0.85), brillo (0.76), contenido de nervio (0.72) y dureza (0.73), únicamente al final del estudio, el aumento de estas correlaciones entre estos atributos fue importante a lo largo del estudio; sobre todo para el atributo de dureza en donde se pudo observar que en un principio no existía prácticamente correlación en estos atributos (0.08) y al final del estudio aumento nueve veces, es decir, al final del estudio a mayor grasa superficial se percibió una mayor dureza en la carne cocida.

La grasa intramuscular se correlacionó con la jugosidad (0.79) únicamente al final del estudio y con el contenido de nervio en todo el estudio, a una mayor cantidad de grasa intramuscular se percibió una mayor cantidad de nervio.

La jugosidad tuvo una correlación constante a lo largo de todo el estudio con el brillo, como ya se ha mencionado tiene relación con la manera de evaluar de ambos atributos, y al igual que en la carne cruda, en la carne cocida esta correlación se mantuvo y fue muy alta. Existió además, correlación durante todo el estudio con el atributo de olor (0.71), los panelistas percibían una intensidad mayor de olor si la jugosidad también era alta. También se observa relación con el atributo de fibrosidad tanto en apariencia como en textura, para la fibrosidad en apariencia, el valor al principio del estudio fue alto (0.73), y disminuyó al final del mismo (0.30), pero para el atributo de fibrosidad en textura ocurre lo contrario, se tiene un valor bajo al inicio del estudio (0.57) y aumenta al final (0.72). En un principio se observó correlación entre la jugosidad en apariencia con la jugosidad en textura y el sabor, esta correlación disminuye al finalizar el

estudio, esto debido probablemente a que la carne sufrió pérdida de agua por quemaduras debidas a la congelación.

Para el atributo de brillo, se encontró correlación en un inicio con los atributos de fibrosidad en apariencia (0.79), jugosidad (0.78) y sabor (0.72), es decir, al ser la carne más brillante entonces se percibió más fibrosa, más jugosa y con un sabor más intenso. Por el contrario en los atributos de dureza y olor la correlación se observó al final del estudio, siendo una carne más dura y con un olor más intenso.

Finalmente, dentro de los atributos de apariencia, se encontró correlación para el atributo de fibrosidad con la masticabilidad (0.70), la cohesividad (0.80), la jugosidad (0.82) y el sabor (0.79), a una mayor fibrosidad la carne se percibía más cohesiva, más jugosa y con un sabor más intenso.

Tabla 6.44 Matriz de correlación entre los atributos de Apariencia y Textura para carne cruda

		Atributo											
		Apariencia Cruda						Textura Cruda					
		Homogeneidad	Color	Grasa sup.	Grasa int.	Jugosidad	Brillo	Cont. Nervio	Fibrosidad	Olor	Dureza	Cohesividad	Fibrosidad
Homogeneidad	t0												
	t12												
Color	t0	0.50											
	t12	-0.06											
Grasa sup.	t0	-0.26	-0.29										
	t12	0.00	0.46										
Grasa int.	t0	-0.13	0.35	0.82									
	t12	-0.07	0.60	0.72									
Jugosidad A	t0	0.06	0.21	0.63	0.67								
	t12	0.15	0.56	0.51	0.61								
Brillo	t0	0.17	0.26	0.64	0.69	0.91							
	t12	0.24	0.60	0.57	0.66	0.92							
Cont. Nervio	t0	-0.15	0.44	0.76	0.92	0.60	0.61						
	t12	-0.47	0.51	0.48	0.72	0.59	0.58						
Fibrosidad A	t0	0.58	0.44	0.39	0.30	0.34	0.49	0.35					
	t12	0.51	0.40	0.68	0.59	0.41	0.56	0.18					
Olor	t0	0.27	0.58	0.67	0.79	0.70	0.75	0.79	0.64				
	t12	0.09	0.70	0.68	0.75	0.75	0.81	0.69	0.69				
Dureza	t0	0.39	0.42	0.28	0.53	0.77	0.80	0.46	0.31	0.60			
	t12	0.00	0.50	0.38	0.65	0.85	0.77	0.73	0.33	0.71			
Cohesividad	t0	0.44	0.48	0.33	0.54	0.67	0.75	0.48	0.57	0.70	0.75		
	t12	0.13	0.57	0.85	0.58	0.59	0.70	0.57	0.77	0.79	0.57		
Fibrosidad T	t0	0.46	0.48	0.56	0.56	0.54	0.67	0.56	0.85	0.76	0.53	0.61	
	t12	0.50	0.36	0.66	0.53	0.58	0.67	0.22	0.89	0.74	0.47	0.73	
Jugosidad T	t0	-0.30	0.12	0.87	0.81	0.72	0.72	0.75	0.33	0.71	0.33	0.41	0.48
	t12	0.58	0.43	0.12	0.34	0.71	0.74	0.27	0.45	0.61	0.67	0.38	0.55

6.5.2 Correlación de la evaluación instrumental de color con la evaluación sensorial de color

En la Tabla 6.45, se muestran las correlaciones por corte entre la evaluación instrumental de color y la evaluación sensorial de color. Como se puede observar, las correlaciones existentes entre la evaluación sensorial y la de color fueron muy altas (arriba del 80%) para todos los cortes evaluados. Indicando que tanto los panelistas como el colorímetro evaluaron de una manera similar.

Tabla 6.45 Matriz de correlación entre las evaluaciones instrumentales y sensoriales de color

Milanesa		L*	a*	b*	C*	h°
sensorial	t0	0.90	0.94	0.91	0.87	0.86
	t12	0.93	0.82	0.89	0.87	0.84
Cuete						
sensorial	t0	0.85	0.83	0.86	0.85	0.91
	t12	0.89	0.91	0.91	0.93	0.80
Filete						
sensorial	t0	0.95	0.94	0.92	0.93	0.94
	t12	0.98	0.88	0.94	0.89	0.95
Sirloin						
sensorial	t0	0.98	0.97	0.91	0.92	0.94
	t12	0.96	0.88	0.95	0.93	0.97
Chambarete						
sensorial	t0	0.91	0.92	0.83	0.89	0.95
	t12	0.82	0.93	0.87	0.91	0.94

6.6 Cortes de alto consumo

6.6.1 Estudio de las características sensoriales

Los cortes que se decidió estudiar fueron falda y espaldilla por ser cortes de alto consumo y bajo precio y a que en estudios previos se encontró que estaban entre los preferidos por los consumidores de la Ciudad de México. En este mismo estudio se encontró que las características de mayor importancia fueron las sensoriales, no encontrando diferencia estadísticamente significativa entre ellas, es decir, que el consumidor las considera igual de importantes, le siguen la limpieza del lugar de venta y la textura que presente la carne, el sabor de la carne que presento diferencia estadísticamente significativa con todas las demás características, el tamaño, el precio, la disponibilidad y la cercanía del lugar de venta sin encontrarse diferencia estadísticamente significativa entre estas últimas. De los cortes de res que más **gustaron** se encuentra la bola y el costillar, seguidos de la falda, lomo, sirloin, aguaron, espaldilla, cuete, agujas, t-bone y pulpa, por último están la pancita, el pecho y el pescuezo. La bola (este corte

decidió estudiarse en el apartado de alto precio pero como milanesa) es el corte más **consumido** seguido de falda y espaldilla (Escamilla, 2006).

Los resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cruda y cocida se encuentran en las Tabla 6.46 y 6.47 respectivamente; se realizaron las evaluaciones con carne fresca ya que al ser cortes de alto consumo normalmente no son almacenados en congelación.

No existió diferencia estadísticamente significativa entre estos cortes en los atributos de grasa superficial e intramuscular, jugosidad, brillo y contenido de nervio, sin embargo, sí la hay en la homogeneidad, el color y la fibrosidad; siendo la falda la que presenta una mayor intensidad en estos atributos.

Tabla 6.46 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cruda para cortes de alto consumo

	Homogeneidad	Color	Grasa Sup.	Grasa Intr.	Jugosidad	Brillo	Cont Nervio	Fibrosidad
falda	5.9 ± 0.7 ^b	6.0 ± 0.7 ^b	2.9 ± 0.9 ^a	2.4 ± 0.8 ^a	5.1 ± 1.0 ^a	4.6 ± 1.2 ^a	2.6 ± 0.8 ^a	5.7 ± 1.1 ^b
espaldilla	4.8 ± 1.4 ^a	4.8 ± 1.2 ^a	3.2 ± 1.3 ^a	2.6 ± 1.3 ^a	5.0 ± 1.3 ^a	5.0 ± 0.9 ^a	2.9 ± 1.0 ^a	4.8 ± 1.2 ^a

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

En la Figura 6.50 se puede apreciar que el perfil de ambos cortes difiere en los atributos de fibrosidad, homogeneidad y color, siendo la falda la que sobresale, sin embargo en el resto de los atributos el perfil de ambos cortes es muy similar.

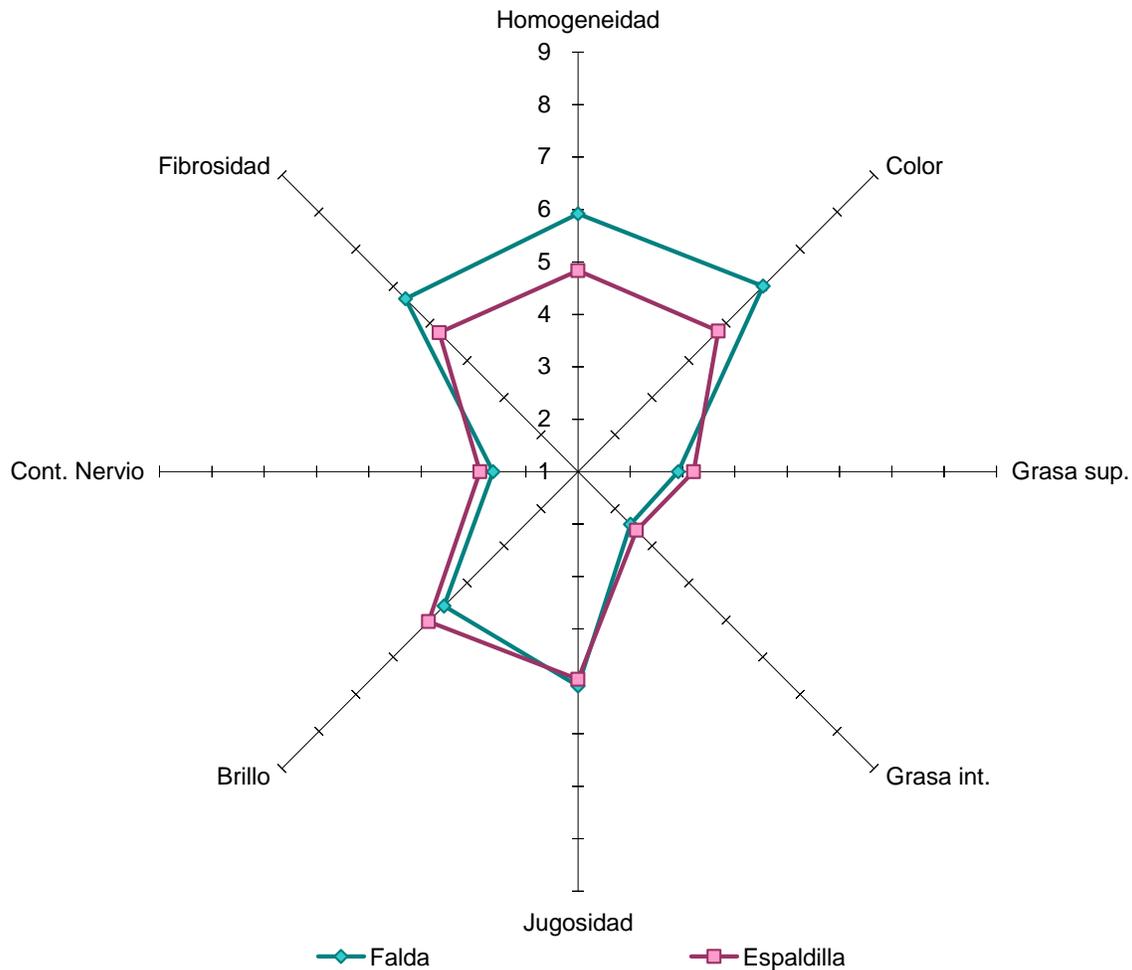


Figura 6.50 Perfil sensorial de los atributos de apariencia en carne cruda de cortes de alto consumo

Los resultados para la textura en carne cruda están en la Tabla 6.47. De cinco atributos evaluados no se encontró diferencia estadísticamente significativa en dos: intensidad de olor y jugosidad. Para la dureza y la fibrosidad la falda resulto ser el corte más duro y fibroso, pero el menos cohesivo.

Tabla 6.47 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura en carne cruda para cortes de alto consumo

	Intensidad olor	Dureza	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad
falda	4.8 ± 1.6 ^a	4.4 ± 1.1 ^b	3.5 ± 1.4 ^a	5.9 ± 0.8 ^b	2.9 ± 1.4 ^a
espaldilla	5.4 ± 1.1 ^a	3.8 ± 1.2 ^a	4.9 ± 0.9 ^b	4.6 ± 1.8 ^a	3.3 ± 1.5 ^a

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.
Los resultados son un promedio de 12 réplicas

En la Figura 6.51 se observa que la jugosidad y la intensidad de olor fueron evaluados de manera muy similar para ambos cortes, siendo ligeramente menos jugoso y con una intensidad de olor

menor la falda. En la dureza tampoco se observa una diferencia tan grande; sin embargo en la fibrosidad y la cohesividad el perfil de ambos cortes fue diferente.

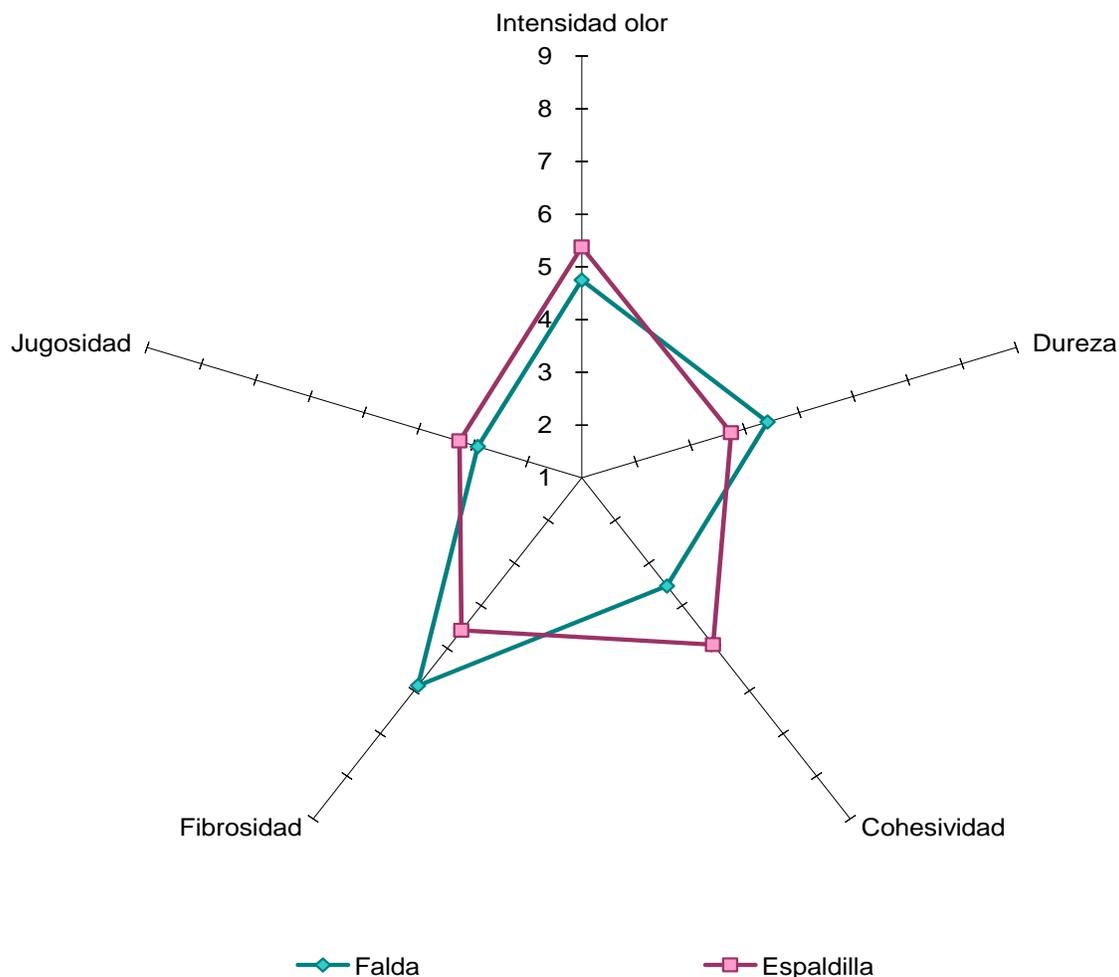


Figura 6.51 Perfil sensorial de los atributos de textura en carne cruda de cortes de alto consumo

Los resultados de la evaluación sensorial de la carne cocida están en la Tabla 6.48. En los atributos de color y grasa superficial no se encontraron diferencias significativas entre los cortes, ambos atributos fueron evaluados con una intensidad baja. Se encontró que la falda tiene una homogeneidad más marcada

Tabla 6.48 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en carne cocida para cortes de alto consumo

	Homogeneidad	Color	Grasa Sup.	Grasa Intr.	Jugosidad	Brillo	Cont Nervio	Fibrosidad
falda	7.1 ± 0.9 ^b	3.1 ± 0.9 ^a	2.0 ± 0.6 ^a	1.3 ± 0.3 ^a	4.8 ± 0.8 ^a	4.5 ± 1.2 ^a	1.8 ± 0.8 ^a	6.4 ± 0.7 ^b
espaldilla	5.0 ± 1.1 ^a	3.5 ± 1.0 ^a	2.9 ± 1.4 ^a	2.8 ± 1.5 ^b	5.5 ± 0.9 ^b	5.4 ± 0.8 ^b	4.1 ± 1.8 ^b	5.6 ± 0.8 ^a

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.

Los resultados son un promedio de 12 réplicas

En la Figura 6.52 se observa el perfil sensorial de ambos cortes. Como se puede ver ambos perfiles son completamente diferentes; la intensidad de la grasa intramuscular y el contenido de nervio es mínimo en la falda, sin embargo la intensidad de la homogeneidad fue alta. La espaldilla sobresale en los atributos de contenido de nervio, brillo, jugosidad, grasa intramuscular y superficial. Al comparar este perfil con el de la carne cruda se observa que la cocción modificó totalmente el perfil de ambas muestras.

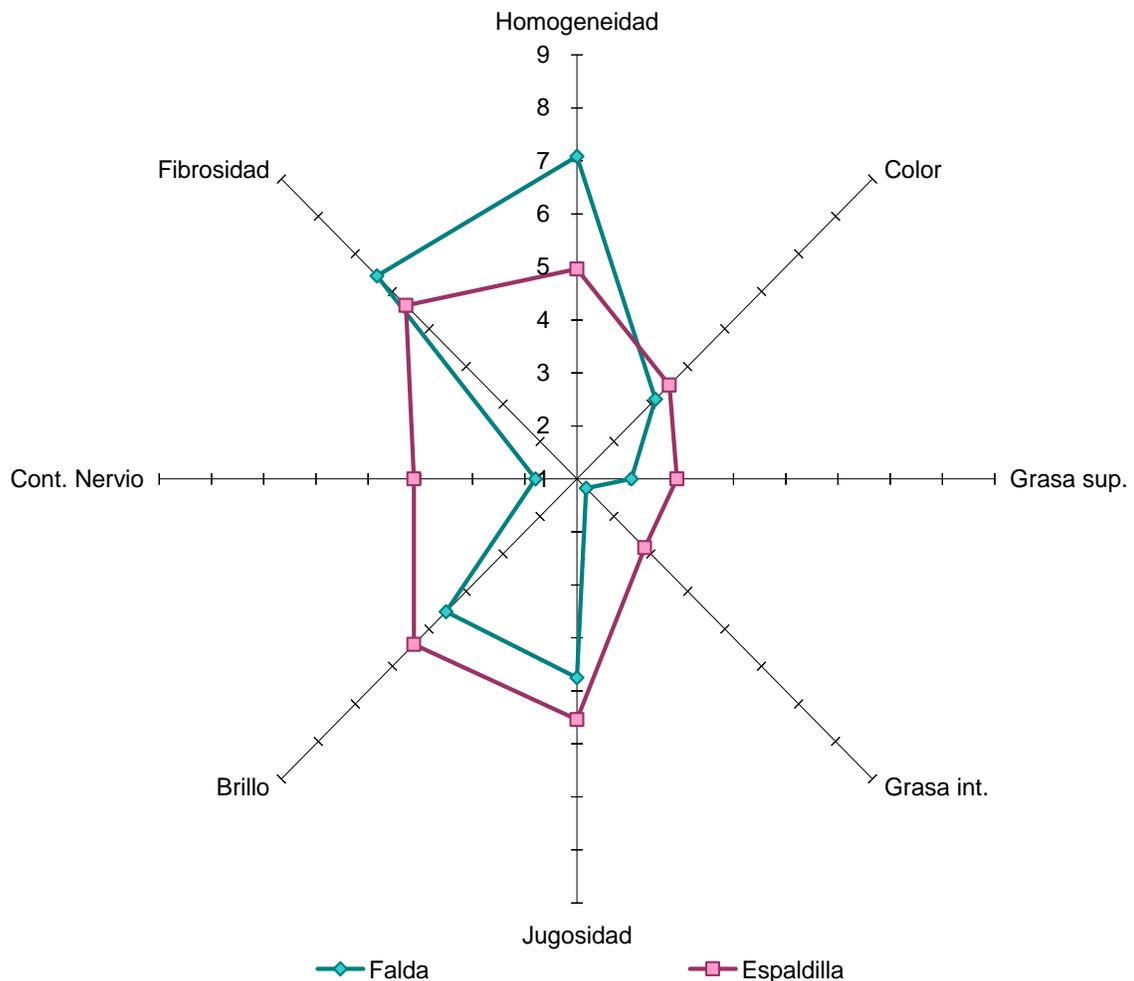


Figura 6.52 Perfil sensorial de los atributos de apariencia en carne cocida de cortes de alto consumo

Finalmente para los atributos de dureza, jugosidad y olor de textura en carne cocida no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. En los atributos de masticabilidad, cohesividad y sabor, la espaldilla fue evaluada de manera más intensa.

Tabla 6.49 Resultados de la evaluación sensorial de los atributos de textura, sabor y olor en carne cocida para cortes de alto consumo

	Dureza	Masticabilidad	Cohesividad	Fibrosidad	Jugosidad	Sabor	Olor
falda	3.9 ± 0.7	4.8 ± 0.9	3.3 ± 1.0	5.4 ± 1.8	4.0 ± 1.0	4.3 ± 1.2	5.5 ± 1.4
espaldilla	3.1 ± 1.0	4.8 ± 1.5	3.9 ± 1.1	4.8 ± 1.3	4.2 ± 1.2	5.2 ± 0.8	6.0 ± 0.9

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, $\alpha=0,05$.
 Los resultados son un promedio de 12 réplicas

En la Figura 6.53 se observan los perfiles de ambos cortes, a pesar de haber encontrado diferencias estadísticamente significativas los perfiles no son tan diferentes, siendo muy similares en los atributos de masticabilidad y jugosidad.

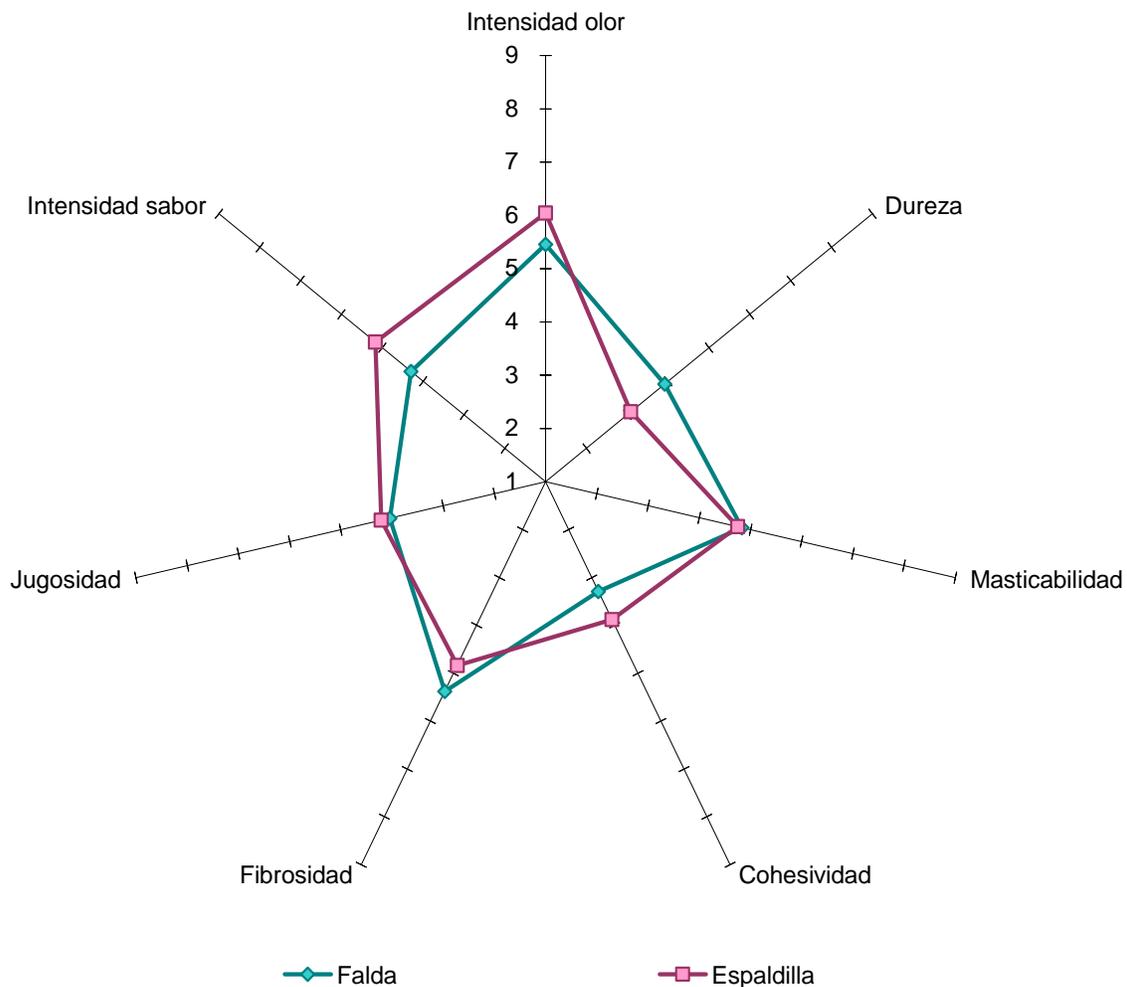


Figura 6.53 Perfil sensorial de los atributos de textura en carne cocida de cortes de alto consumo

6.6.2 Evaluación Instrumental de color

Al realizar el análisis estadístico de la evaluación instrumental de color se observa que los cortes son oscuros ya que presenta valores de L* del orden de 40, mostrando ambos cortes diferencia estadísticamente significativa en este atributo, en los valores de a* y b*, la falda presento un valor más bajo que la espaldilla, hablando de un color menos rojo y oscuro; mientras que la espaldilla presenta valores más altos en estos atributos y también en la saturación, hablando de un corte con una tonalidad más roja y más intensa.

Los valores de los atributos L* y a* encontrados en este estudio para la falda y espaldilla fueron muy parecidos a los encontrados en la literatura (Tabla 6.50, Figura 6.54), sin embargo para los atributos de b*, C* y h° se encontraron en las muestras de este estudio valores más altos, hablando de un corte más intenso y hacia tonos más amarillos.

Tabla 6.50 Resultados de la evaluación instrumental de color en cortes de alto consumo

	L*	a*	b*	C*	h°
falda	46.84 ± 1.11 ^b	11.86 ± 1.61 ^a	13.77 ± 1.05 ^a	18.26 ± 1.83 ^a	49.02 ± 2.38 ^b
espaldilla	42.90 ± 1.50 ^a	16.80 ± 2.14 ^b	14.44 ± 1.06 ^a	22.19 ± 1.98 ^b	40.85 ± 3.57 ^a

Espaldilla					
	CIE L*a*b*				
Tienda	L*	a*	b*	C*	h
Bodega Aurrera	36.81 ^a	9.41 ^a	5.87 ^a	11.09 ^a	31.95 ^a
Superama	39.94 ^b	12.78 ^b	9.25 ^b	15.79 ^b	36.00 ^b
Wal Mart	45.62 ^c	14.35 ^b	12.33 ^c	18.92 ^b	40.69 ^c
Falda					
	CIE L*a*b*				
Tienda	L*	a*	b*	C*	h
Bodega Aurrera	45.65 ^c	9.46 ^a	9.07 ^b	13.11 ^b	43.84 ^c
Superama	37.20 ^a	8.64 ^a	4.87 ^a	9.92 ^a	29.38 ^a
Wal Mart	39.47 ^b	13.35 ^b	10.60 ^c	17.05 ^c	38.51 ^b

a, b, c= Características con distintos superíndices indican diferencia estadísticamente significativa

Figura 6.54 Valores numéricos de atributos de color en carne de res (Escamilla, 2006)

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se logró el entrenamiento de un panel descriptivo conformado por catorce panelistas, 5 hombres y 9 mujeres, con edades entre 20 y 25 años.

Así mismo, se planteó una metodología de análisis descriptivo basada en el QDA y TPA para llevar a cabo el análisis sensorial de cortes de bovino de alto precio y alto consumo.

Se generaron 15 descriptores para la evaluación sensorial de los cortes de bovino. Dividiéndose en:

- Apariencia Cruda y cocida: homogeneidad, color, grasa superficial, grasa intramuscular, jugosidad, brillo, contenido de nervio y fibrosidad.
- Textura Cruda: Intensidad de olor, dureza, cohesividad, fibrosidad y jugosidad
- Textura Cocida: Intensidad de olor, dureza, cohesividad, fibrosidad, jugosidad, masticabilidad e intensidad de sabor

Los atributos evaluados permitieron generar el perfil sensorial de los 5 cortes estudiados al tiempo cero y después de 12 semanas de congelación, encontrándose diferencias estadísticamente significativas, entre cortes por atributo. Cada corte evaluado presentó un perfil sensorial diferente que permitió diferenciar los distintos cortes, lo que dependiendo del tipo de músculo presente, confiere diferencias en fibrosidad, dureza, masticabilidad, etc.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los atributos de cohesividad y fibrosidad en ninguno de los tiempos para ningún corte, tanto para carne cocida como para carne cruda, es decir, los cortes evaluados presentan la misma cohesividad y fibrosidad en congelación y refrigeración por un periodo de tres meses. Así mismo, los perfiles de los atributos de jugosidad e intensidad de sabor y olor para los distintos cortes no se vieron modificados de manera significativa a lo largo del estudio.

Milanesa

A lo largo de todo el estudio, este corte resultó ser el más suave. Esta misma característica sensorial prevaleció al tiempo cero, en cada uno de los tiempos de evaluación y al final del trabajo.

Cuete

Resultó ser el segundo corte más duro y más homogéneo, y de coloración intensa; tanto en carne cruda como cocida. Los atributos como grasa superficial e intramuscular presentaron intensidades bajas, así como el contenido de nervio.

Filete

Fue el corte más homogéneo de los cinco evaluados, por lo mismo, presentó menor cantidad de grasa superficial e intramuscular. Al evaluar la textura cruda y cocida de este corte se encontraron valores medios para todos los atributos en las doce semanas de evaluación.

Sirloin

Este corte fue el que presento menor intensidad de olor y una alta homogeneidad.

Chambarete

El chambarete fue evaluado en la apariencia cruda, de manera baja en el atributo de fibrosidad, de forma media en los atributos de homogeneidad, grasa superficial e intramuscular y contenido de nervio, y con intensidad alta en el atributo de jugosidad, color y brillo. En la apariencia y textura cocida, así como en la textura cruda todos los atributos fueron evaluados con intensidad media, excepto en el contenido de nervio, donde los jueces dieron valores altos.

Aportaciones

El presente trabajo aportará parte de las bases para el macroproyecto "Productividad sostenible de los hatos de cría de pastoreo. Área alimentos: calidad inocuidad y desarrollo de productos cárnicos", al haberse generado los perfiles sensoriales para cinco cortes de alto consumo en refrigeración y congelación, así, al implementar la metodología sensorial y generar los perfiles para dichos cortes conservados a altas presiones se podrá realizar la comparación de los mismos.

Recomendaciones

El autor de este trabajo recomienda realizar un estudio factorial con 10 animales diferentes, de la misma raza, edad y sexo evaluando los cinco cortes para controlar la variabilidad por animal, para garantizar que los cambios que se observen sean debidos al tipo de almacenamiento (refrigeración o congelación) y no a la variabilidad que presenta la carne de diferentes animales debidos a la raza, sexo o a la edad de los mismos.

Sería importante realizar el Perfil de Textura Instrumental (TPA), para correlacionar la evaluación instrumental y sensorial, ya que los atributos de textura son importantes en este tipo de matrices (carne).

8. ANEXOS

ENCUESTA GENERAL PARA LA SELECCIÓN DE MIEMBROS DE UN PANEL DE CATADORES ENTRENADOS

Por favor, conteste verazmente las preguntas que se le presentan a continuación:

1.- DATOS PERSONALES

Fecha: _____

Nombre: _____ Edad: _____ Sexo: _____

Teléfono o lugar de contacto: _____

Correo electrónico: _____

2.- HÁBITOS DE CONSUMO

Horario habitual de comidas:

Desayuno: _____ a.m.

Comida: _____ p.m.

Cena: _____ p.m.

¿Fuma? NO _____ SI _____ ¿Cuantos cigarrillos al día? _____

3.- CONSUMO DE CARNES

¿Consume carne de res?

NO _____ SI _____.

¿Con que frecuencia?

Diario _____ 3 vez por semana _____ 1 vez por semana _____ 1 vez por quincena _____
1 vez por mes _____ Otra _____

¿Cómo la consumes? (tacha tu respuesta)

Asada Guisada Adobada A la plancha Otra(s) forma (s) _____

¿Consume carne cerdo?

NO _____ SI _____.

¿Con que frecuencia?

Diario _____ 3 vez por semana _____ 1 vez por semana _____ 1 vez por quincena _____
1 vez por mes _____ Otra _____

¿Consume carne pollo?

NO _____ SI _____.

¿Con que frecuencia?

Diario _____ 3 vez por semana _____ 1 vez por semana _____ 1 vez por quincena _____
1 vez por mes _____ Otra _____

¿Consume carne pescado?

NO _____ SI _____.

¿Con que frecuencia?

Diario _____ 3 vez por semana _____ 1 vez por semana _____ 1 vez por quincena _____
 1 vez por mes _____ Otra _____

¿Consumes carne de borrego?

NO _____ SI _____.

¿Con que frecuencia?

Diario _____ 3 vez por semana _____ 1 vez por semana _____ 1 vez por quincena _____
 1 vez por mes _____ Otra _____

2.- SALUD

Padece alguna enfermedad que pueda afectar los sentidos como resfriados, anosmia (perdida del olfato), agusia (no percibe sabores) o daltonismo.

NO _____ SI _____

¿Cuál(es) y con que frecuencia? _____

¿Tienes dentadura postiza?

Total: NO _____ SI _____

Parcial: NO _____ SI _____

¿Es alérgico? a:

Alimentos: NO _____ SI _____ ¿Cuál(es)? _____

Medicamentos: NO _____ SI _____ ¿Cuál(es)? _____

Otros: NO _____ SI _____ ¿Cuál(es)? _____

¿Le disgusta en particular algún alimento como para no participar en su degustación?

NO _____ SI _____ ¿Cuál(es)? _____

¿Padece de alguna intolerancia a algún alimento? NO _____ SI _____

¿Cuál(es)? _____

Tiene disponibilidad de tiempo para asistir a las catas los siguientes días. Marque con una cruz el día y horario

Día	Horario
Martes	14:00 – 15:00
Martes	15:00 – 16:00
Miércoles	12:00 – 13:00
Miércoles	13:00 – 14:00
Jueves	11:00 – 12:00
Jueves	12:00 – 13:00
Jueves	13:00 – 14:00



Proyecto: "Evaluación Sensorial de Carne de Bovino"

Evaluación Descriptores de Apariencia

INSTRUCCIONES

Ante usted se presenta una muestra de carne, en ella empezará evaluando la apariencia. Obsérvela cuidadosamente a una distancia aproximada de 30 cm., si es necesario manipule la muestra.

A continuación, para cada caso, evalúe los siguientes atributos empleando la escala propuesta, en donde 5 significa intensidad media del atributo. Gracias

DESCRIPTOR	ESCALA
Homogeneidad	
Color	
Grasa Superficial	
Grasa Intramuscular	
Jugosidad	
Brillo	
Contenido de nervio	
Fibrosidad	

Tabla 1A. Umbrales de cada juez para los distintos gustos

No. Juez	Umbral Salado	Umbral Ácido	Umbral Amargo
1	0.120	0.026	0.028
2	0.088	0.014	0.026
3	0.175	0.024	0.048
4	0.109	0.022	0.026
5	0.131	0.033	0.028
6	0.120	supra	0.048
7	0.166	0.033	0.048
8	0.088	0.024	0.028
9	0.088	0.016	0.019
10	0.077	0.024	0.041
11	0.120	0.018	0.021
12	0.088	0.033	0.048
13	0.120	0.022	0.056
14	0.088	0.026	0.032
15	0.120	0.024	0.028
16	0.109	0.028	0.048
17	0.120	0.022	0.032
18	supra	0.033	0.048
19	0.077	0.060	0.041
20	0.088	supra	0.026
21	0.109	0.020	0.023
22	0.188	0.022	0.041
23	0.109	0.020	0.041
24	0.109	0.060	0.036

Tabla 2A. Evaluaciones preliminares para los atributos de apariencia

		APARIENCIA CRUDA			APARIENCIA COCIDA		
		Promedio	DS	CV	Promedio	DS	CV
Chambarete	Homogeneidad	4.1	1.8	42.7	4.2	2.1	50.1
	Color	5.6	1.6	28.3	2.4	1.0	42.0
	Grasa superficial	3.0	1.9	64.5	3.4	2.6	77.3
	Grasa intramuscular	3.6	2.0	56.2	3.8	2.5	66.4
	Jugosidad	5.8	1.9	32.7	6.0	1.2	19.5
	Brillo	6.0	1.4	23.3	5.9	1.6	27.6
	Cont. Nervio	4.7	2.3	48.2	5.4	1.7	30.5
	Fibrosidad	4.7	1.8	39.0	7.0	0.8	11.9
Cuete	Homogeneidad	7.1	1.0	14.4	7.1	1.0	14.4
	Color	5.1	1.4	28.0	5.1	1.4	28.0
	Grasa superficial	2.2	1.3	60.5	2.2	1.3	60.5
	Grasa intramuscular	1.6	1.2	78.8	1.6	1.2	78.8
	Jugosidad	5.9	1.0	17.7	5.9	1.0	17.7
	Brillo	6.1	1.5	24.6	6.1	1.5	24.6
	Cont. Nervio	2.1	1.7	81.6	2.1	1.7	81.6
	Fibrosidad	3.1	0.8	24.5	3.1	0.8	24.5
Filete	Homogeneidad	8.0	1.5	18.0	7.8	1.1	14.7

	Color	6.4	1.1	17.4	2.8	1.0	36.8
	Grasa superficial	1.2	0.6	51.2	1.3	1.0	79.8
	Grasa intramuscular	1.6	1.6	96.4	1.0	0.9	84.5
	Jugosidad	6.9	1.1	16.3	5.2	1.6	30.8
	Brillo	6.7	1.1	16.8	5.3	1.6	30.6
	Cont. Nervio	1.3	1.1	83.4	3.2	2.1	65.1
	Fibrosidad	5.2	1.3	24.2	6.7	0.9	13.1
	Milanesa	Homogeneidad	6.2	1.4	22.5	8.2	0.8
Color		5.5	1.0	17.5	3.7	1.9	50.5
Grasa superficial		1.3	0.6	47.5	1.1	0.7	61.8
Grasa intramuscular		2.0	1.0	50.0	1.5	1.3	85.2
Jugosidad		6.4	0.9	13.2	5.9	1.6	27.3
Brillo		6.2	1.1	16.9	5.8	1.6	27.9
Cont. Nervio		3.0	2.2	74.1	2.1	1.6	73.5
Fibrosidad		5.1	0.9	18.5	6.2	0.8	13.7
Sirloin	Homogeneidad	6.8	1.4	20.1	6.3	1.3	21.5
	Color	5.2	1.2	23.6	3.5	1.2	35.0
	Grasa superficial	1.7	1.0	58.4	2.0	3.6	55.0
	Grasa intramuscular	1.6	0.9	56.2	1.3	0.8	57.4
	Jugosidad	6.5	1.2	17.8	5.9	1.6	27.1
	Brillo	6.5	1.1	17.2	6.1	2.0	32.3
	Cont. Nervio	1.8	0.7	37.3	3.1	2.3	75.9
	Fibrosidad	4.3	1.8	42.7	5.0	1.4	28.9
Bola	Homogeneidad	7.6	0.9	12.1	7.9	0.8	10.0
	Color	5.5	1.6	28.9	3.2	1.6	50.0
	Grasa superficial	1.1	0.3	31.6	1.3	0.7	50.6
	Grasa intramuscular	1.5	1.1	75.1	1.3	1.0	78.1
	Jugosidad	6.0	0.9	14.5	5.5	1.5	28.0
	Brillo	5.7	1.2	21.2	5.2	2.0	37.8
	Cont. Nervio	2.2	2.1	94.0	1.6	1.1	65.8
	Fibrosidad	3.4	1.6	46.7	5.3	1.3	24.3
Falda	Homogeneidad	5.0	1.8	35.8	7.7	0.6	7.8
	Color	5.5	0.8	15.2	3.1	1.6	50.5
	Grasa superficial	2.4	1.7	71.4	1.1	0.5	45.4
	Grasa intramuscular	3.2	2.0	62.2	1.2	0.4	37.0
	Jugosidad	6.3	1.0	15.9	6.6	0.9	14.2
	Brillo	5.9	1.3	22.0	6.5	0.9	13.2
	Cont. Nervio	3.4	2.1	61.5	1.4	1.2	85.9
	Fibrosidad	6.1	1.2	20.4	6.8	1.2	17.0
Espaldilla	Homogeneidad	4.9	1.7	33.9	5.1	1.4	28.4
	Color	4.9	1.5	31.3	3.6	1.4	38.4
	Grasa superficial	3.3	1.7	50.7	2.9	1.6	54.9
	Grasa intramuscular	2.7	1.5	57.5	3.0	1.9	64.2
	Jugosidad	4.8	1.7	36.5	5.5	1.3	23.5
	Brillo	5.0	1.5	30.2	5.3	1.6	29.4
	Cont. Nervio	2.8	1.2	42.7	4.1	2.2	52.1
	Fibrosidad	4.8	1.6	33.9	5.6	1.0	17.5

Tabla 3A. Evaluaciones preliminares para los atributos de textura

Corte	Descriptor	TEXTURA CRUDA			TEXTURA COCIDA		
		Promedio	DS	CV	Promedio	DS	CV
Chambarete	Olor	5.0	1.9	38.9	5.8	1.8	31.6

	Dureza	4.2	0.9	21.1	2.1	1.0	42.0
	Cohesividad	6.1	1.3	22.1	2.8	1.5	53.0
	Fibrosidad	4.6	2.0	43.1	4.3	1.9	43.4
	Jugosidad	5.1	1.9	36.8	5.5	1.5	28.3
	Masticabilidad				3.6	1.7	47.7
	Sabor				5.6	2.0	36.2
Cuete	Olor	6.3	1.6	25.1	5.7	1.9	33.2
	Dureza	5.3	1.6	31.4	2.6	1.0	37.3
	Cohesividad	3.9	1.5	39.2	3.1	1.8	56.0
	Fibrosidad	3.2	0.7	21.5	3.9	1.8	44.6
	Jugosidad	6.3	1.8	29.0	3.3	1.9	58.6
	Masticabilidad				3.9	1.1	29.4
Filete	Sabor				4.1	1.5	35.5
	Olor	4.3	1.4	33.7	5.2	1.7	32.1
	Dureza	4.8	1.5	30.8	4.4	1.2	27.0
	Cohesividad	4.7	2.1	43.5	3.6	2.0	54.8
	Fibrosidad	5.6	1.3	23.8	4.8	1.7	36.2
	Jugosidad	5.6	1.9	33.3	3.8	1.7	43.4
Milanesa	Masticabilidad				4.6	1.2	27.0
	Sabor				4.7	2.0	42.8
	Olor	6.1	1.3	21.1	6.4	1.4	21.9
	Dureza	3.5	1.2	34.4	2.7	0.9	32.4
	Cohesividad	4.2	1.4	32.7	3.6	1.6	45.6
	Fibrosidad	5.3	1.2	22.6	4.5	2.0	44.4
Sirloin	Jugosidad	5.7	1.4	24.1	5.0	1.3	25.4
	Masticabilidad				4.6	1.4	31.5
	Sabor				4.4	1.5	34.1
	Olor	5.2	1.4	27.5	5.3	1.6	30.7
	Dureza	3.3	1.4	42.0	3.3	1.8	54.7
	Cohesividad	3.3	1.4	42.5	3.3	1.9	56.8
Falda	Fibrosidad	4.4	1.6	36.9	4.2	1.7	41.1
	Jugosidad	6.7	1.8	27.7	4.3	2.0	46.6
	Masticabilidad				5.4	1.6	30.6
	Sabor				4.5	2.0	44.0
	Olor	6.3	1.3	20.8	6.7	1.0	14.7
	Dureza	3.3	0.9	26.2	3.5	1.1	30.2
Espaldilla	Cohesividad	4.9	1.7	35.5	4.2	1.6	37.9
	Fibrosidad	3.9	1.6	41.8	5.3	1.9	35.1
	Jugosidad	4.7	1.4	30.4	5.7	1.8	31.2
	Masticabilidad				5.7	1.5	26.9
	Sabor				5.4	1.2	22.8
	Olor	5.2	1.8	33.7	6.0	1.2	20.1
Espaldilla	Dureza	3.8	1.6	41.5	3.1	1.4	43.5
	Cohesividad	4.9	1.5	31.0	3.9	1.4	34.9
	Fibrosidad	5.2	1.7	32.3	4.9	1.6	32.4
	Jugosidad	3.3	1.9	55.4	4.2	1.4	32.9
	Masticabilidad				4.8	1.9	34.9
	Sabor				5.2	1.1	20.6

8. BIBLIOGRAFÍA

- ★ Aymerich T., Picouet P. A., Monfort J. M., (2008). *Decontamination technologies for meat products*. Meat Science 78: 114 – 129.
- ★ Badui, D. S. (2006). Química de los alimentos. Pearson Educación. 4ª Edición. México, D.F. pp. 432 – 434.
- ★ Barbut, S. (2001). *Effect of illumination source on the appearance of fresh meat cuts*. Meat Science, 59: 187 – 191.
- ★ Baron A., Bayer O., Butz, P., Geisel, B., Gupta, B., Oltersdorf, U (1999). *Consumer perception of high pressure processing: a three country survey*. In European conference on emerging food science and technology.
- ★ Barrios C, G., (2007). *Perfil sensorial de tortillas nixtamalizadas elaboradas con tres variedades de maíz*. Tesis, Facultad de Química, UNAM.
- ★ Belitz, H. D. y Gras, W. (1997). *Química de los Alimentos*. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- ★ Beriain, M.J.; Lizaso, G. (1997). *Calidad de la carne vacuno*. En "Vacuno de carne: aspectos claves". Buxadé C. Ed. Mundi-Prensa. Madrid 493 – 510.
- ★ Boleman, S.J.; Boleman, S. L.; Savell, J. W.; Miller, R. K.; Cross, R. H.; Wheller, T. L.; Koochmaraie, M.; Shackelford, S. D.; Miller, M. F.; West, R. L.; Johnson, D. D. (1995). *Consumer evaluation of beef of known tenderness levels*. Meat Science Technology.
- ★ Boles J. A., Swan J. E. (2002). *Processing and sensory characteristics of cooked roast beef: effect of bread, age, gender and storage conditions*. Meat Science 62: 419 – 427.
- ★ Bouton, P.E.; Harris, P.V.; Shortose, W.R. (1971). *Effect of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton*. Journal Food Science, 36: 435 – 439.
- ★ Bouton, P.E.; Harris, P.V.; Shortose, W.R. (1976). *Factors influencing cooking losses from meat*. Journal Food Science, 41: 1092 – 1095.

- ★ Campo M. M., Nute G. R., Hughes S. I., Enser M., Word J. D., Richardson R. I. (2006). *Flavour perception of oxidation in beef*. Meat Science 72: 303 – 311.
- ★ Cassens, R.G.; Cooper, C.C.; (1971). *Red and white muscle*. Advances in Food Research, 19: 1 – 74.
- ★ Cassens, R. G. (1977). *Muscle biochemistry: the importance of myofiber type*. Food Technology 31: 76.
- ★ Chambers, E.N. y Bowers, J.R. (1993). *Consumer perception of sensory quality in muscle foods*. Food Technology, 116 – 120.
- ★ Ciobanu, A., Lascu, G., Bercescu, V. y Niculescu, L. (1976). *Cooling Technology in the Food Industry*. Bucarest, Rumania.
- ★ Cuatzo L., M. I., (2004). *Implementación de un plan para la evaluación sensorial de aceite de soya*. Tesis, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, México, D.F.
- ★ Collin, D. (1977). *La Carne y el Frío. Producción, transformación, comercialización*. Ed. Paraninfo. España
- ★ Crouse J. D., Koohmaraie M. (1990). *Effect of freezing of beef on subsequent postmortem aging and shear force*. Journal of Food Science 55: 573 – 574.
- ★ Díaz A. G. (1999). *Evaluación del deterioro químico de lípidos de carne de res conservada en congelación*. Tesis, Facultad de Química. UNAM, México, D.F.
- ★ Devine, C. E., & Chrystall, B. B. (1999). Meat science. In F. J. Francis (Ed.), *Wiley encyclopedia of food science and technology* (2nd ed.) (pp. 1584–1604). New York: John Wiley & Sons.
- ★ Duizer L. M.; Gullet E. A.; Findlay C. J. (1996). *The relationship between sensory time – intensity, physiological electromyography and instrumental texture profile analysis measurements of beef tenderness*. Meat Science 42 (vol. 2): 215 – 224.
- ★ Dransfield, E. (1977). *Intramuscular composition and texture of beef muscles*. Journal Science Food Agric, 28: 833 – 842.

- ★ Dransfield, E.; Nute, G.R.; Francombe, M.A. (1984). *Comparison of eating quality of bull and steer beef*. Anim Prod. Vol 39: 37 – 50.
- ★ Escamilla M., M. V. (2006). *Evaluación Instrumental de color en alimentos mexicanos tradicionales y de alto consumo*. Tesis, Facultad de Química, UNAM.
- ★ Essen-Gustavsson, B. (1995). *Effects of physical stress on muscle fibre characteristics. Relation to meat quality*. Proc 2nd Dummerstorf Muscle-Workshop muscle Growth and Meat Quality, Rostock, pp 65 – 73.
- ★ FAO, <http://www.fao.org> Depósito de documentos de la FAO. Proyecciones a Plazo Medio sobre la Carne y Productos Lácteos hasta 2010. Departamento Económico y Social. Febrero 2006
- ★ Gil, M. (1996). *Tenderización o maduración de la carne*. Eurocarne, 43: 77 – 82.
- ★ Griffin, C.L. (1984). *Cutability and palatability of charolais crossbred Bulls and stress*. Diss. Abst. Intern, 44(9), 697
- ★ Hamm, R. (1960). *Biochemistry of meta hydration*. Adv. Food Res. Vol. 10: 355
- ★ Honikel, K.O. (1987). *How to measure the water-holding capacity of meat? Recommendation of standardized methods*. En: *Evaluation and control of meat quality in pigs*.
- ★ Honikel, K. O. (1998). *Recommendation of an Initial Group of Reference Methods for the Assessment of Physical Characteristics of Meat*. Proc 44th ICOMTS. 608 – 609.
- ★ Hood D, D. E. (1980). *Factors affecting the rate of metmyoglobin accumulation in pre-packaged beef*. Meat Science, 4: 247-65.
- ★ Hui, Y. H.; Guerrero I., Rosmini R. M. (2006), *Ciencia y tecnología de carnes*, Editorial Limusa, S. A. México.
- ★ Kim C. J. y Lee E. S., (2003) *Effects of quality grade on the chemical, physical and sensory characteristics of Hanwoo (Korean native cattle) beef*. Meat Science, 63: 397 – 405.

- ★ Ibarz, A. y Barbosa-Cánovas, G. V. (1999). Operaciones Unitarias en la Ingeniería de Alimentos. Technomics Publishing, E.U.A.
- ★ Insausti, K.; Beriain, M. J; Purroy A.; Alberti, P.; Gorraiz, C.; Alzueta, M. J. (2001). *Shelf life of beef from local Spanish cattle breeds stored under modified atmosphere*. Meat Science 57: 273 – 281.
- ★ Irie, M. (2001). *Optical evaluation of factors affecting appearance of bovine fat*. Meat Science 57: 19 – 22.
- ★ Jacobsen, C. (1999). *Effect of ascorbic acid on iron release from the emulsifier interface and on the oxidative flavor deterioration in fish oil enriched mayonnaise*. Journal of Agriculture and Food Chemistry 47: 4917 – 4926.
- ★ Jakobsson, B. y Bengtsson, N. (1973). *Freezing of raw beef: Influence of ageing, freezing rate and cooking method on quality and yield*. Journal of Food Science 38: 560 – 565.
- ★ Jennings, T.G.; Berry, B.W.; Joseph, A.L. (1978). *Influence of fat thickness, marbling and length of aging on beef palatability and shelf-life characteristics*. Journal Animal Science, 46: 658 – 665.
- ★ Kock, R. M., Crouse, M. E., Dikeman, M. E., Cundiff, L. V., Gregory, K. E. (1988). *Effects of marbling on sensory panel tenderness in Bos taurus and Bos indicus crosses*. Journal of Animal Science 66: 505.
- ★ Koohmaraie, M. (1995). Carne suave y jugosa con menos granos. Ganadería Intensiva. Marzo. p. 12.
- ★ Lanari, M.C., Brewster, M., Yang, A. y Tume, R. K. (2002). *Pasture and grain finishing affect the color stability of beef*. Journal of Food Science 67: 2467 – 2473.
- ★ Lagerstedt A., Enfält L., Johansson L., Lundström K. (2008). *Effect of freezing on sensory quality, shear force and water loss in beef M. longissimus dorsi*. Meat Science 80:457-461.

- ★ Lawless H. T., y Heymann H. (1998). *Sensory Evaluation of Food Principles and practices*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, USA, pp. 406 – 450.
- ★ Lawrie, R. A. (1991). *Meat Science*. 5th Edition. Pergamon Press. England.
- ★ Ledward, D. A. (1971). *Metmyoglobin formation in beef muscles as influenced by water content and anatomical location*. *Journal of Food Science* 36: 138 – 140.
- ★ Liu, Y.; Lyon, B. G.; Windham, W. R.; Realini, C. E.; Pringue, T. D.; Duckett, S. (2003). *Prediction of color, texture, and sensory characteristics of beef steaks by visible and near infrared reflectance spectroscopy. A feasibility study*. *Meat Science* 65: 1107 – 1115.
- ★ MacDougall, D. B. (1982). *Changes in the colour and opacity of meat*. *Food Chemistry* 9:75 – 88.
- ★ MacDougall, D. B. y Taylor, A. A. (1975). *Colour retention in fresh meat stored in oxygen—A commercial scale trial*. *Journal of Food Technology* 10: 339 – 347.
- ★ Mancini, R. A., Hunt, M. C. y Kropf, D. H. (2003). *Reflectance at 610 nm estimates oxymyoglobin content on the surface of ground beef*. *Meat Science* 64: 157 – 162.
- ★ McDonald K., Sun D., Kenny T. (2000). *Comparison of the Quality of Cooked Beef Products Cooled by Vacuum Cooling and by Conventional Cooling*. *Lebensm – Wiss. U – Technol* 33: 21 – 29
- ★ Montgomery J. L.; Parrish Jr. F.C; Olson, D. G.; Dickson, J. S.; Niebuhr S. (2003). *Storage and packaging effects on sensory and color characteristics of ground beef*. *Meat Science* 64: 357 – 363.
- ★ Monin, G. (1991). *Facteurs biologiques des qualités de la viande bovine*. INRA. *Prod. Anim* 4: 151 – 160.
- ★ Offer, G.; Restall, D.; Trinick, J. (1984). *Water-holding in meat*. *In: recent Advances in the Chemistry of Meat*. (ed. A.J. Bailey). The Royal Soc. Chem, Burlington House, London, Spec. Publ n°47, pp- 71 – 86.

- ★ O'Mahony, M. (2005). Apuntes del curso: Nuevas Estrategias metodológicas en la evaluación sensorial de alimentos. UNAM. México, D.F.
- ★ O'Sullivan M.G., Byrne D.V. y Martens M. (2003). Evaluation of pork colour: sensory colour assessment using trained and untrained sensory panelists. *Meat Science*, 63: 119 – 129.
- ★ Pérez-Álvarez, J.A., Fernández-López, J. y Sayas-Barberá, E. (2000). Fundamentos físicos, químicos, ultra estructurales y tecnológicos en el color de la carne. En: *Nuevas Tendencias en la Tecnología e Higiene de la Industria Cárnica*. M. Rosmini, J. A. Pérez-Álvarez y J. Fernández-López (Eds.). Universidad Miguel Hernández. Elche, España.
- ★ Pérez-Álvarez, J.A.; Fernández-López, J; Sayas-Barberá M. E.; Cartagena-Gracia, R. (1998). *Caracterización de los parámetros de color de diferentes materias primas usadas en la industria cárnica*. *Eurocarne* 63: 115 – 122.
- ★ Pette, D.; Satron, R.S.; (1990). *Cellular and molecular diversities of mammalian skeletal muscle fibres*. *Reviews in Physiology, Biochemistry and Pharmacology* 116: 2 – 76.
- ★ Raes K., Balcaen A., Dirink P., De Wine A., Claeys E., Demeyer D. y De Smet S., (2003). *Meat quality, fatty acid composition and flavour analysis in Belgian retail beef*. *Meat Science*, 65: 1237 – 1246.
- ★ Ramsey, C. B., Cole, J. W., Meyer, B. H., & Temple, R. S. (1963). *Effects of type and breed of British, Zebu and dairy cattle on production, palatability and composition. II. Palatability differences and cooking losses as determined by laboratory and family panels*. *Journal of Animal Science*, 22, 1001–1008. En: Boles J. A., Swan J. E. (2002). *Processing and sensory characteristics of cooked roast beef: effect of bread, age, gender and storage conditions*. *Meat Science* 62: 419 – 427.
- ★ Reid, D. (1998). *Freezing preservation of fresh foods: quality aspects. Food Storage Stability*. I. A. Taub y P. Singh (Eds.). Boca Ratón, Florida.

- ★ Renerre, M. (1984). *Variability between muscles and between animals of the color stability of beef meats*. Science Aliments 4(4): 567.
- ★ Renerre, M. y Mazuel, J. P. (1985). Sci des Aliments, 5, 541
- ★ Ruiz-Pérez-Cacho, M. P.; Galán-Soldevilla, H. & F. León Crespo. (2005). *Formación de catadores para un panel descriptivo de salchichón*, Alimentaria, Enero/Febrero, 05:29 – 36.
- ★ SAGARPA, Coordinación General de Ganadería, <http://sagarpa.gob.mx>, Febrero 2006.
- ★ Sancho J., Bota E., de Castro J.J. (2002). *Introducción al Análisis Sensorial de los Alimentos*. Editorial Alfaomega, S.A. México.
- ★ Sánchez, B.; Sánchez, L.; De la Calle, B.; Monserrat, L. (1997). *Influencia de factores de variación en los valores de pH y color de la ternera gallega*. VII Jornadas sobre Producción Animal. ITEA 766 – 768.
- ★ Sañundo, C. (1993). *Calidad organoléptica de la carne. En Tecnología y Calidad de los productos cárnicos*. Ponencias del curso celebrado en Pamplona, 8 – 12 junio 1992. Gobierno de Navarra. Departamento de Agricultura, Ganadería y Montes.
- ★ Seideman, S.C.; Cross, H.R., Crouse, J.D. (1989). *Variations in the sensory properties of beef as affected by sex, condition, muscle and postmortem aging*. Journal Food Quality, 12: 39 – 58.
- ★ Stone, H.; Sidel, J.; Oliver, S.; Woolsey, A., y Singlenton, R. (1974). *Sensory Evaluation by Quantitative Descriptive Analysis*. Food Technology. Noviembre 1974, 24 – 34.
- ★ Strange, E. D., Benedict, R. C., Guggaer, R. E., Metzger, V. G. y Swift, C. E. (1974). *Simplified methodology for measuring meat color*. Journal of Food Science 39: 988
- ★ Tornberg, E. (1996). *Biophysical aspects of meat tenderness*. Meat Science 43: 175 – 191.
- ★ Torre, P. H. (2000). *Bases científicas del análisis sensorial*, Alimentaria, Marzo/Abril, 37: 155 – 164.
- ★ Urbain, M.W. (1952). *Oxygen is key to the color of meat*. National Provisioner 127:140 – 141.

- ★ Utrera A. M. (2007). Queso cotija auténtico: Estudio de la relación de sus características sensoriales, texturales y de color. Tesis, Facultad de Química. UNAM, México, D.F.
- ★ Van Hoof, J. (1981). *Objective methods of texture evaluations of poultry meat*. Proc. XI Eur. Symp. On the Quality of Poultry Meat, Appeldoorn, The Netherlands, pp. 165 – 179.
- ★ Wright, W. D. (1969). *The measurement of colour* (4th edn). Adam Hilger Ltd., London, p. 304.
- ★ Wulf, D. M.; O'Connor, S. F.; Tatum, J. D.; Smith, G. C. (1997). Using objective measures of muscle color to predict beef longissimus tenderness. *Journal Animal Science*, 75:684.
- ★ Zakrys, P. I.; Hogan, S. A.; O'Sullivan, M. G.; Allen, P.; Kerry, J. P. (2007), *Effects of oxygen concentration on the sensory evaluation and quality indicators of beef muscle packed under modified atmosphere*. *Meat Science*