

**EFFECTO DE LA DIETA Y LA APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA
SOUS-VIDE SOBRE LA CALIDAD DE CARNE DE VACA DE
REFUGO**

por

Valeria María Urbani

Tesis para obtener el grado académico de

DOCTOR EN INGENIERÍA

Mención en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Facultad de

Ciencias de la Alimentación

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ENTRE RÍOS



Directora de la Tesis: **Dra. Andrea Biolatto**

Co-director de la Tesis: **Dr. Osvaldo Daniel Tisocco**

Septiembre de 2019

A mi madre *Pochi*,

Una gran mujer, valiente, bondadosa y luchadora

Hoy... un ángel que me bendice de voluntad

AGRADECIMIENTOS

Al *INTA* por el financiamiento otorgado.

A la *UNER* por la oportunidad brindada en la formación de posgrado.

A mi esposo *Carlos* y a mi hija *Leonor* por la paciencia y el amor.

A mi directora de beca *Dra. Andrea Biolatto* por todo el apoyo brindado.

Al grupo de trabajo: *Andrea, Angela, María Eugenia, Martin y Sebastián.*

Enorme agradecimiento al *Dr. Osvaldo Tisocco* por su ayuda incondicional, empeño, responsabilidad y vocación brindada.

Agradecimiento al *Med. Vet. Martin Palladino* y a la *Lic. Ana Sancho* por la ayuda incondicional brindada.

Al *Dr. Juan Manuel Castagnini* por la ayuda y vocación que brinda a todos los doctorandos.

A la *Sra. Celina Perassi* por responder siempre en tiempo y forma todas las consultas académicas.

Agradecimiento especial a

- *Dr. Sergio Vaudagna*
- *Med. Vet. Juan Sebastian Vittone*
- *Dra. Liliana Gerard*
- *Dra. Claudia Gallinger*
- *Ing. Agr. María Eugenia Munilla*
- *Dra. Flavia Perlo*
- *Dra. María Josefina Tonello*
- *Ing. Agr. Juan de Batista*
- *Dr. Juan Manuel Cantet*
- *Ing. Juan Manuel Orcellet*
- *Ing. Agr. Fernanda Berruhet*
- *Dr. Gustavo Teira*
- *Dra. Silvia Matiacevich*

A todos... ¡Muchas gracias por toda la ayuda brindada!

TABLA DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN	2
1.1.	Carne bovina	2
1.1.1.	Importancia nutritiva y tecnológica	2
1.1.2.	Producción y comercialización	3
1.1.2.1.	Mercado internacional	3
1.1.2.2.	Producción y comercialización nacional	4
1.1.3.	Sistema productivo del ganado bovino	5
1.1.3.1.	Cría vacuna	5
1.1.3.2.	La vaca de refugio como subproducto de la cría vacuna	6
1.1.3.3.	Uso de taninos en la dieta de los rumiantes	7
1.1.4.	Actualidad y tendencias en el consumo de carne bovina	9
1.1.5.	Calidad en carne cocida	11
1.1.5.1.	Músculo <i>semitendinosus</i>	11
1.1.5.2.	Factores tecnológicos	12
1.1.5.3.	Características organolépticas	13
1.1.5.3.1.	Color	14
1.1.5.3.2.	Terneza	15
1.1.5.3.3.	Flavor	16
1.2.	Tecnología sous-vide en productos cárnicos	17
1.2.1.	Principales aspectos del proceso sous-vide	20
1.2.2.	Ventajas del proceso sous-vide	22
1.2.3.	Desventajas del proceso sous-vide	23
2.	HIPÓTESIS	245
3.	OBJETIVOS	267
3.1.	Objetivo general	27
3.2.	Objetivos específicos	27

4. MATERIALES Y MÉTODOS	Error! Bookmark not defined.	29
4.1. Etapa de campo		29
4.1.1. Animales		29
4.1.2. Alimentación		30
4.1.2.1. Determinaciones analíticas de los alimentos		31
4.2. Etapa de faena, despostada y toma de muestras		32
4.3. Etapa de procesamiento sous-vide del músculo <i>semitendinosus</i> y almacenamiento refrigerado del producto cárnico cocido		33
4.4. Parámetros evaluados en el producto cárnico cocido sous-vide		36
4.4.1. Análisis físico-químicos		37
4.4.1.1. Merms por cocción		37
4.4.1.2. pH		37
4.4.1.3. Color		38
4.4.1.4. Terneza instrumental		38
4.4.1.5. Composición química		38
4.4.1.5.1. Humedad		38
4.4.1.5.2. Grasa		39
4.4.1.5.3. Proteínas		39
4.4.1.5.4. Perfil lipídico		40
4.4.1.5.6. Oxidación lipídica		41
4.4.2. Análisis microbiológico		42
4.4.3. Análisis sensorial		43
4.5. Diseño experimental y análisis estadístico		46
4.5.1. Efecto de la suplementación con taninos sobre la composición química del m. <i>semitendinosus</i> cocido sous-vide de vaca de refugio		46
4.5.2. Efecto de la suplementación con taninos y del tiempo de almacenamiento refrigerado sobre la calidad del m. <i>semitendinosus</i> cocido sous-vide de vaca de refugio.	Error! Bookmark not defined.	46
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		489
5.1. Efecto de la suplementación con taninos suministrada a vaca de refugio sobre la composición química y perfil lipídico del músculo <i>semitendinosus</i> cocido sous-vide finalizado el proceso de cocción		49
5.1.1. Composición química: Humedad, grasas y proteínas		49

5.1.2. Perfil lipídico	51
5.2. Efecto de la suplementación con taninos y del tiempo de almacenamiento refrigerado en el músculo <i>semitendinosus</i> cocido sous-vide de vacas de refugio sobre sus características fisicoquímicas, oxidativas, microblógicas y sensoriales	55
5.2.1. Características físico químicas	56
5.2.1.1. Merms por cocción	56
5.2.1.2. pH	56
5.2.1.3. Color	63
5.2.1.4. Terneza instrumental	68
5.2.2. Características oxidativas, microbiológicas y sensoriales.	71
5.2.2.1. Oxidación lipídica	71
5.2.2.2. Análisis microbiológico	74
5.2.2.3. Análisis sensorial	81
6. CONCLUSIONES	87
6.1. Efecto de la suplementación con taninos sobre la composición química y perfil lipídico del músculo <i>semitendinosus</i> cocido sous-vide	87
6.2. Efecto de la suplementación con taninos y del tiempo de almacenamiento refrigerado en el músculo <i>semitendinosus</i> cocido sous-vide sobre sus características fisicoquímicas, oxidativas, microbiológicas y sensoriales	87
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
8. ANEXOS	109
8.1. Publicaciones relacionadas al trabajo de tesis doctoral	109
8.2. Proceso sous-vide del músculo <i>semitendinosus</i>	110

ÍNDICE DE TABLAS

INTRODUCCION

Tabla 1. Producción, exportación, importación y consumo de la carne bovina	4
--	---

MATERIALES Y METODOS

Tabla 4.1.2. Composición porcentual de la suplementación utilizada en cada tratamiento	31
Tabla 4.1.2.1. Parámetros analizados a los alimentos suministrados a las vacas de refugio y su metodología de referencia	31
Tabla 4.1.2.1.1. Composición química de los alimentos suministrados a las vacas de refugio	32
Tabla 4.1.2.1.2. Composición de ácidos grasos de los alimentos suministrados a las vacas de refugio	32
Tabla 4.4.2. Recuentos microbiológicos y metodología de referencia	42

RESULTADOS Y DISCUSION

Tabla 5.1.1.I. Efecto de la suplementación con taninos en la dieta base de campo natural sobre la composición química del m. <i>semitendinosus</i> sometido a cocción sous-vide (M ± DE)*	50
Tabla 5.1.1.II. Efecto de la suplementación con taninos en la dieta base de silo sorgo de planta entera sobre la composición química del m. <i>semitendinosus</i> sometido a cocción sous-vide (M ± D.E)*	50
Tabla 5.1.2.I. Efecto de la suplementación con taninos en la dieta base de campo natural sobre la composición de ácidos grasos del m. <i>semitendinosus</i> sometido a cocción sous-vide (M ± D.E)*	53
Tabla 5.1.2.II. Efecto de la suplementación con taninos en la dieta base de silo de sorgo de planta entera sobre la composición de ácidos grasos del m. <i>semitendinosus</i> sometido a cocción sous-vide (M ± D.E)*.	54
Tabla 5.2.1.1.I. Merms por cocción (%) del m. <i>semitendinosus</i> cocido sous-vide de vacas de refugio alimentadas a campo natural; con y sin suplementación de taninos, durante su almacenamiento refrigerado (M ± D.E)*	57

Tabla 5.2.1.1.II. Mermas por cocción (%) del m. <i>semitendinosus</i> cocido sous-vide de vacas de refugio alimentadas a silo de sorgo de planta entera; con y sin suplementación de taninos, durante su almacenamiento refrigerado ($M \pm D.E$) [*] .	58
Tabla 5.2.1.2.I. ΔpH [*] del m. <i>semitendinosus</i> cocido sous-vide de vacas de refugio alimentadas a campo natural; con y sin suplementación de taninos, durante su almacenamiento refrigerado ($M \pm D.E$) ^{**}	61
Tabla 5.2.1.2.II. ΔpH [*] del m. <i>semitendinosus</i> cocido sous-vide de vacas de refugio alimentadas a silo de sorgo de planta entera; con y sin suplementación de taninos, durante su almacenamiento refrigerado ($M \pm D.E$) ^{**}	62
Tabla 5.2.1.3.I. Coordenadas de color L [*] , a [*] y b [*] del m. <i>semitendinosus</i> cocido sous-vide de vacas de refugio alimentadas a campo natural; con y sin suplementación de taninos, durante su almacenamiento bajo refrigeración ($M \pm D.E$) [*] .	64
Tabla 5.2.1.3.II. Coordenadas de color L [*] , a [*] y b [*] del m. <i>semitendinosus</i> cocido sous-vide de vacas de refugio alimentadas a silo de sorgo de planta entera; con y sin suplementación de taninos, durante su almacenamiento refrigerado ($M \pm D.E$) [*]	66
Tabla 5.2.1.4.I. Terneza instrumental (N) del m. <i>semitendinosus</i> cocido sous-vide de vacas de refugio alimentadas a campo natural; con y sin suplementación de taninos, durante su almacenamiento refrigerado ($M \pm D.E$) [*]	68
Tabla 5.2.1.4.II. Terneza instrumental (N) del m. <i>semitendinosus</i> cocido sous-vide de vacas de refugio alimentadas a silo de sorgo de planta entera; con y sin suplementación de taninos, durante su almacenamiento refrigerado ($M \pm D.E$) [*] .	69
Tabla 5.2.2.I. Valores de TBARS [*] del m. <i>semitendinosus</i> cocido sous-vide de vacas de refugio alimentadas a campo natural; con y sin suplementación de taninos, durante su almacenamiento refrigerado ($M \pm D.E$) ^{**} .	72
Tabla 5.2.2.1.II. Valores de TBARS [*] del m. <i>semitendinosus</i> cocido sous-vide de vacas de refugio alimentadas a silo de sorgo de planta entera; con y sin suplementación de taninos, durante su almacenamiento refrigerado ($M \pm D.E$) ^{**}	73
Tabla 5.2.2.2.I. Recuentos [*] de microorganismos totales en el m. <i>semitendinosus</i> cocido sous-vide de vacas alimentadas a campo natural con y sin suplementación de taninos, durante el tiempo de almacenamiento	75
Tabla 5.2.2.2.II. Recuentos [*] de microorganismos totales en el m. <i>semitendinosus</i> cocido sous-vide de vacas alimentadas a silo de sorgo de planta entera con y sin suplementación de taninos, durante el tiempo de almacenamiento.	77

Tabla 5.2.2.3.I. Perfil sensorial* del m. *semitendinosus* cocido sous-vide de vacas de refugio alimentadas a campo natural y suplementadas, con y sin suplementación de taninos, durante su almacenamiento refrigerado a 1 °C. 81

Tabla 5.2.2.3.II. Perfil sensorial* del músculo *semitendinosus* cocido sous-vide de vacas de refugio alimentadas a silo de sorgo de planta entera con y sin suplementación de taninos, durante su almacenamiento refrigerado a 1 °C. 82

ÍNDICE DE FIGURAS

INTRODUCCIÓN

Figura 1.1.5.1. Imagen del m. <i>semitendinosus</i> (corte comercial “peceto”) y su ubicación en la media res	11
Figura 1.2 A. Etapas del sistema de cocción-pasteurización sous-vide (Ormando, 2010). B. Platos preparados a base de carne y pescado mediante sistema sous-vide	19

MATERIALES Y MÉTODOS

Figura 4.3. Diagrama de flujo del proceso sous-vide y almacenamiento refrigerado	34
Figura 4.3.1. Proceso sous-vide: A. Esquema de la distribución de los pecetos (m. <i>semitendinosus</i>) en el cesto de cocción y distribución de las termocuplas en los músculos elegidos. B Imágenes de los pecetos en el equipo autoclave durante el proceso	36
Figura 4.4.3. Planilla de evaluación sensorial	44
Figura 4. Diseño de experiencias y metodologías analíticas	45

ANEXOS

Figura 8.2.1. Preparación del m. <i>semitendinosus</i> antes de la cocción.	110
Figura 8.2.2. Equipo autoclave con carro conteniendo m. <i>semitendinosus</i> y sensores de temperatura	110
Figura 8.2.3. Músculo <i>semitendinosus</i> cocido sous-vide	111
Figura 8.2.4. Determinaciones en el m. <i>semitendinosus</i> cocido sous-vide. A: Muestreo microbiológico. B: Medición color. C: Muestreo terneza instrumental. D: Análisis ácidos grasos	111
Figura 8.2.5. Perfil sensorial del producto cárnico cocido	112

ABREVIATURAS

ACV: accidentes cardiovasculares	DHA: ácido docosahexaenoico
AG: ácido graso	EEA: Estación Experimental
AGMI: ácidos grasos monoinsaturados	Agropecuaria
AGPI: ácidos grasos poliinsaturados	EPA: ácido eicosapentaenoico
AGS: ácidos grasos saturados	et al.: y colaboradores
AL: α -ácido linolénico	FDA: fibra detergente ácido
ALC: ácido linoleico conjugado	FDN: fibra detergente neutro
C 12:0: ácido láurico.	INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
C14:0: ácido mirístico	m: músculo
C14:1: ácido miristoleico	MDA: malondialdehído
C15:0: ácido pentadecanoico	MEAG: metilésteres de los ácidos grasos
C16:0: ácido palmítico	MO: materia orgánica
C16:1 n-7: ácido palmitoleico	Mod: modelo
C18:0: ácido esteárico	MS: materia seca
C18:1 n-9: ácido oleico	LT: lípidos totales
C18:2 n-6: ácido linoleico	NEA: noreste argentino
C18:3 n-3: ácido α -linolénico	NOA: noroeste argentino
C18:3 n-6: ácido γ -linolénico	N-3: omega-3
C20:0: ácido araquídico	N-6: omega-6
C20:3 n-6: ácido dihomo- γ -linolénico	NS: no significativo
C20:4 n-6: ácido araquidónico	P: proteínas
C20:5 n-3: ácido eicosapentaenoico	PT: polifenoles totales.
C22:4 n-6: ácido adrenico	PT: polifenoles totales
C22:6 n-3: ácido docosahexaenoico	RBALs: recuento de bacterias ácido-lácticas
°C: grados Celsius	RBt: recuento de <i>Brochothrix thermophacta</i>
CAA: Código Alimentario Argentino	RCSRs: recuento de clostridios sulfito reductores
CN: campo natural	
Δ pH: diferencia de pH	
DIVMO: digestibilidad in vitro de la materia orgánica	

RE: recuento de enterobacterias
 RMA: recuento de mesófilos aerobios
 RP: recuento de psicrótrofos
 RPs: recuento de Pseudomonas spp.
 SCT: suplementación con taninos
 SENASA: Servicio Nacional de
 Sanidad y Calidad Agroalimentaria
 SISOPE: silo de sorgo de planta entera
 SST: suplementación sin taninos
 QDA: análisis descriptivo cuantitativo

t0: tiempo de conservación en 0 d
 t14: tiempo de conservación en 14 d
 t21: tiempo de conservación en 21 d.
 t7: tiempo de conservación en 7 d
 TBARS: sustancias reactivas al ácido
 tiobarbitúrico.
 TEP: tetraepoxipropano,
 UFC: unidades formadoras de colonias
 WB: Warner Bratzler
 WOF: warmed-over flavor

NOMENCLATURA

d	días
g	gramos
h	hora
kg	kilogramo
mg	miligramo
min	minuto
ml	mililitro
N	Newton
t	tonelada

RESUMEN

En Argentina, la categoría vaca de refugio se considera un subproducto y se comercializa a bajo valor. Sin embargo, el 50% de los kg vendidos de la producción nacional actual corresponden a la categoría vacuna de hembras. En los últimos años, la ganadería vacuna se focalizó en el uso de suplementos de origen natural como los taninos empleados en las dietas suministradas a rumiantes que podrían impactar sobre la composición lipídica y la terneza de la carne. Mediante los nuevos avances en la tecnología y en respuesta a los nuevos hábitos de consumo, la industria implementó el sistema de cocción-pasteurización sous-vide (“bajo vacío”) que garantiza la calidad higiénica de los alimentos y prolongan su vida útil minimizando las alteraciones en los mismos. El presente trabajo de tesis doctoral propone una alternativa para diversificar la oferta de productos a partir de carne proveniente de vaca de refugio, categoría vacuna de bajo valor comercial, mediante la obtención de un producto listo para consumir aplicando la tecnología sous vide. Se realizaron dos experiencias, una con dieta a campo natural (CN) y la otra con silo de sorgo de planta entera (SISOPE), en ambas, se ejecutaron dos tratamientos de suplementación, con y sin taninos de quebracho colorado (SCT, SST); respectivamente. En cada tratamiento se utilizaron 12 vacas de refugio Hereford (6 mm EGD) faenadas en un frigorífico local. De cada res izquierda, se tomaron los m. *semitendinosus* los cuales se envasaron y congelaron. Para el proceso sous-vide, los músculos se descongelaron ($1 \pm 0,5$ °C), se acondicionaron y se envasaron al vacío. La cocción se realizó en un equipo autoclave hasta alcanzar 70 °C - 2 min en el punto de mínimo tratamiento (PMT). Posteriormente, se realizó el almacenamiento refrigerado ($1 \pm 0,5$ °C) durante 0, 7, 14 y 21 d. En el producto recientemente cocido se analizó la composición química y el perfil lipídico. Los datos se analizaron mediante el test de comparación de medias t-Student. Para evaluar el impacto de la suplementación y el tiempo de almacenamiento refrigerado las variables analizadas fueron: mermas de cocción, pH, color $L^*a^*b^*$, terneza instrumental, oxidación lipídica, recuentos microbiológicos y perfil sensorial. Se utilizó el test de comparación de medias de Tukey (0,05). En ambos ensayos, la suplementación con taninos no promovió cambios significativos en la composición química y el perfil lipídico del producto recientemente cocido. La suplementación no afectó significativamente las mermas por cocción, variación de pH, oxidación lipídica y recuentos microbiológicos durante el almacenamiento refrigerado del producto cocido. Por el contrario,

en el color del producto cocido proveniente de las vacas alimentadas a CN el que provino de animales con SCT resulto más luminoso y menos rojo que el de los animales con SST. Al final del almacenamiento refrigerado, la terneza del producto cocido no se vio afectada por la suplementación en ninguno de los ensayos estudiados. En ambas dietas estudiadas, la oxidación lipídica del producto cocido (medida por sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico y conocida por su sigla en inglés como TBARS) fue afectada solo por el tiempo de almacenamiento. En CN no hubo diferencias significativas en TBARS, entre el inicio y el final del almacenamiento. El producto cárnico cocido de animales alimentados a SISOPE reporto mayor oxidación a los 21 d de almacenamiento refrigerado. Los recuentos microbiológicos, no fueron afectados por la suplementación y el tiempo de almacenamiento refrigerado del producto cocido de vacas alimentadas a CN. En el producto cocido proveniente de vacas alimentadas a SISOPE se observó un leve crecimiento de microorganismos mesófilos aeróbicos y bacterias acido-lácticas a los 21 d de almacenamiento refrigerado en ambas suplementaciones. En el producto cocido proveniente de vacas de refugio alimentadas a CN los efectos principales y la interacción entre ambos efectos no tuvieron cambios sobre los atributos sensoriales. En el producto cárnico cocido proveniente de los animales alimentados a SISOPE la interacción entre la suplementación y el tiempo de almacenamiento refrigerado afectó significativamente los atributos de terneza inicial y sostenida. No obstante, no se observaron diferencias significativas en estos atributos; para ambas suplementaciones, entre el inicio y el final del tiempo de almacenamiento refrigerado. El estudio presentado permitiría concluir que la dosis de taninos usada en la suplementación no provoca cambios fisicoquímicos, oxidativos, microbiológicos y sensoriales en el producto cárnico cocido. La aplicación de tecnología sous-vide en el músculo *semitendinosus* proveniente de vaca de refugio resulta una estrategia viable para obtener un producto listo para consumir ampliando la oferta en la cadena de valor de esta categoría vacuna.

ABSTRACT

In Argentina, the cull cow category is considered a by-product and is sold at low value. However, 50% of the kilograms sold of the current national production of beef correspond to the female category. In recent years, cattle ranching has focused on the use of supplements of different types such as energy, protein, preserved forages and additives in the rumen diet that improve digestive processes. Tannins are polyphenolic compounds of vegetable origin used in diets supplied to ruminants impacting the lipid composition and tenderness of the meat. Through new advances in technology and in response to new consumption habits, the industry has implemented cooking, cooling and packaging technologies that guarantee the hygienic quality of food and prolong its useful life by minimizing alterations in them. One of them is the cooking-pasteurization technology sous-vide, in English "Under vacuum". The present work of doctoral thesis proposes an alternative to diversify the supply of products from cull cow beef, fattened with different feeding systems, by obtaining a ready-to-consume product applying sous-vide technology. Two independent experiments were carried out, the first one was carried out with animals fed a diet based on natural field (NF), and the second one with animals fed on a silo of whole plant sorghum (SWPS). In both experiences, two supplementation treatments were performed, with and without tannins (ST, S) respectively. In each treatment, 12 Hereford cull cows were used and after they reached the desired body condition (6 mm EGD) they were slaughtered in a local slaughterhouse. From each left res, *semitendinosus* muscles were taken, vacuum packed and frozen. For sous-vide processing, the *semitendinosus* muscles were thawed (1 ± 0.5 ° C), conditioned and vacuum packed in bags suitable for cooking. The firing was carried out in an autoclave unit. In the same water shower was used on the product as a heating element. In the heat treatment, the temperature combination was applied - time that corresponded to the time of thermal death to achieve a reduction of 6D of *Listeria monocytogenes* (70 ° C - 2 min) at the point of minimum treatment of the product. Subsequently, refrigerated storage (1 ± 0.5 ° C) was carried out for 0, 7, 14 and 21 days. The effect of supplementation on the chemical composition (humidity, fats and proteins) and the lipid profile was studied in the recently cooked product. The data were analyzed by means of the Student t-test comparison test for independent samples, using a significance level of 0.05. During the refrigerated storage of the cooked product, the impact of the supplementation and the storage time were evaluated on the following variables:

cooking losses, pH, color L * a * b *, instrumental tenderness, lipid oxidation by thiobarbituric acid reactive substances (TBARS), microbiological counts (mesophilic aerobes, total Psychrotrophic bacteria, lactic acid bacteria, *Brochothrix thermosphacta*, *Pseudomonas* spp, and enterobacteria totals). In addition, the sensory profile of the cooked product was made through a quantitative descriptive analysis. The results of these variables were analyzed statistically by means of analysis of the two-factor variance. We used Tukey's mean comparison test (level of significance of 0.05). In both trials, supplementation with tannins did not promote significant changes in the chemical composition and lipid profile of the freshly cooked product. Meanwhile, the supplementation did not significantly affect the losses due to cooking, pH variation, lipid oxidation and microbiological counts during the refrigerated storage of the cooked product. On the other hand, the color of the cooked product from the cows fed to NF was influenced by the supplementation treatment, being the cooked product of animals with ST more luminous and less red than that of the animals with S. At the end of refrigerated storage, the tenderness of the cooked product was not affected by supplementation in any of the trials studied. The TBARS of cooked product was affected only by storage time for both test. In NF no significant differences were observed between initial and final storage time for TBARS. The meat cooked product from animals fed to SWPS reported the highest oxidation at 21 days of refrigerated storage. The supplementation and refrigerated storage time of cooked product from cows fed to NF did not affect the microbiological counts. The cooked product from cows fed to SWPS showed slight appreciable growth of mesophylls aerobic microorganisms and acid lactic bacteria at 21 days of refrigerated storage time for both supplementations. The sensorial attributes of cooked product from cull cows fed to NF showed non-significant changes by main effects and the interaction between both effects main effects and the interaction between both effects. In the cooked meat product from the animals fed to SWPS, the interaction between the supplementation and the refrigerated storage time significantly affected the initial and sustained tenderness attributes. However, for both supplementations no differences were observed between the initial and final refrigerated storage time of cooked product on initial and sustained tenderness. The study presented would allow concluding that the tannin dose used in the supplementation did not cause physicochemical, oxidative, microbiological and sensorial changes in the cooked meat product. The application of sous-vide technology in the *semitendinosus* muscle from cow breeding is a viable strategy to obtain a ready to consume product by expanding the supply in the value chain of this cattle category.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Carne bovina

1.1.1. Importancia nutritiva y tecnológica

La carne bovina es un alimento importante en la dieta humana por su alto valor nutricional y funcional, aportando al organismo; nutrientes esenciales como proteínas de alta calidad, lípidos, micronutrientes, minerales y vitaminas. En una dieta variada y equilibrada la carne bovina contribuye con un aporte de proteínas de alto valor biológico (20 g de proteínas por 100 g de producto), minerales (hierro hemínico de fácil absorción, yodo, zinc, selenio) y vitaminas del grupo B, especialmente B2 y B12 (IICA, 2015). La vitamina B12 es muy importante en la formación de hemoglobina (proteína que transporta el oxígeno a todas las células del organismo), su deficiencia origina anemia y alteraciones mentales. Además, el contenido de hierro biodisponible y zinc, son micronutrientes cruciales para la prevención de la anemia infantil y en las embarazadas. La carne también aporta selenio, un mineral con alta capacidad antioxidante. Otro compuesto con funciones benéficas de la carne es el ácido linoléico conjugado (ALC), un ácido graso poliinsaturado con propiedades anticancerígenas contribuyendo a la reducción del riesgo de enfermedad cardiovascular y control del peso corporal (IICA, 2015).

El consumo de 100 g de carne aporta al organismo de 170 a 230 kcal, dependiendo de la cantidad de grasa intramuscular del producto cárnico (ARGENFOODS, 2011).

En términos tecnológicos, la carne es uno de los principales alimentos perecederos debido a su alto contenido en agua, composición y pH, lo que favorece la alteración y contaminación microbiana, pudiendo constituir un riesgo para la salud. Las alteraciones de la carne son debidas no solo a su propia composición sino también a la interacción con factores físicos o químicos como la luz, la temperatura o el aire, ocasionando en algunos casos enfermedades. Por otro lado, la carne puede contaminarse con agentes físicos, químicos o biológicos en cualquier punto de la cadena alimentaria. Es por esto que los métodos de conservación (refrigeración, congelación, procesamiento térmico, envasado, deshidratación e irradiación) son esenciales para prolongar la vida útil y permitir el almacenamiento tanto de las carnes como de los productos cárnicos hasta el momento de su consumo (Aberle et al., 2001).

1.1.2. Producción y comercialización

1.1.2.1. Mercado internacional

El mercado mundial de carnes presenció importantes cambios en la última década, algunos de ellos se deben a las distintas situaciones que modificaron los hábitos de consumo de la población, a la expansión o retracción de la producción mundial y al aumento del nivel de ingreso conjuntamente con el crecimiento de la población en un 1,15 % anual (Errecart et al., 2015).

El mercado de la carne bovina sigue sosteniendo su relevancia, y tras la caída en el consumo de carne de aves debido al reciente foco de gripe H7N9, hay incidencia positiva en la demanda por carnes rojas (CICCRA, 2018). Los analistas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) predicen para la década 2015 - 2025 que el consumo de carne vacuna en el mundo continuara en crecimiento debido al incremento demográfico, a la mayor urbanización y al aumento de consumo per cápita (IPCVA, 2018a).

Estados Unidos, Brasil y la Unión Europea lideran la producción mundial. Por su parte, Argentina se encuentra en el sexto lugar como productor y exportador (Tabla 1). La República Popular de China es el principal destino de la carne vacuna argentina, con aproximadamente 207 mil toneladas, seguido por Rusia, 42,4 mil toneladas; y luego por Chile, 34,0 mil toneladas (IPCVA, 2018a).

Tabla 1. Producción, exportación, importación y consumo de la carne bovina.

País	(2018)	Producción (miles de t res con hueso)	Exportación (miles de t res con hueso)	Importación (miles de t res con hueso)	Consumo doméstico (miles de t res con hueso)
Estados Unidos		12286	1435	1373	12206
Brasil		9900	2100	50	7850
Unión Europea		7915	350	370	7935
China		7325	15	1200	8530
India		4300	1665	0	2635
Argentina		2950	500	0	2450
Australia		2300	1630	13	683
Canadá		1240	500	240	970
Nueva Zelanda		670	603	13	80
Uruguay		575	440	20	155
Paraguay		575	380	20	215

Fuente: USDA - FAS (2018)

1.1.2.2. Producción y comercialización nacional

La producción de ganados y carnes es una de las actividades más relevantes del sector agroalimentario argentino. Desde sus inicios en el siglo XVII como vaquerías, el sector de ganados y carnes evolucionó contribuyendo al desarrollo del país, sustentando las economías regionales, generando empleo, e insertándolo en el contexto internacional como proveedor de alimentos.

Argentina ocupa el segundo lugar como productor de carne bovina en el Mercosur, y es en la actualidad el segundo consumidor de carne por habitante de la región. Además, nuestro país cuenta con un fuerte mercado interno que consume el 90 % de lo que se produce, siendo el excedente exportado a los mercados exigentes, entre ellos la Unión Europea (Ponti, 2011).

La región pampeana es la región productora ganadera más importante, con casi la mitad del stock nacional (48 %) y las regiones extrapampeanas, correspondientes al NEA con 29 %; NOA con 11 %; región semiárida con el 8 % y la Patagonia con aproximadamente 3 % (Canosa, 2016).

Las razas que se producen en la Argentina son principalmente las británicas (Shorthorn, Hereford, Aberdeen Angus), continentales (Charolais, Limousine, Pardo Suizo), raza criolla, cebú (Nellore y Brahman) y las razas cebuinas obtenidas por cruzamientos (Santa Gertrudis, Braford y Brangus).

El stock bovino nacional en el 2018 fue de 54 millones de animales y con una faena de 13 millones de animales (IPCVA, 2018a). Al mantenerse estancado el número de las categorías más aptas para la producción de carne, e incluso caer en el año 2018 (respecto al año 2017) el volumen obtenido fue condicionado por la zafra de terneros y la faena de animales muy livianos para el consumo interno y la decisión de los productores ganaderos sobre el número de vacas a enviar a faena. Por lo tanto, el crecimiento de la faena observado a lo largo del año 2018 se impulsó principalmente por las categorías vaca y vaquillona (IPCVA, 2018b).

Influenciada por la demanda externa de China y Rusia, la faena de hembras en nuestro país alcanzó un 45,5 % del total de los animales faenados en el 2018, el porcentaje más elevado alcanzado en los últimos diez años desde la fase de liquidación récord de 2007-2009 (CICCRA, 2018).

1.1.3. Sistema productivo del ganado bovino

1.1.3.1. Cría vacuna

El rodeo vacuno consiste en las siguientes categorías:

- Hembras en servicio: en esta clasificación se distinguen las vaquillonas de primer servicio, las vaquillonas de segundo servicio y las vacas adultas. Cada división de estas hembras posee diferentes requerimientos en alimentación de acuerdo a la edad y momento de crecimiento de las mismas. En las vacas adultas el porcentaje de preñez depende fundamentalmente del comportamiento del clima y de la carga de vacas en el potrero, alcanzando máximas de preñez del 90 % y mínimas del 50 % (Galli y Monje, 2011).
- Toros: son los animales machos adultos y en capacidad de servicio.
- Terneras y terneros: animales en lactancia hasta un periodo de 7 meses de edad (sistema de destete tradicional). Los animales machos y hembras sobrantes de reposición se disponen para su comercialización.

- **Reposición:** es la recría de terneras como futuros vientres y vaquillonas en crecimiento para primer servicio (2 años de edad). Por lo general, al destete se retienen las terneras para cubrir un 20 % de la reposición anual de las vacas, más un 10 % que se venden como descarte previo al servicio.
- **Refugo:** en esta categoría se encuentran las vacas adultas de descarte, las vaquillonas que se seleccionan al momento del primer servicio y los toros descartados. El descarte de vacas se puede realizar apartando las vacas con su último servicio, denominadas vacas CUT (cría su último ternero), en la primavera y luego de criar su ternero. Las vacas sin cría al pie, generalmente en buen estado, se venden como gordas en el otoño y las vaquillonas de descarte se venden luego de efectuarse el primer servicio.

1.1.3.2. La vaca de refugo como subproducto de la cría vacuna

Habitualmente las vacas que se refugan, según su estado se destinan para cortes en carnicería (vaca gorda), para engorde (invernada) o como vaca para conserva (vaca flaca). Sin embargo, en determinadas condiciones, dadas por el porcentaje de terneros destetados, las condiciones climáticas altamente desfavorables y la relación de precio por kg vivo entre vacas y novillos, esta categoría vacuna podría significar un ingreso superior al de los terneros y terneras sobrantes de reposición.

A nivel nacional, estudios realizados por Biolatto et al. (2010) evaluaron estrategias de producción sobre la calidad en vacas de refugo, tanto en volumen de producción como en calidad de carne, y demostraron que bajo sistemas de destete hiperprecoz es posible optimizar los niveles de producción de carne proveniente de la categoría de refugo. Por otra parte investigaciones realizadas en la categoría de novillos, demostraron que el manejo eficiente del sistema pastoril y la suplementación incrementan la productividad de los sistemas ganaderos, mejorando la performance animal y la calidad de la res y de la carne (Pasinato et al., 2013, 2012; Pordomingo et al., 2013, 2012, 2004) Sin embargo, es escasa la información de investigaciones referida a la alimentación de sistemas intensivos de engorde en vacas de refugo.

Si bien no hay duda que la vaca de refugo es un subproducto de la cría vacuna; y considerando el 20 % promedio de refugo (Vittone J.S, INTA EEA C. del Uruguay, comunicación personal), no deja de ser un componente importante de los ingresos de una empresa de cría. Si se analiza la producción anual bovina el 50 % de los kg vendidos

corresponden a vacas que se venden mayoritariamente con un bajo valor de mercado como categoría invernada o conserva (Vittone y Biolatto, 2012). Esta situación que la vaca de refugo es vendida a bajo valor comercial y sumado a que actualmente el mayor porcentaje de faena está siendo conformado por hembras (IPCVA, 2018b) resulta una oportunidad para generar alternativas en la obtención de productos que permitan aumentar el valor a esta categoría.

1.1.3.3. Uso de taninos en la dieta de los rumiantes

En los últimos años, la ganadería bovina se focalizó en el uso de distintos tipos de suplementos como los energéticos, proteicos, forrajes conservados; y aditivos en la dieta ruminal que mejoren los procesos digestivos. Estos aditivos pueden ser de origen natural o compuestos sintéticos que se incluyen en muy pequeñas dosis en las fórmulas de raciones y dietas. Entre los más difundidos de origen natural se encuentran los taninos condensados de quebracho (*Schinopsis balansae*) (Barrios et al., 2018).

Los taninos son compuestos polifenólicos de alto peso molecular que se presentan en forma natural en la corteza de árboles, hojas, semillas y raíces de los vegetales en general, presentando suficientes grupos hidroxilos unidos a estructuras fenólicas que les confieren la característica de formar complejos con proteínas, minerales y otras macromoléculas (Bate-Smith y Swain, 1962). Estos compuestos se dividen en hidrolizables y condensados, siendo estos últimos los más comunes. Los taninos condensados (proantocianidinas) provienen de la esterificación de compuestos polifenólicos flavonoides, como las catequinas o flavonoides (Vázquez Flores et al., 2012).

La utilización de los taninos en la alimentación de rumiantes cobró interés ya que por ser aditivos naturales no presentan restricciones en su utilización como si lo tienen los compuestos sintéticos, por ejemplo, la monensina (Barrios et al., 2018).

En la dieta ruminal, un nivel moderado en el uso de este aditivo natural se lo atribuye con la protección de la proteína al ataque por parte de las bacterias ruminales y un mayor aporte de proteína para producción de carne (Pasinato, 2012; Priolo et al., 2000; Vasta et al., 2008b). Krueger et al. (2010) señalaron que el uso de la suplementación de la dieta con taninos de extracto de castaño resultó efectivo en el rendimiento y la eficiencia de la alimentación en el ganado bovino.

Por otra parte, algunas investigaciones indican que los taninos dietarios reducen la biohidrogenación ruminal *in vitro* (Khiaosa-Ard et al., 2009; Vasta et al., 2008a, 2009b). El metabolismo ruminal de los ácidos grasos (AG) proveniente de los alimentos tiene una importante influencia sobre la composición de AG en la carne de rumiantes. Según Vasta et al. (2009b), cuando los componentes de la dieta ingresan al rumen sufren una serie de cambios bioquímicos realizados por la población microbiana. Los lípidos ingeridos son alterados en el rumen del animal resultando en marcadas diferencias entre el perfil de AG de los lípidos que ingresan al rumen respecto de los que egresan del mismo siendo estos, mayormente ácidos grasos saturados (AGS) (Vasta et al., 2009a).

Algunos estudios señalan un efecto positivo de los taninos sobre variables de calidad en la carne. Por su lado, Vasta et al. (2009b) estudiaron el efecto de la suplementación de taninos en sistema pastoril y feedlot, sobre el metabolismo, la composición de ácidos grasos, y el contenido de grasa intramuscular en ovejas. Los autores reportaron que la concentración de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) resultó significativamente mayor en la carne de ovejas alimentadas con dietas conteniendo taninos. Además, los mismos demostraron *in vivo*, que suplementando con taninos en una dieta a base de pastura o concentrado se reduce la biohidrogenación ruminal, confirmando de esta manera los resultados hallados *in vitro* por Vasta et al (2008a). Por otra parte, Kronberg et al. (2007) evaluaron la habilidad de los taninos condensados para proteger al ácido α -linolénico (AAL) de la hidrogenación por los microorganismos del rumen en el ganado vacuno. El experimento se condujo alimentando a un grupo de novillos empleando dieta basada en grano con semilla de lino, con y sin el agregado de tanino condensado, y a otro grupo dieta basada en forraje con semilla de lino, con y sin tanino condensado. Los resultados indicaron que en los novillos alimentados en forrajes la ingestión de semilla de lino con tanino elevó el contenido de AAL y el total de ácidos grasos n-3 (AAL y ácido eicosapentaenoico, EPA) de la sangre de plasma. Esto condujo a que los autores concluyeran que en el músculo bovino se podría incrementar el contenido de AAL y otros ácidos grasos n-3.

Pordomingo et al. (2013), en su estudio sobre el agregado de taninos de quebracho a una dieta con grano de maíz dada a vaquillonas, indicaron que la carne proveniente de animales alimentados con 1,5 % de taninos y 45 % de granos fue más tierna que la de los animales alimentados libres de taninos. Según Pasinato et al. (2013), el uso de aditivos combinados (taninos y monensina) en la dieta a corral suministrada a bovinos, mejoran la relación n-6/n-3

(2,76), ubicándola por debajo del valor máximo admitido por la OMS (2003) para nutrición humana (4). Los autores señalaron también que el tratamiento de ambos aditivos produjo una mayor cantidad (0,54 %) de ácido ruménico (cis-9, trans-11 18:2) principal responsable de los efectos benéficos sobre la salud atribuidos a los ácidos linoleicos conjugados, ALC.

Barrios et al. (2018), informaron que el área de ojo de bife fue significativamente mayor en muestras de animales alimentados a base de concentrados con el agregado de 4 % de taninos frente al tratamiento control (concentrado proteico sin taninos).

Por otra parte, según Amarowicz (2007), los taninos tienen la capacidad de quelar iones metálicos como el Fe (II) interfiriendo la reacción de oxidación. En el estudio de Barragán et al. (2014), sobre la evaluación del efecto de la adición de 3 % de taninos de extracto de quebracho a la dieta base suministrada a bovinos, indicaron que “la inclusión de taninos como antioxidantes naturales en la dieta a bovinos, ejerce el mismo efecto antioxidante que la vitamina E”. También, los autores señalaron que “el uso de forrajes con presencia de taninos, son una alternativa al uso de vitamina E como antioxidantes en carne de bovinos, alargando así la vida en góndola de la carne”.

En los estudios mencionados anteriormente sobre el tipo, dosis e influencia de la adición de taninos en distintas dietas (forrajes, granos o concentrados proteicos); si bien se realizaron en animales rumiantes y pequeños rumiantes, a la fecha de realización de la presente investigación no se hallaron estudios en la categoría vaca de refugio.

1.1.4. Actualidad y tendencias en el consumo de carne bovina

Según las proyecciones realizadas en el 2014 por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO) la producción mundial de carnes aumentará un 19 % (57,7 millones de toneladas) en 2023, comparado con el período 2011-13. De ese aumento, el 78 % (45,1 millones de toneladas) corresponde a los países en desarrollo Según la FAO (2012) tanto la producción mundial como el consumo de carne seguirán creciendo y se estima que en 2020 habrá 300 millones de toneladas en comparación con los 233 millones de toneladas del 2000.

El consumo de carne está influenciado por el poder adquisitivo y, en general, se incrementa con el aumento del Producto Interior Bruto (PIB) de un país. Sin embargo, existen

excepciones como los países latinoamericanos donde el consumo de carne es elevado en relación con el PIB (FAO, 2012).

En los últimos años, tanto en los países desarrollados como en desarrollo se centró la preocupación en las enfermedades asociadas a los excesos alimentarios. Los accidentes cerebro vasculares (ACV) se asocian usualmente a altos niveles de colesterol sanguíneo, lo que ha llevado a recomendar la disminución del consumo de grasas animales (IICA, 2015). Asimismo, la importancia que toman las grasas en la salud es debido a que el consumo de elevadas cantidades de éstas, especialmente las que poseen elevado contenido de AGS, incrementan los niveles de colesterol sanguíneo y las lipoproteínas de baja densidad unidas al colesterol, aumentando el riesgo de sufrir ACV. En cambio, el consumo de grasas con elevadas proporciones de AGPI, disminuyen las concentraciones séricas de colesterol y la presión sanguínea, de la misma forma que los ácidos grasos monoinsaturados (AGMI), aunque en menor medida (Simopoulos, 1999).

Por otra parte, los complejos cambios a nivel social, tecnológico, económico, ambiental, político y cultural que se han sucedido en las últimas dos décadas, así como cambios en la estructura y organización de la unidad familiar que reducen el número de hijos por pareja y mantienen a la mujer más horas fuera del hogar han afectado la vida de la población y han impulsado cambios en la cantidad y calidad de las demandas en relación con los alimentos que se consumen. Consecuentemente, en existe un gran interés por los productos listos para el consumo, de fácil preparación, con un menor contenido en aditivos o libre de ellos y con una calidad nutritiva y sensorial similar a los alimentos tradicionales.

La mejora en el estándar de vida junto al aumento del consumo de los hogares son factores que traccionan la demanda de productos de preparación sencilla y rápida con una larga vida comercial como los platos precocinados, los productos de IV y V gama y otros alimentos “listos para comer”. Parte de esta demanda procede de hoteles y restaurantes y las cadenas de comida rápida, sectores que requieren volúmenes mayores de estos productos (Lima Da Silva 2012). El consumo de platos preparados en los países desarrollados aumentó de forma continuada en los últimos años y se mantiene como uno de los segmentos del mercado más dinámicos de la alimentación con tasas de crecimiento de dos dígitos en la mayoría de los distintos segmentos que componen este amplio mercado (Díaz et al., 2008).

Según Albisu (2017), en Europa el consumo de platos preparados alcanzó los 14,26 kg por persona en el año 2017, siendo las carnes el segundo segmento de los platos preparados más consumidos (15,5 %).

De acuerdo a lo expuesto, el sector de la carne vacuna tiene la posibilidad de aplicar tecnologías de procesamiento que permitan agregar valor a sus productos mediante la elaboración de comidas listas para consumir con características sensoriales que se asemejen a los platos preparados al momento.

1.1.5. Calidad en carne cocida

1.1.5.1. Músculo *semitendinosus*

Los cortes vacunos más usados en la preparación de platos listos para el consumo son *biceps femoris* (colita de cuadril) y *semitendinosus* (peceto).

El músculo *semitendinosus* se localiza en la parte posterior del cuarto trasero bovino (Figura 1.1.5.1), y se clasifica como corte de blandura intermedia con alto contenido de colágeno (Felicio, 1997; Powell et al., 2000; Silva, 2004; Manhani, 2006). Sin embargo, la mayor homogeneidad a lo largo de la pieza y el costo viable hace que el peceto sea un corte muy usado en la gastronomía (Moraes 2016).



Figura 1.1.5.1. Imagen del m. *semitendinosus* (corte comercial “peceto”) y su ubicación en la media res.

La composición porcentual del peceto, aproximadamente es de 74 % agua; 23 % proteínas; 1,9 % grasas y 1 % cenizas (ARGENFOODS, 2011). Además, el peceto bovino contiene aproximadamente 4,5 % (en base seca) de tejido conectivo (Della Torre y Beraquet, 2005).

Según Powel et al. (2000) en piezas cárnicas de contenido de tejido conectivo intermedio, como lo es el m. *semitendinosus*, el método de cocción que mejoraría la palatabilidad del producto cocido sería la inmersión en agua o en presencia de vapor, por tiempo prolongado.

1.1.5.2. Factores tecnológicos

El proceso de cocción de los alimentos implica una serie de cambios importantes. El calor produce ruptura de los complejos orgánicos de mayor tamaño que componen los alimentos, haciéndolos aptos para el consumo humano. En las carnes, el calentamiento produce coagulación de las proteínas, afectando a la textura y al color.

La textura de la carne es afectada por el contenido de tejido conectivo y de las proteínas miofibrilares (Nikmaram et al., 2011; Sarcinelli et al., 2007). La solubilidad del colágeno y la reducción de la adhesión entre las fibras musculares son cambios que se producen lentamente, como resultado de la cocción (Nikmaram et al., 2011). Por lo tanto, los tiempos de cocción prolongados pueden hacer que los cortes de carne con alto contenido de colágeno tengan una mejor palatabilidad (Ruíz, 2010; Powell et al., 2000). Sin embargo, tratamientos térmicos empleando tiempo mayores a 7 h dan resultados similares a una cocción con menor tiempo y temperaturas mayores a 80 °C aumentando el potencial de pérdida de humedad y proteínas miofibrilares más duras, lo que causa reducciones en el rendimiento y el ablandamiento de la carne (Tornberg, 2005). De esta manera, la jugosidad también se reduce ya que la sensación de humedad se pierde durante la masticación inicial (Szczesniak, 1998).

Desde el punto de vista gastronómico, la carne es una materia prima que representa el mayor costo en las comidas preparadas. Su cocción promueve cambios de su color, sabor y textura debido a la desnaturalización proteica (Christensen, 2011; Tornberg, 2005; Nikmaram et al., 2011), que es afectada por el tiempo y, especialmente, por la temperatura de cocción (Ruiz et al., 2013).

Como se mencionó anteriormente, las condiciones de procesamiento de la carne afectan la textura y a los atributos sensoriales impactando sobre la aceptación por el consumidor. Felicio (1997) y Powell (2000), señalan que en la cocción de cortes con elevado contenido de tejido conectivo, como es el músculo *semitendinosus*, se obtienen mejores resultados de terniza cuando el producto cárnico se somete a cocción en presencia de agua o vapor.

Felicio (1997) reportó que para obtener un producto con las propiedades organolépticas adecuadas, dependiendo del tipo de músculo, se debe controlar en la cocción la temperatura, la humedad, el tiempo y la temperatura final en el interior de la pieza cárnica. En el rango de temperaturas de 70 a 90 °C ocurre un aumento del espacio extracelular que puede influir tanto en la jugosidad y en la terniza de los productos cárnicos (Silva et al, 2007).

1.1.5.3. Características organolépticas

La calidad sensorial de un alimento es el conjunto de sensaciones experimentadas por una persona cuando lo ingiere, las cuales se relacionan con características del producto como su color, sabor, aroma y textura. Estos atributos influyen en la decisión del consumidor en el momento de elegir un producto (Carduza et al., 2001).

Los parámetros organolépticos en las carnes pueden ser evaluados por métodos objetivos, a través de técnicas instrumentales; y subjetivos, mediante un panel de jueces entrenados o semientrenados (Carduza et al., 2001). Desde el punto de vista del consumidor, el color, la terniza, la jugosidad y el sabor son los principales factores que influyen en la elección y aceptación final de un producto cárnico cocido.

1.1.5.3.1. Color

Las investigaciones realizadas sobre el color de las carnes y sus derivados, resultan de gran relevancia debido a que es el primer parámetro de calidad que los consumidores evalúan (Dominguez-Hernandez et al., 2018). Según Almada et al. (2011), el análisis de color en forma objetiva, a través de un colorímetro, se realiza empleando el sistema CIE-Lab, el cual se basa en estándares de iluminación y cálculo de coordenadas L*(Luminosidad), a*(rojo-verde) y b*(amarillo-azul).

La pigmentación roja de la carne cruda se debe a la mioglobina (Mb), proteína con grupo hemo sarcoplásmica soluble en agua. Dependiendo del estado químico del hierro de la Mb, se

distinguen tres formas básicas del pigmento: Mb propiamente dicha (con grupo heme, Fe^{+2}) que proporciona a la carne el color rojo púrpura, Mb oxigenada u oximioglobina (comparte electrones con el oxígeno muscular) que confiere a la carne color rojo-brillante y Mb oxidada o metamioglobina (Fe^{+3}) que da a la carne el color pardo. Entre las tres formas, se establecen interacciones que permiten convertirse una en otras hasta que, con el tiempo, la Mb se oxida irreversiblemente (Ordóñez et al., 2005).

Como se mencionó con anterioridad el proceso de cocción provoca varios cambios en la apariencia y en las propiedades físicas de las carnes y productos cárnicos. Estos cambios incluyen la decoloración de las carnes, debido a la oxidación de los grupos hemo. La desnaturalización térmica de Mb es un proceso que no ocurre necesariamente en un determinado punto, pero más bien ocurre en un reducido rango de temperatura (Bernofsky et al., 1959; Bowers et al., 1987). Entre los 40 y 60 °C se produce la desnaturalización de la mioglobina (Christensen et al., 2011). Con el tiempo de cocción, ocurre aumento de la pérdida del contenido de pigmentos rojos y se produce un aumento de la intensidad del rojo-pardusco (Surendranath et al., 2016; García-Segovia, et al., 2007). La superficie de la carne cocida adquiere color marrón, mientras que el color interno variará dependiendo de la intensidad de la cocción (Mancini y Hunt 2005). Además, a mayor velocidad de aumento de temperatura, durante la cocción, la carne cocida tiende a quedarse más rojiza y pálida (Charley y Weaver, 1997).

Otros factores que contribuyen a la tonalidad marrón de las carnes cocidas son los productos resultantes de la caramelización de los azúcares y de la reacción del tipo no-enzimática (Maillard) (Ordóñez et al., 2005; Fox, 1994).

Los consumidores asocian el cambio de color de la carne de rojo (crudo) a marrón (cocido) según el grado de cocción relacionándolo a la seguridad del producto (Holownia et al., 2003; Mancini y Hunt, 2005; King y Whyte, 2006; Suman et al., 2014). De acuerdo a ello, los mismos consideran la carne cocida adecuadamente aquella con aspecto pálido, seco y marrón grisáceo, mientras que, la carne “mal cocida” es de color rosa rojizo y húmedo (King y Whyte, 2006).

1.1.5.3.2. Terneza

La terneza es una característica sensorial de la carne, multidimensional, principalmente relacionada con su dureza y desmenuzabilidad. Además, este parámetro varía dependiendo de la especie, sexo, edad, variables post-mortem y procesamientos tecnológicos (Almada et al., 2011). Desde el punto de vista de los consumidores, la terneza es uno de los parámetros más importantes en la calidad de la carne (Xiong et al., 2006).

El tratamiento térmico puede disminuir o aumentar la dureza de la carne, dependiendo de diversos factores, como la temperatura alcanzada y el corte cárnico. En general la cocción produce ablandamiento al convertir el colágeno en gelatina, pero también provoca coagulación y endurecimiento de las proteínas miofibrilares, ambos efectos dependen del tiempo y de la temperatura de cocción (Laakkonen et al., 1970). Para el ablandamiento del colágeno, el tiempo es más importante, mientras que para el endurecimiento de las miofibrillas, la temperatura es el factor más crítico.

Dominguez-Hernandez et al. (2018) señalan la importancia de someter las carnes a bajas temperaturas y largos tiempos para lograr debilitamiento completo del colágeno como mecanismo de ablandamiento en las carnes cocidas. Además, los autores señalan que los factores, edad del animal y tipo de músculo cárnico, influyen en el tejido conectivo sobre la terneza de la carne. Sin embargo, las medidas de fuerza de corte de la carne cocida no proporcionan una medida directa de la contribución del tejido conectivo, por lo que los resultados no pueden generalizarse. Según Ordóñez et al., (2005) si la temperatura se mantiene en el rango de 57 a 60 °C durante cierto tiempo, es posible ablandar el tejido conectivo sin endurecer las proteínas miofibrilares. Por esta razón, cuando la carne tiene alto tejido conectivo, se aconseja tiempos de cocción prolongados y temperaturas bajas. El aumento de temperatura durante la cocción afecta a la estructura de las proteínas de diferente forma dependiendo de la temperatura alcanzada. En primer lugar, entre 54 - 58 °C se producen cambios en la estructura de la miosina, entre 65 - 67 °C es afectada la estructura del colágeno y las proteínas sarcoplásmicas y por último, temperaturas de 80 - 83 °C modifican la estructura de lactina (Hamm, 1969; Christensen et al., 2000).

Según Powell et al. (2000), cuando se aplican tratamientos térmicos a bajas temperaturas y largos tiempos se logra una desnaturalización progresiva de las proteínas y del tejido conectivo, confiriendo terneza y jugosidad en los productos cárnicos cocidos.

El método instrumental más usado para medir ternura en las carnes es el mecánico, el cual consiste en un corte mediante una cizalla Warner Bratzler. Cuanto mayor es la fuerza empleada para el corte, mayor es la dureza de la carne (Dominguez-Hernandez et al., 2018).

1.1.5.3.3. Flavor

El sabor de la carne cocida se atribuye a los productos de la reacción de Maillard y a la degradación oxidativa de los lípidos (Mottram, 1998; Shahidi, 2002). La ruptura del tejido y la desnaturalización de las proteínas durante la cocción, modifican la estructura de la mioglobina, liberando hierro, que funciona como un catalizador para la oxidación lipídica (Araújo, 2004; Weiss et al., 2010). En carnes cocidas, la oxidación lipídica se denomina *warmed over flavor* (WOF) en español “sabor de recalentado” (Shahidi 2002; Varnam y Sutherland, 1995; Stapelfeldt et al., 1993). Este parámetro puede ser cuantificado a través de la medición de productos secundarios de la degradación, los malondialdehídos (Bruna et al., 2001). Además, el término *WOF* comprende los sabores extraños de “rancio”, “oxidado”, y “metálico” (Torres et al., 1989; Tarladgis et al., 1960;) los cuales pueden ser perceptibles a partir del tercer día de almacenamiento en refrigeración a 4 °C (Gonçalves, 2009).

1.2. Tecnología sous-vide en productos cárnicos

De acuerdo con Tucker (2004), para agregar valor a un producto existente es necesario realizar mejoras en el proceso de elaboración y de envasado, perfeccionar el proceso para fabricar el mismo producto con mejor calidad.

Los métodos de conservación se usan con el objetivo de mejorar y/o mantener la calidad de los productos alimenticios (Aberle, 2001). La aplicación de tratamientos térmicos es la forma más extendida de conservación de los alimentos, desde la clásica cocción diaria en los hogares hasta los procesamientos térmicos con múltiples controles de proceso (Barbosa-Canovas et al., 2014).

El procesamiento térmico de las carnes crudas es necesario para destruir los microorganismos y los patógenos, que pueden ser una fuente importante para varias enfermedades transmitidas por alimentos. Por un lado, el tratamiento de esterilización permitió la aparición de platos preparados en conserva, cocción a partir de recetas tradicionales y con una amplia vida comercial sin necesidad de refrigeración. Este tratamiento

resulta muy agresivo con las propiedades nutricionales y sensoriales de los alimentos, causando rechazo en parte de los consumidores. Por otra parte, la pasteurización se emplea en la producción platos preparados permitiendo conseguir olores y sabores más parecidos a los alimentos recién cocinados, al mismo tiempo que reduce el daño térmico de nutrientes. Sin embargo, la fecha de caducidad es reducida y se requiere aplicar una refrigeración o congelación para la conservación de las comidas pasteurizadas.

Mediante los nuevos avances en los sistemas de refrigeración y en respuesta a los nuevos hábitos de consumo, la industria implementó paulatinamente tecnologías de cocción, enfriamiento y envasado que garantizan la calidad higiénica de los alimentos y prolongan su vida útil minimizando las alteraciones en los mismos.

Entre estas técnicas se puede mencionar el grupo de tecnologías denominadas Cook-Chill (cocción-refrigeración), surgidas como respuesta a la demanda de los mencionados sectores de hotelería, restaurantes y servicios de catering (denominado circuito HORECA en países europeos). Los sistemas Cook-Chill permiten obtener alimentos listos para consumo, en porciones individuales envasadas al vacío, conservados en condiciones de refrigeración o congelación y que deben ser calentados antes de servir. Los alimentos elaborados, preparados en base a carne bovina, aviar, pescado y también vegetales, son apreciados por los consumidores por sus características organolépticas y sensoriales.

Dependiendo del volumen de producto que se elabore y de sus características, se emplean distintos sistemas Cook-Chill, entre éstos el método de cocción sous-vide (en español “bajo vacío”), es uno de los sistemas de cocción-pasteurización más desarrollado y estudiado en las últimas décadas. La técnica de cocción sous-vide fue desarrollada por el chef Geroge Pralus, a mediados de 1970 en Francia, a partir de una técnica culinaria denominada cuisson en papillote que incluía a los alimentos cocidos envueltos en papel y permitía mejorar el sabor y la textura de los mismos.

El sistema de cocción sous-vide en sus comienzos sólo se implementó en cocinas centralizadas (restaurantes, hoteles, hospitales, etc.) pero luego se extendió a plantas industriales de fabricación de alimentos como tecnologías de procesamiento térmicos.

La tecnología sous-vide consiste en la aplicación de un tratamiento de cocción-pasteurización controlada a alimentos crudos o parcialmente cocidos envasados al vacío en envases herméticamente sellados, enfriados en forma rápida y finalmente almacenados a

temperaturas de refrigeración, entre 0 - 3°C (Creed, 1998). De esta forma, se consigue reducir la pérdida de agua durante la cocción, conservar la calidad sensorial y nutricional de los alimentos y extender la vida comercial del producto con respecto a otros métodos de cocción-refrigeración (Church y Parsons, 1993). De acuerdo a Mason et al. (1990), es posible aumentar la vida útil de algunos productos de 5 a 21 d utilizando un sistema de cocción-pasteurización sous-vide.

En la Figura 1.2.A puede visualizarse las etapas típicas de un proceso sous-vide. La elaboración de diversos platos preparados a base de carne y pescado mediante sous-vide se observa en la Figura 1.2B.

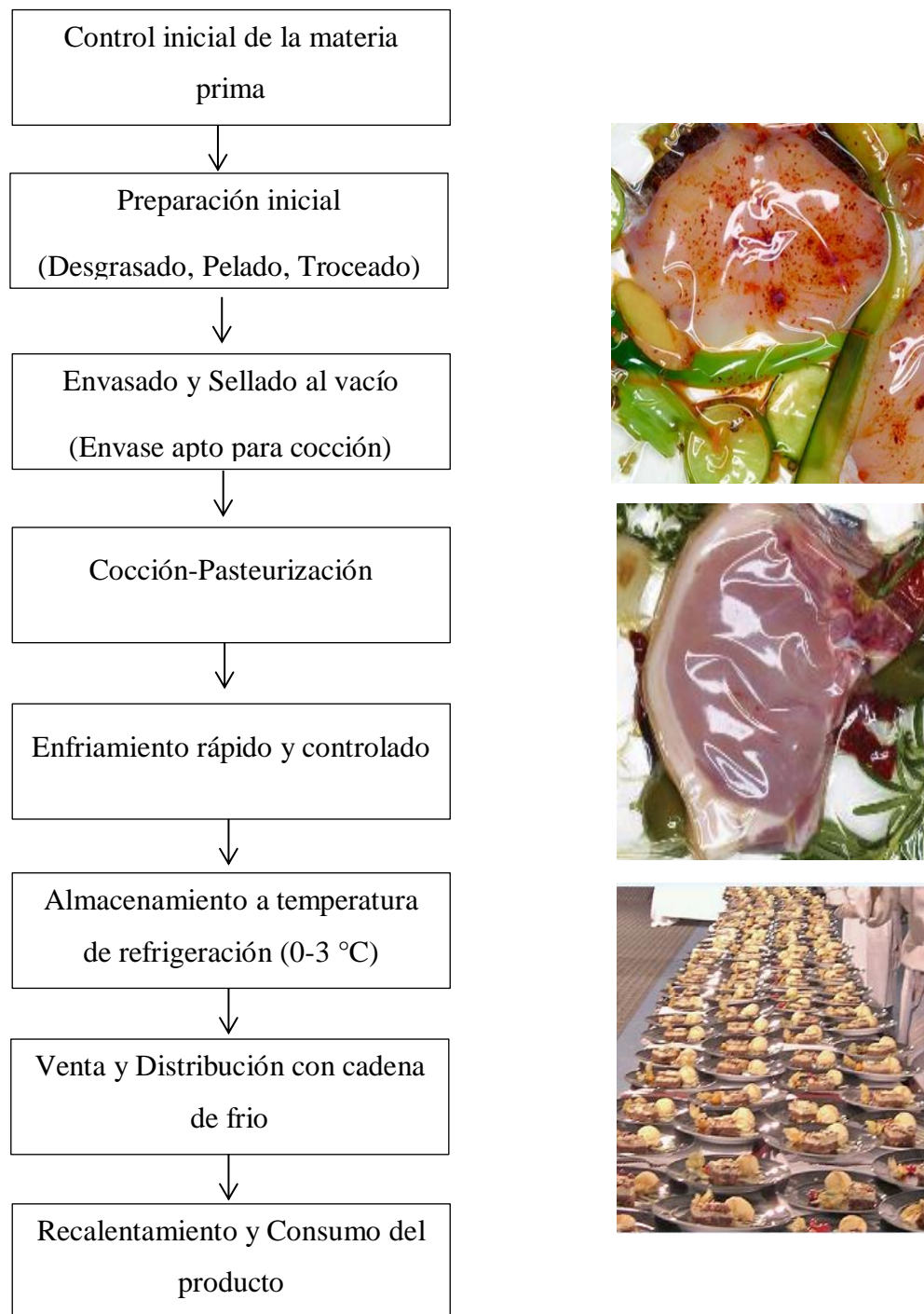


Figura 1.2 A. Etapas del sistema de cocción-pasteurización sous-vide (Ormando, 2010). B. Platos preparados a base de carne y pescado mediante sistema sous-vide.

Diversas investigaciones aplican sistema sous-vide a productos a base de carne vacuna (Falowo et al., 2017; Botinestean et al. 2016; James y Won Yang, 2012; Szerman et al., 2012;

Vaudagna et al. 2008; García-Segovia et al., 2007). Asimismo, diversos estudios analizaron la cocción sous-vide en carne porcina (Kiyoungh et al., 2018; Becker et al., 2016; Sánchez del pulgar et al., 2012; Díaz et al., 2008) y también en la carne aviar (Eun Hong et al., 2015)

En Argentina se está empleando la tecnología sous-vide como herramienta para la diversificación de productos refrigerados listos para consumir, principalmente la elaboración de platos a base de carne bovina (Parzanese, 2014).

1.2.1. Principales aspectos del proceso sous-vide

Como se mencionó, la cocción sous-vide tiene como principales objetivos prolongar la vida útil y minimizar el daño térmico para obtener así productos seguros y de alta calidad nutritiva y sensorial. Desde el punto de vista sensorial, la transformación del colágeno en gelatina gobierna la elección del tratamiento térmico (temperatura/tiempo) adecuado en las carnes. Sin embargo, es importante no descuidar la seguridad y emplear tratamientos equivalentes a los de pasteurización para asegurar la conservación de los platos cocinados durante largos periodos de almacenamiento. Por ello, resulta indispensable establecer una relación temperatura/tiempo óptima con el fin de alcanzar un equilibrio entre la seguridad y la calidad sensorial y nutricional de los platos cocinados.

En la actualidad existe una gran diversidad de envases para alimentos preparados, como los contenedores de porciones individuales, bolsas para envasado al vacío, bandejas para alimentos congelados y refrigerados, bolsas flexibles, bandejas rígidas y las bolsas termorresistentes para cocción. Por lo tanto, previo a la elección del tipo de envase será necesario establecer las condiciones y propiedades que debe presentar el material que lo compone. En primer lugar, es necesario que posea una permeabilidad muy baja a los gases (fundamentalmente O₂) y al vapor de agua. Esta característica evita o disminuye las pérdidas de peso por evaporación e impide la volatilización de compuestos aromáticos que influyen en la calidad sensorial. Otra condición imprescindible del material es presentar resistencia térmica, al menos a las condiciones de temperatura de pasteurización. Por otro lado, garantizar un correcto sellado de las películas plásticas es fundamental para evitar la contaminación durante la manipulación o almacenamiento del producto.

Por otra parte, en el proceso sous-vide resulta importante definir las condiciones de tiempo y temperatura del tratamiento de cocción-pasteurización evaluando previamente cual

es el riesgo microbiológico implicado que se debe evitar. Schellenkens (1996) señala que la temperatura empleada debe superar los 65 °C con el fin de inactivar células vegetativas y destruir la microflora inicialmente presente en el alimento (*Pseudomonas* spp., *Enterobacteriaceae*, *Lactobacillus* spp., y otras bacterias potencialmente patógenas no formadoras de esporas)

Los microorganismos patógenos de mayor relevancia en alimentos sous-vide son *Clostridium botulinum* y *Listeria monocytogenes* ya que son anaerobios estrictos y facultativos; respectivamente, poseen elevada resistencia térmica y son capaces de crecer a temperatura de refrigeración. Por lo tanto, existen protocolos a nivel internacional de cocción-pasteurización sugeridos, en base a estos microorganismos, para la elaboración de productos cocidos refrigerados.

Según Gaze et al. (1989), el tratamiento mínimo recomendado para asegurar 6 reducciones decimales para *Listeria monocytogenes* es de 70 °C durante 2 min en el punto de mínimo tratamiento del producto (PMT), previniendo de esta manera la destrucción de vitaminas termolábiles y promoviendo una menor pérdida de jugosidad en los alimentos procesados (ACMSF, 1992). Esta combinación de temperatura/tiempo de pasteurización sugerida también fue aplicada por Hansen et al. (1995); Nyati (2000); Szerman et al. (2007, 2008, 2012) y Vaudagna et al. (2008) en el procesamiento de piezas cárnicas.

A nivel nacional, el marco legal vigente define, en el artículo 156 tris (Res. Conj. N° 193/2012 SPReI y 826/2012 SAGyP) del Código Alimentario Argentino (2017), comida preparada como: “elaboración culinaria resultado de la preparación con o sin cocción de uno o varios productos alimenticios de origen animal o vegetal, con o sin adición de otras sustancias autorizadas para el consumo. Podrá presentarse envasada o ser fraccionada a la vista del consumidor en el momento de ser dispensada, y estar dispuesta para el consumo directamente, o bien tras su calentamiento”.

En cuanto a las normas microbiológicas establecidas la legislación clasifica las comidas preparadas en cuatro grupos distintos, según el tipo de tratamiento y formulación que presenten: grupo I: comidas preparadas sin tratamiento térmico; grupo II: comidas preparadas con tratamiento térmico que incluyan posteriormente ingredientes no sometidos a tratamiento térmico; grupo III: comidas preparadas con tratamiento térmico que reciban un proceso de manipulación post tratamiento térmico tal como cortado, mezclado, feteado, envasado, entre otros; grupo IV: comidas preparadas que al final de su elaboración hayan sido sometidas en su

conjunto a un proceso térmico. En todos los casos las especificaciones microbiológicas para platos preparados comprenden el control de aerobios mesófilos totales y *Enterobacteriaceae*, indicadores de condiciones de higiene inadecuadas, como *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* y patógenos como *Salmonella* spp., y *Listeria monocytogenes*. Dependiendo de la categoría en la cual se incluya el producto, varían los límites de recuentos o el número de muestras que pueden ser positivas. Asimismo, cuanto mayor sea el riesgo que presente el producto debido al tipo de tratamiento recibido durante su elaboración, más rigurosos serán los límites indicados por la norma (Parzanese, 2014).

En relación a la vida útil de un producto cocido, la misma estará determinada en función de la combinación temperatura/tiempo aplicado y de las condiciones del almacenamiento (Díaz et al., 2008).

1.2.2. Ventajas del proceso sous-vide

Desde el punto de vista tecnológico, la aplicación de cocción sous-vide en la industria del catering permite la reducción de costos, aumento de la productividad, empleo de personal menos cualificado, mayor variedad y disponibilidad de platos cocinados (Creed, 2001). Asimismo, las características del método sous-vide permiten planificar la producción con suficiente antelación y trabajar así de forma más eficiente. A diferencia de la cocina tradicional donde la producción se realiza de forma ininterrumpida, la cocción sous-vide permite trabajar en horas fijas sin tener picos de actividad entre comidas, utilizando menos equipos durante periodos más largos. El gran interés reside en la posibilidad de tener una producción centralizada y evitar así la duplicación de equipos y el reparto de mano de obra cualificada por pequeñas cocinas adyacentes.

En cuanto a los aspectos nutricionales, los suaves tratamientos térmicos y el envasado al vacío del sistema sous-vide hace que esta tecnología sea un método de cocción capaz de obtener alimentos con alta calidad nutricional (Schellenkens, 1996). La principal diferencia nutricional de los alimentos sous-vide con respecto a los cocinados mediante otros sistemas de cocinado-refrigeración reside en el contenido de vitaminas y minerales (Díaz et al., 2008). Schellenkens (1996) señala que una de las principales ventajas del envasado al vacío de los alimentos cárnicos es la reducción de la oxidación de lípidos y de formación de compuestos secundarios mejorando la calidad y aceptabilidad del producto. El envasado hermético permite que los aromas no se pierdan durante la cocción, reduciendo así el empleo de

potenciadores de sabor y favoreciendo la elaboración de platos más saludables (Botinestean et al., 2016; Vaudagna et al 2002).

Las temperaturas bajas y los tiempos largos empleados en el proceso de cocción sous-vide evitan el daño térmico, obteniendo alimentos con una textura mejorada con respecto a otros métodos de cocción convencionales (Botinestean et al., 2016; Díaz et al., 2008; Vaudagna et al 2002). Por otro lado, la cocción de los alimentos en un envase hermético evita la pérdida de compuestos volátiles que intervienen en la percepción del olor y sabor (Botinestean et al., 2016; Vaudagna et al., 2002).

La cocción sous-vide es capaz de extender la vida útil en productos preparados listos para consumo refrigerados o congelados con respecto a otros métodos más tradicionales (Mason et al., 1990). La baja tensión de oxígeno presente en el envase inhibe el crecimiento de microorganismos aerobios causantes del deterioro, así como la oxidación de lípidos que pueden generar olores y sabores desagradables durante el almacenamiento (Church y Parsons, 1993). Según Mason et al. (1990) y Bertelsen (1996), en los productos cárnicos cocidos de manera convencional es destacable el desarrollo de olores y sabores WOF que limitan su aceptabilidad.

Resulta interesante resaltar que la tecnología sous-vide permite la ampliación de la oferta comercial de productos refrigerados listos para consumo en base a carne, ya que permite ofrecer al consumidor comidas preparadas y refrigeradas, que mantienen las propiedades sensoriales y nutricionales de la carne cocida de forma tradicional (Parzanese, 2014). Además, promueve una mayor vida útil respecto a los alimentos cocidos en forma convencional (sin envasado al vacío).

1.2.3. Desventajas del proceso sous-vide

Uno de los mayores inconvenientes en el empleo del sistema sous-vide es el requerimiento de un análisis previo de los riesgos microbiológicos implicados en la elaboración del alimento para establecer las condiciones adecuadas de tiempo y temperatura para el tratamiento de cocción-pasteurización. Asimismo, se requiere de un estricto control en toda la cadena de frío, desde la finalización del proceso de cocción hasta el consumo del producto.

2. HIPÓTESIS

2. HIPÓTESIS

Es posible diversificar la oferta de productos cárnicos mediante la elaboración de un producto de calidad listo para consumir a partir de vaca de refugio proveniente de sistemas de producción con inclusión de taninos de origen natural (*Schinopsis balansae*).

3. OBJETIVOS

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

El presente trabajo de tesis doctoral propone una alternativa para diversificar la oferta de productos a partir de vaca de refugio, categoría de bajo valor comercial, combinando estrategias de producción y de procesamiento a fin de promover la mejora en la calidad y vida útil de la carne. Por lo tanto, se plantea estudiar la incorporación de taninos de origen natural a la dieta, como promotores de modificación ruminal, y la aplicación de tecnología sous-vide para la obtención de producto listo para consumir.

3.2. Objetivos específicos

Para alcanzar el objetivo general se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar la influencia de la suplementación con taninos en dietas bases (campo natural y silo de sorgo) suministrada a vacas de refugio sobre la composición química y el perfil lipídico del músculo *semitendinosus* cocido sous-vide finalizado el proceso de cocción.
- Evaluar la influencia de la suplementación con taninos en dietas bases (pastura y confinamiento) sobre las características fisicoquímicas, oxidativas, microbiológicas y sensoriales durante el almacenamiento refrigerado ($1 \pm 0,5$ °C) en el músculo *semitendinosus* cocido sous-vide de vacas de refugio.
- Evaluar la influencia del tiempo de almacenamiento refrigerado ($1 \pm 0,5$ °C) en el músculo *semitendinosus* cocido sous-vide de vacas de refugio sobre sus características fisicoquímicas, oxidativas, microbiológicas y sensoriales.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4. MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación se describen las etapas involucradas en la investigación desarrollada en la presente tesis; a saber: actividades de campo, faena, desposte de las medias reses, recolección de las muestras, aplicación del procesamiento *sous-vide* al músculo *semitendinosus*, análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales.

4.1. Etapa de campo

La etapa a campo se realizó en las instalaciones de la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Concepción del Uruguay, situada en la provincia de Entre Ríos, República Argentina perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

4.1.1. Animales

Se utilizaron 48 vacas categoría de refugo raza Hereford provenientes del rodeo experimental de la EEA. El mismo se constituyó por 300 vientres adultos y presentó un 10 % de refugo anual. Los animales seleccionados para las experiencias procedieron del grupo de vacas refugadas que no resultaron preñadas luego del último servicio. Todas ellas se destetaron hiperprecozmente (30-45 d posparto) e iniciaron el período de engorde sin los terneros.

Se realizaron dos experiencias a campo de forma independiente, en dos años consecutivos. En cada una de las mismas se utilizó un total de 24 vacas de refugo, las cuales se distribuyeron homogéneamente en dos grupos de 12 animales cada uno a fin de realizar el tratamiento de suplementación propuesto en este estudio. En ambas experiencias, se tomó al animal como unidad experimental.

La primera experiencia se llevó a cabo en el año 2015 y cada grupo de animales se asignó aleatoriamente a dos potreros diferentes donde recibieron en comederos lineales (40 cm/animal) los siguientes tratamientos de suplementación:

Suplementación sin taninos (SST): Dieta a base de forraje de campo natural (CN), dominado por especie C4, con suplementación energética / proteica a base de maíz molido, urea de liberación lenta y pre mezcla mineral.

Suplementación con taninos (SCT): Ídem al tratamiento SST, con incorporación de taninos de quebracho colorado (*Shinopsis balansae*) en polvo a una ración de 2 g/100 g MS. Al inicio de la experiencia los animales pesaron 430 ± 43 kg y tenían 6 ± 2 años de edad.

La segunda experiencia se realizó en el año 2016 y cada grupo de animales se asignó aleatoriamente a dos tratamientos de suplementación en comederos lineales (40 cm/animal):

Suplementación sin taninos (SST)= Dieta a base de silo de sorgo de planta entera (SISOPE) con suplementación energética / proteica a base de maíz molido, urea de liberación lenta y pre mezcla mineral.

Suplementación con taninos (SCT)= Ídem al tratamiento SST con incorporación de taninos de quebracho colorado (*Schinopsis balansae*) en polvo a una ración de 2 g/100 g MS.

En esta experiencia las vacas inicialmente pesaron 455 ± 40 kg y tenían 8 ± 3 años de edad.

En ambas experiencias, cuando las vacas alcanzaron una condición corporal igual o mayor a 6 puntos (escala de 1 a 9) y el grado de terminación deseado (6 mm de espesor de grasa dorsal, EGD) se enviaron a la planta frigorífica para su sacrificio. El EGD se midió a la altura del 12^{avo} espacio intercostal mediante imagen brindada por un ecógrafo de tiempo real modelo Falcovet 100 (PieMedical, Holanda) equipado con un transductor lineal de 3,5 Mhz y 20 cm de largo utilizando aceite vegetal como acoplante.

4.1.2. Alimentación

En la tabla 4.1.2 se presenta la composición de la suplementación suministrada a las vacas de refugio para cada tratamiento estudiado (SST y SCT, respectivamente).

La formulación de la suplementación fue la misma para cada etapa experimental ensayada, la cual se preparó y suministró en relación al 1 % del peso vivo del animal una vez por día durante todo el ensayo.

Los taninos utilizados fueron una mezcla comercial de complejos de polifenoles / catequinas de quebracho colorado (*Schinopsis balansae*) de alta concentración en taninos condensados. Los mismos se mezclaron con el resto de los componentes de la suplementación (maíz, urea de liberación lenta y pre mezcla mineral).

Tabla 4.1.2 Composición porcentual de la suplementación utilizada en cada uno de los tratamientos.

Componentes (%)	Tratamiento	
	SST ¹	SCT ²
Grano de maíz molido	96,5	94,5
Urea de liberación lenta	2,5	2,5
Taninos	-	2
Pre mezcla mineral	1	1

¹ SST: Suplementación sin taninos. ² SCT: Suplementación con taninos.

4.1.2.1 Determinaciones analíticas de los alimentos

Con el objeto de conocer la composición química y el perfil lipídico de los alimentos empleados en la alimentación a las vacas de refugio, en la tabla 4.1.2.1 se muestran los parámetros evaluados (dietas bases: CN y SISOPE; suplementaciones: SST y SCT).

Tabla 4.1.2.1 Parámetros analizados a los alimentos suministrados a las vacas de refugio y su metodología de referencia.

Determinación	Metodología
MS	De la Roza Delgado et al. (2002).
MO	AOAC 942.05 (1995).
LT	AOAC 920.39 (1995).
P	AOAC 981.10 (2007).
FDN	Goering H. y Van Soest P. (1970).
FDA	Goering H. y Van Soest P. (1970).
DIVMO	Tilley J. y Terry R. (1963).
AG	O'Fallon et al. (2007).
PT	AOAC 952.03 (1995).

MS: materia seca; MO: materia orgánica; LT: lípidos totales; P: proteínas; FDN: fibra detergente neutro; FDA: fibra detergente ácido; DIVMO: digestibilidad in vitro de la materia orgánica; AG: ácidos grasos; PT: polifenoles totales

A excepción de la determinación de polifenoles totales, realizados en el Laboratorio de calidad de alimentos, suelos y agua del Área de laboratorios la EEA INTA Pergamino, los análisis se llevaron a cabo en el Laboratorio de agroalimentos del Área de producción animal de la EEA INTA Concepción del Uruguay. Los resultados obtenidos pueden observarse en la Tabla 4.1.2.1.1 (composición química) y Tabla 4.1.2.1.2 (perfil lipídico).

Tabla 4.1.2.1.1 Composición química de los alimentos suministrados a las vacas de refugio.

Componente %¹	CN	SISOPE	SST	SCT
Materia Seca	43,15	36,35	88,50	88,50
Materia Orgánica	90,85	92,05	97,60	90,50
Lípidos totales	0,60	0,74	2,31	2,40
Proteína bruta	6,42	4,88	15,01	13,94
Fibra detergente neutro	63,75	56,82	39,21	32,37
Fibra detergente ácido	39,09	31,66	2,62	2,72
DIVMO	43,04	53,05	68,91	77,80
Polifenoles totales ²	1,78	1,41	0,44	2,03

DIVMO: Digestibilidad in vitro de la materia orgánica. CN: Campo natural. SISOPE: Silo de sorgo de planta entera. SST: suplementación sin taninos. SCT: suplementación con taninos. ¹ Resultados expresados en gramos de componente en 100 gramos de alimento. ² Datos expresados como peso equivalente de ácido tánico en 100 g de materia seca.

Tabla 4.1.2.1.2 Composición de ácidos grasos de los alimentos suministrados a las vacas de refugio.

AG (mg/100 g de alimento)	CN	SISOPE	SST	SCT
C12:0	8,05	11,43	0,40	0,40
C14:0	12,40	7,15	2,01	2,01
C16:0	220,40	135,50	354,12	348,65
C16:1	3,78	5,79	6,29	3,93
C18:0	36,23	201,97	65,23	60,26
C18:1 n-9 <i>cis</i>	71,43	398,92	753,51	737,16
C18:2 n-6 <i>cis</i>	199,61	226,58	1115,01	1028,49
C18:3 n-3	295,01	40,48	30,86	27,69

AG: Ácidos grasos. CN: Campo natural. SISOPE: Silo de sorgo de planta entera. SST: Suplementación sin taninos. SCT: Suplementación con taninos.

4.2. Etapa de faena, despostada y toma de muestras

Los animales se trasladaron en camión jaula desde la EEA Concepción del Uruguay hasta la planta frigorífica con 12 h antes a la faena y se los dejó descansar en los corrales hasta el momento del procesamiento de los mismos.

El sacrificio de los animales, y el posterior desposte de las medias reses, se realizó en el establecimiento oficial N° 2356 denominado “Carnes del Litoral S.A.” de la ciudad de Concepción del Uruguay, provincia de Entre Ríos, Argentina. El proceso se llevó a cabo cumpliendo con los requisitos higiénicos-sanitarios exigidos por el “Reglamento de

Inspección de productos, subproductos y derivados de origen animal” estipulado por el SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria), Argentina.

La faena se realizó dividiendo el total de las 24 vacas en dos grupos de 12, los cuales se faenaron con una semana de diferencia. En cada proceso de faena se realizó el sacrificio de 6 vacas provenientes del grupo con SST y los 6 restantes del grupo con SCT.

Al finalizar el sacrificio de los animales, las medias reses se llevaron a cámaras de enfriamiento (0 ± 2 °C) con circulación forzada de aire hasta el desposte de las mismas, el cual se realizó luego de 24 h.

Las medias reses izquierda, con un promedio de peso de 130 ± 12 kg, se transportaron a la sala de despostado donde se realizó la separación del músculo *semitendinosus* (m. *semitendinosus*), conocido comercialmente como “peceto”. Se pesó cada músculo, previamente retirando el tejido graso superficial, resultando un promedio de peso de $1,9 \pm 0,2$ kg.

Por fines operacionales, dado el volumen de muestras, cada m. *semitendinosus* se envasó al vacío en bolsas marca Cryovac®, modelo BB4L (permeabilidad al O₂ $30 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ h}^{-1} \cdot \text{bar}^{-1}$, al CO₂ $150 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ h}^{-1} \cdot \text{bar}^{-1}$ y al vapor de agua $20 \text{ g} \cdot 24 \text{ h}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{bar}^{-1}$, SealedAir Co., Buenos Aires, Argentina) y almacenaron a -18 °C hasta la realización del proceso sous-vide.

4.3. Etapa de procesamiento sous-vide del músculo *semitendinosus* y almacenamiento refrigerado del producto cárnico cocido

A continuación se describe la metodología utilizada en el procesamiento sous-vide y posterior almacenamiento refrigerado del m. *semitendinosus* de las vacas de refugio, que tuvo lugar en las instalaciones del Instituto Tecnología de Alimentos, Centro de Investigación de Agroindustria (ITA-CIA) del INTA, Morón, Buenos Aires, Argentina.

El procesamiento de cocción sous-vide se realizó siguiendo lo descrito por Szerman et al. (2012) (Figura 4.3). Para ello, todas las muestras de m. *semitendinosus* (congeladas previamente a -18°C) se descongelaron durante 48 h ($1 \pm 0,5$ °C). Los sectores y equipos, inclusive el almacenamiento refrigerado se mantuvieron bajo las condiciones adecuadas de

limpieza e higiene, a fin de cumplir con las buenas prácticas de manufactura exigidas por el Código Alimentario Argentino (CAA).

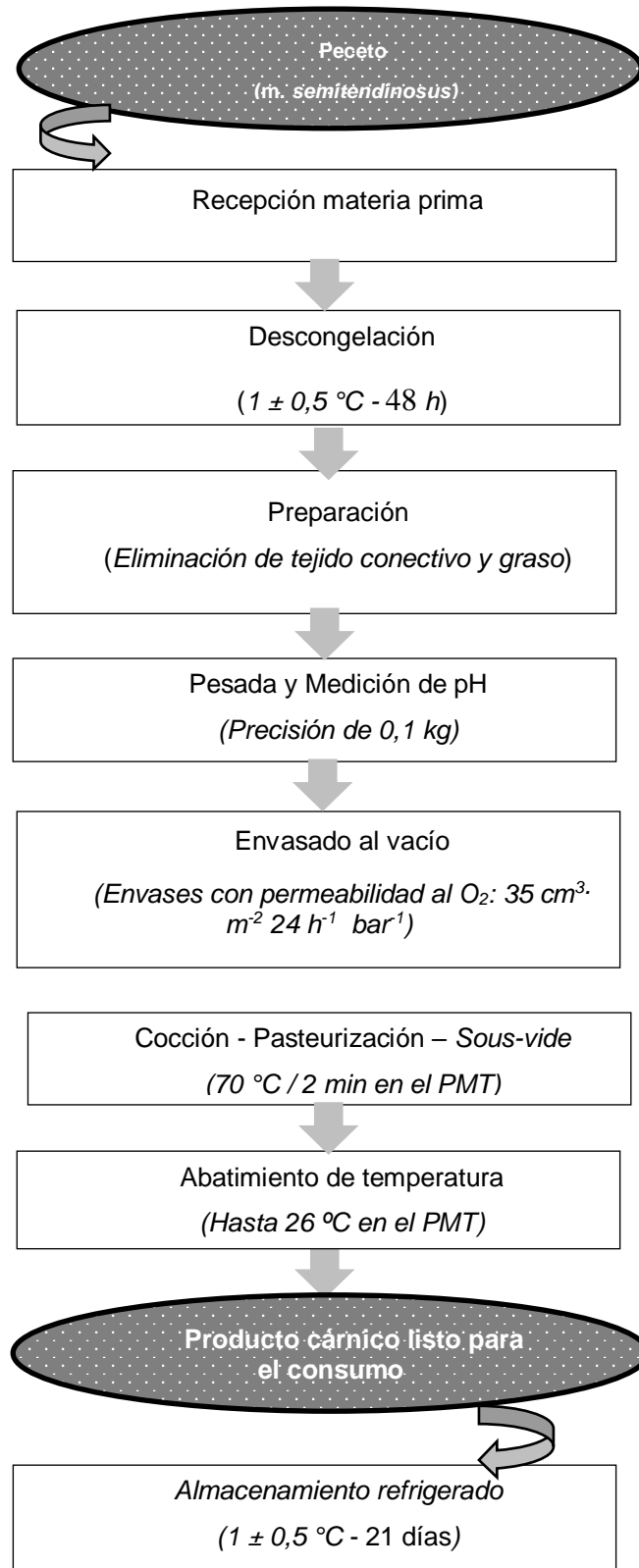


Figura 4.3. Diagrama de flujo del proceso sous-vide y almacenamiento refrigerado.

Cada m. *semitendinosus* fresco se acondicionó superficialmente eliminándose restos de tejidos conectivo y grasa, y se pesó en balanza electrónica modelo CPA34001P (capacidad de 34 kg, Sartorius, Göttingen, Germany). Posteriormente, cada uno de los mismos se envasó al vacío en bolsa marca Cryovac® modelo CN510 (permeabilidad al O₂ 35 cm³·m⁻²·24h⁻¹·bar⁻¹, Sealed Air Co., Buenos. Aires., Argentina), empleando envasadora doble campana modelo Maximax 800 (Rapivac, Buenos. Aires., Argentina)

Las muestras de m. *semitendinosus* se sometieron al proceso de cocción-pasteurización (sous-vide) en un equipo autoclave (Microflow Barriquand, Roanne, France). En el mismo se utilizó ducha de agua sobre el producto como elemento calefactor la que, a su vez, se calentó con vapor a través de un intercambiador externo.

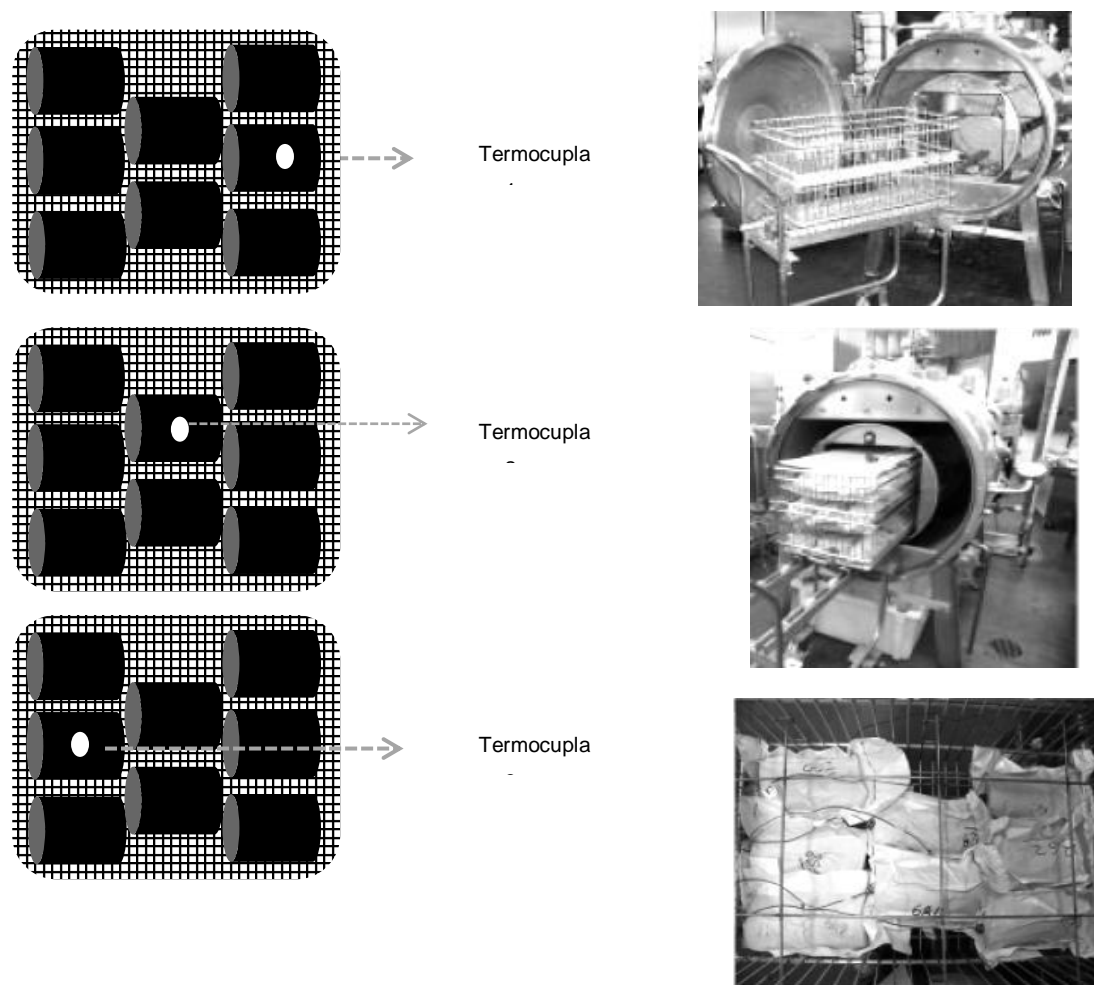
En el tratamiento térmico, se aplicó la combinación de temperatura/tiempo que correspondió al tiempo de muerte térmica sugerido por FAIR (1999) para alcanzar un reducción de 6D de *Listeria monocytogenes* (70 °C durante 2 min) en el punto de mínimo tratamiento (PMT). Cabe señalar que el tratamiento térmico elegido fue aplicado por Hansen et al. (1995), Vaudagna et al. (2008) y Szerman et al. (2012, 2008 y 2007).

La evolución de la temperatura y el tiempo se controló en el PMT de tres músculos (Figura 4.3.1.A y B) y en el interior de la cámara del autoclave, utilizando termocuplas tipo T. Las lecturas de las temperaturas se registraron a intervalos de 30 s mediante un multímetro digital modelo Hydra 2625A data logger (precisión de 0,1 °C, John FlukeMfg. Co., Inc., Everett, USA).

Inmediatamente luego de la cocción, el proceso culminó con el enfriamiento de los m. *semitendinosus* mediante agua fría hasta la temperatura de 26 ± 1°C en el PMT.

Luego del proceso de cocción-pasteurización sous-vide, el producto cárnico cocido se almacenó durante 21 d en cámara de frío bajo condiciones de refrigeración a 1 ± 0,5 °C.

Para el ensayo del almacenamiento refrigerado en los músculos *semitendinosus* cocidos; se seleccionaron aleatoriamente 3 músculos de cada tratamiento de suplementación (3 SST y 3 SCT), en intervalos de 7 d de almacenamiento



A

B

Figura Esquema de la distribución de los pecetos (m. *semitendinosus*) en el cesto de cocción y distribución de las termocuplas en los músculos elegidos. **B** Imágenes de los pecetos en el equipo autoclave durante el proceso.

4.4. Parámetros evaluados en el producto cárnico cocido sous-vide

A continuación se describen las metodologías utilizadas en las determinaciones analíticas realizadas sobre el m. *semitendinosus* cocido sous-vide y durante el almacenamiento refrigerado ($1 \pm 0,5$ °C) a intervalos de 7 d.

Los análisis de composición química (humedad, grasa y proteínas), y la composición de los ácidos grasos, se llevaron a cabo en el Laboratorio de Análisis de Agroalimentos del Área de Investigación en Producción de Animal de la EEA del INTA Concepción del Uruguay, Entre Ríos. El resto de las determinaciones analíticas se realizaron en los

laboratorios de las Áreas de Análisis físicos y Sensoriales, Protección de Alimentos y Procesamiento de Alimentos; pertenecientes al ITA-CIA del INTA Morón, Buenos aires.

4.4.1. Análisis físico-químicos

4.4.1.1. Merms por cocción

Las merms debido a la cocción se calcularon mediante la diferencia entre el peso inicial (antes de someter el m. *semitendinosus* a la cocción) y el peso final (luego de la cocción sous-vide) de cada músculo, respectivamente. En consecuencia, cada pérdida de peso, se expresó como un porcentaje del peso inicial, calculada según la siguiente ecuación:

$$\text{Merms por cocción (\%)} = \left[\frac{(P_i - P_f)}{P_i} \right] \times 100$$

Dónde:

P_i = peso inicial (m. *semitendinosus* crudo)

P_f = peso final (m. *semitendinosus* cocido)

4.4.1.2. pH

La determinación del pH se realizó de acuerdo a lo sugerido por Almada et al. (2011) en el extremo de cada m. *semitendinosus*. El mismo se midió en forma directa utilizando pHmetro con compensación automática de temperatura modelo 710A+ (precisión 0,05 a 20°C, ThermoOrion, Beverly MA, USA), empleando un electrodo de vidrio de penetración modelo 810BN Ross marca ThermoOrion y una sonda ATC marca ThermoOrion. Este se calibró con soluciones buffer de pH 4 y pH 7. Previo a la medición se realizó una punción en el extremo de la muestra hasta una profundidad de 3 cm. Posteriormente, se introdujo el electrodo en la parte punzada de la muestra. Se midió el pH por triplicado en cada una de las muestras y se calculó el valor promedio de cada uno para el análisis estadístico. La diferencia de pH se calculó entre el valor de pH del músculo cocido y el de pH del músculo crudo.

4.4.1.3. Color

La determinación instrumental del color se realizó sobre el m. *semitendinosus* siguiendo los lineamientos del AMSA (2012). Para ello se utilizó un colorímetro

espectrofotométrico portátil marca Chroma Meter, modelo CR400 (Konica Minolta, Ginseng, Japón). Las coordenadas L^* , a^* , b^* se midieron con iluminante D65 y un ángulo de 2° del observador (CIE, 1976) en cuatro puntos de la rodaja central (2,5 cm de espesor) por m. *semitendinosus*. Se calculó el valor promedio de cada una de las coordenadas en cada muestra ensayada.

4.4.1.4. Terneza instrumental

La determinación de terneza instrumental se realizó mediante la medición de la fuerza de corte Warner Bratzler siguiendo siguiendo la metodología propuesta por AMSA (1995). Se determinó la fuerza de corte sobre sobre diez cilindros (2,5 cm alto y 1,27 cm de diámetro) obtenidos de la rodaja central de 2,5 cm de espesor del m. *semitendinosus*, utilizando un dispositivo de cizalla Warner-Brazler (Chatllon, New York, USA) con una cuchilla triangular que midió la fuerza máxima de cizallamiento expresada en newton (N). Posteriormente, se calculó el valor promedio en cada muestra ensayada.

4.4.1.5. Composición química

4.4.1.5.1. Humedad

La humedad se determinó por duplicado de acuerdo al método gravimétrico AOAC 950.46.B (2007). Para ello se pesó $10 \pm 0,001$ g de muestra cocida en crisol previamente tarado. Posteriormente se procedió a secar la misma en estufa a 105°C hasta que su peso se mantuvo constante (18 h aproximadamente).

Finalmente, las muestras desecadas se enfriaron en un desecador durante 30 min, y se pesaron. El cálculo de humedad se realizó por diferencia de peso.

4.4.1.5.2. Grasa

La determinación de la grasa intramuscular se realizó por duplicado de acuerdo a la metodología de extracción directa AOAC 991.36 (2007). Para ello, se molió la muestra (previamente desecada) en un molino eléctrico modelo KN195 KnifetecTM (Foss Tecator,

Suecia). Luego, se pesó $2 \pm 0,001$ g de muestra en balanza analítica modelo AP250D (precisión 0,1 mg, OHAUS, México). La muestra molida se procesó utilizando un equipo soxhlet durante 5 h aproximadamente, empleando éter de petróleo en ebullición como solvente de extracción (CAS 8032-32-4, 30 – 65 °C, Dorwil). Luego del proceso de extracción, se secó la muestra junto al balón de extracción (previamente tarado) en estufa a 105 °C durante 20 min.

Por último, los balones se colocaron en un desecador durante 30 min, y se pesaron. El contenido de grasa en % p/p se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Grasa (\% p/p)} = \left[\frac{(P_1 - P_0)}{P_m} \right] \times 100$$

Dónde:

P_1 = peso balón + grasa extraída

P_0 = peso balón

P_m = peso muestra

4.4.1.5. 3. Proteínas

La determinación del contenido de proteínas se realizó por duplicado, siguiendo el método Kjeldahl, de acuerdo a AOAC 981.10 (2007). Para ello se pesó $1 \pm 0,001$ g de muestra cocida molida, previamente secada en estufa a 60 °C durante 24 h. Las muestras se colocaron en un tubo de digestión con 12 ml de ácido sulfúrico concentrado y 7,8 g de mezcla catalizadora de sulfato de potasio y sulfato de cobre. Dicho tubo se calentó en un auto digestor TecatorTM Modelo 2520 (Foss Tecator, Suecia) a 320 °C por 1 h y posteriormente se colocó en una unidad de destilación KjeltexTM Modelo 2200 (Foss Tecator, Suecia). El destilado se recoge en un erlenmeyer con ácido bórico al 4 % y al finalizar la destilación se titula con solución de ácido clorhídrico 0,2 N hasta detección del punto final colorimétrico mediante solución indicadora de verde de bromocresol y rojo de metilo.

El porcentaje de nitrógeno se calculó en base a la siguiente ecuación:

$$\% \text{ N} = \left[\frac{(V_1 - V_2) \times \text{meqN} \times \text{NormHCl}}{M} \right] \times 100$$

Dónde:

% N = porcentaje de nitrógeno

V_1 = volumen en ml de HCl gastados en la muestra

V_2 = volumen en ml de HCl gastados en el blanco

meq N = miliequivalentes de nitrógeno

NormHCl = normalidad de la solución de HCl para la titulación

M = masa de la muestra en gramos

Los resultados se expresaron como porcentaje de proteína, usando el valor de 6,25 como factor de conversión de porcentaje de nitrógeno a porcentaje de proteínas.

4.4.1.5. 4. Perfil lipídico

La determinación del perfil de los ácidos grasos (AG) se realizó mediante la síntesis directa de metil éster de ácidos grasos (MEAG) propuesta por O'Fallon et al., (2007). Para ello, en tubo de ensayo se colocaron 1 g de muestra de m. *semitendinosus* cocido, 1 ml de solución de ácido undecanoico en metanol ($C_{11}H_{22}O_2$ 0,5 mg/100 ml), 0,7 ml de solución de hidróxido de potasio (KOH 10 N) y 5,3 ml de metanol (CH_3OH). Luego se agitó el tubo mediante un agitador vórtex modelo ZX3 (Velp Scientifica, Italia) y se mantuvo a $55 \pm 0,1$ °C en baño de agua durante 90 min agitando durante 5 s, cada 20 min. A continuación, se enfrió en un baño de agua fría hasta aproximadamente 20 °C y se agregaron 0,6 ml de solución de H_2SO_4 24 N, formándose un precipitado de K_2SO_4 . Seguidamente el tubo se mantuvo a $55 \pm 0,1$ °C en baño de agua durante 90 min agitando durante 5 s, cada 20 min y se enfrió bajo las mismas condiciones antes señaladas. Posteriormente, se añadieron al tubo 3 ml de hexano, y se mezcló utilizando agitador vortex modelo ZX3 (Velp Scientifica, Italia) durante 5 min. Por último, se centrifugó utilizando un equipo marca Mrc modelo CENHBN-600ML, a 2000 rpm durante 5 min. La mezcla de metil éster de ácidos grasos, obtenida en la capa de hexano, se colocó en un vial de cromatografía gaseosa para su posterior inyección en el cromatógrafo gaseoso. El análisis se realizó por triplicado por cada muestra de m. *semitendinosus* cocido sous-vide.

Los viales se colocaron en un automuestreador marca Combi PAL acoplado a un cromatógrafo de gases modelo CLARUS 680 (Perkin Elmer, USA) con detector de ionización de llama. Para obtener el perfil de ácidos grasos se utilizó una columna capilar HP-88 de 100 m de largo \times 0,25 mm de diámetro interno \times 0,25 μ m de espesor de película, empleando las siguientes condiciones de temperatura: 80 a 220 °C, a una velocidad de 4 °C/min y se mantuvo durante 5 min; posteriormente se incrementó a 240 °C a velocidad de 2 °C/min en 10 min. Se utilizó nitrógeno como gas portador con un caudal de 1,0 ml/min. El inyector y detector se mantuvieron a temperatura constante de 250 y 270 °C, respectivamente. La caracterización y cuantificación de los componentes se realizó mediante el método de estándar interno. El análisis cuantitativo se realizó utilizando ácido undecanoico como estándar interno ($C_{11}H_{22}O_2$, 94090 Fluka). La identificación se realizó mediante la comparación del tiempo de retención de los FAME desconocidos con mezcla estándar de MEAG (MEAG Mix C4 - C24, Supelco Inc., Bellefonte, PA, Estados Unidos), con el estándar de *cis* y *trans*-9,11- y -10,12-octadecadienoico (metil éster del ácido linoleico conjugado, 05632, Sigma) y con mezcla estándar de ácidos grasos polinsaturados (PUFA N° 2 Animal Source, 47015, Supelco Inc., Bellefonte, PA, Estados Unidos).

El contenido de cada uno de los AG identificados se expresó como mg AG/100 g m. cocido.

4.4.1.6. Oxidación lipídica

La oxidación lipídica en el producto cárnico cocido se determinó mediante la técnica de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS) de acuerdo a Descalzo et al. (2005) con leves modificaciones. Para el procedimiento se tomaron las rodajas obtenidas de cada m. *semitendinosus* cocido y se cortaron cada una en cubos de 1 cm de lado. Posteriormente, se pesó $5 \pm 0,001$ g de la muestra picada en bolsas para stomacher, se adicionó 10 ml de ácido tricloroacético al 20 % p/v y se mezcló en stomacher modelo 400 (LabBlender, Seward Medical, Londres, UK) durante 2 min. Luego se adiciono 10 ml de agua destilada y se agitó durante 1 min en stomacher. La mezcla se filtró utilizando un papel de filtro Whatman N° 2 (Schleicher & Schuell, Dassel; Germany). Del filtrado se tomó una alícuota de 5 ml que se colocó en tubo de ensayo al que se le adicionó 5 ml de solución de ácido 2-tiobarbitúrico 0,02 M. Posteriormente, se mantuvo a temperatura ambiente durante 18 h. Luego, se midió la absorbancia de la muestra a 530 nm en un espectrómetro UV / VIS modelo DU-65 (Beckman, USA). El ensayo se realizó por duplicado para cada muestra y se utilizó un blanco para cada

una de las mismas. Los valores se compararon con los de una curva estándar realizada con 1,1,3,3 tetraepoxipropano, TEP (Sigma, Stéinheim, Germany). Los resultados se expresaron en mg de malonaldehído, MDA/kg de músculo cocido.

4.4.2. Análisis microbiológico

Las determinaciones microbiológicas realizadas se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 4.4.2 Recuentos microbiológicos y metodología de referencia.

Determinación	Metodología
Recuento de aerobios mesófilos (RAM)	AOAC 966.23. 1990
Recuento de psicrótrofos totales (RP)	ISO 17410:2001.
Recuento de bacterias ácido-lácticas (RBALs)	ISO 15214:1998.
Recuento de <i>Brochothrix thermosphacta</i> (RBt)	ISO 13722:1996.
Recuento de <i>Pseudomonas</i> spp (RPs)	ISO 13720:2010.
Recuento de enterobacterias totales (RET)	ISO 21528-2:2004.
Recuento de Clostridios sulfitos reductores (RCSRs)	ISO 15213:2003

La preparación de la muestra se realizó de acuerdo a Rodríguez et al. (1993) con modificaciones. Para ello, de cada muestra cocida se tomaron, con sacabocado estéril y en forma aséptica en gabinete de Bioseguridad (Forma Scientific Inc., EEUU), dos rodajas de 4,90 cm² de superficie y de 5 ± 0,1 g de peso cada una. Las mismas se colocaron en bolsas estériles con filtro (Nasco, Fort Atkinson, Wisconsin., EEUU) y se agregó agua de peptona 0,1 % estéril (AP 0,1 %) (Oxoid, Basingstoke, Hampshire, England) en proporción 1 / 10. Posteriormente, se homogeneizaron en stomacher (LabBlender 400, Reino Unido) por 1 min y a partir de la mezcla obtenida se realizaron las diluciones decimales sucesivas en el mismo diluyente (AP 0,1 %) (Oxoid, Basingstoke, Hampshire, Reino Unido). Todas las determinaciones se realizaron por duplicado para cada muestra y para cada dilución. La siembra de los recuentos de *Brochothrix thermosphacta* (RBt) y *Pseudomonas* spp (RPs) se realizaron en superficie sembrando 0,1 ml de la dilución correspondiente con espátula de Drigalsky. La siembra del resto de los recuentos ensayados se realizó por profundidad usando 1 ml de la dilución correspondiente.

El límite de detección de las técnicas fue de 2 log UFC/g para los RBt y RPs y de 1 log UFC/g para el resto de los recuentos microbiológicos. Los resultados se expresaron en UFC/g.

4.4.3. Análisis sensorial

Las muestras destinadas a evaluación sensorial correspondieron rodajas de 2,5 cm de espesor tomadas de la parte central del m. *semitendinosus*, cocido sous-vide tras el cortado *las* mismas fueron individualmente envasadas al vacío y congeladas, descongelándose en condiciones de refrigeración (4 ± 1 °C) 24 h antes de su utilización. Cada rodaja se cortó en cubos de 2 cm de lado, los cuales se calentaron en horno de microondas durante 20 s. Los cubos calentados se sirvieron inmediatamente a un panel de 8 jueces entrenados quienes evaluaron cada muestra siguiendo los lineamientos generales de AMSA (2015) y la normativa general de IRAM (2012) para análisis sensorial. Cada panelista degustó y evaluó cada muestra mediante una escala no estructurada de 10 cm (1= extremadamente suave, duro, seco y nada a 10= extremadamente intenso, tierno, jugoso y mucho, respectivamente). Los atributos evaluados fueron: flavor, sabores extraños, olor, olores extraños, ternura inicial y sostenida, jugosidad y cantidad de tejido conectivo. Adicionalmente, se les pidió a los evaluadores que caracterizaran los olores y sabores extraños, que, en caso de encontrarlos, lo detallaran en una tabla adjunta. Se realizó un perfil sensorial de las muestras provenientes de los 8 tratamientos para lo cual se llevó a cabo un análisis descriptivo cuantitativo conocido en su sigla en inglés como QDA.

En la figura 4.4.3 se muestra la planilla que usaron los evaluadores que conformaron el panel sensorial.

Planilla de Evaluación Sensorial

Nombre:

Fecha:

Olor

Extremadamente Debil ----- Extremadamente Intenso

Olores extraños

Extremadamente Debil ----- Extremadamente Intenso

Olores Extraños	
Muestra	Descripción

Flavor

Extremadamente Debil ----- Extremadamente Intenso

Flavores Extraños (off flavors)

Extremadamente Debil ----- Extremadamente Intenso

Flavores Extraños	
Muestra	Descripción

Termeza Inicial

Extremadamente Duro ----- Extremadamente Tierno

Termeza Sostenida

Extremadamente Duro ----- Extremadamente Tierno

Jugosidad

Extremadamente Seco ----- Extremadamente Jugoso

Cantidad de Tejido Conectivo

Nada ----- Mucho

MUCHAS GRACIAS!

Figura 4.4.3. Planilla de evaluación sensorial.

A continuación se presenta en forma resumida las etapas con las actividades involucradas en la presente investigación (Figura 4).

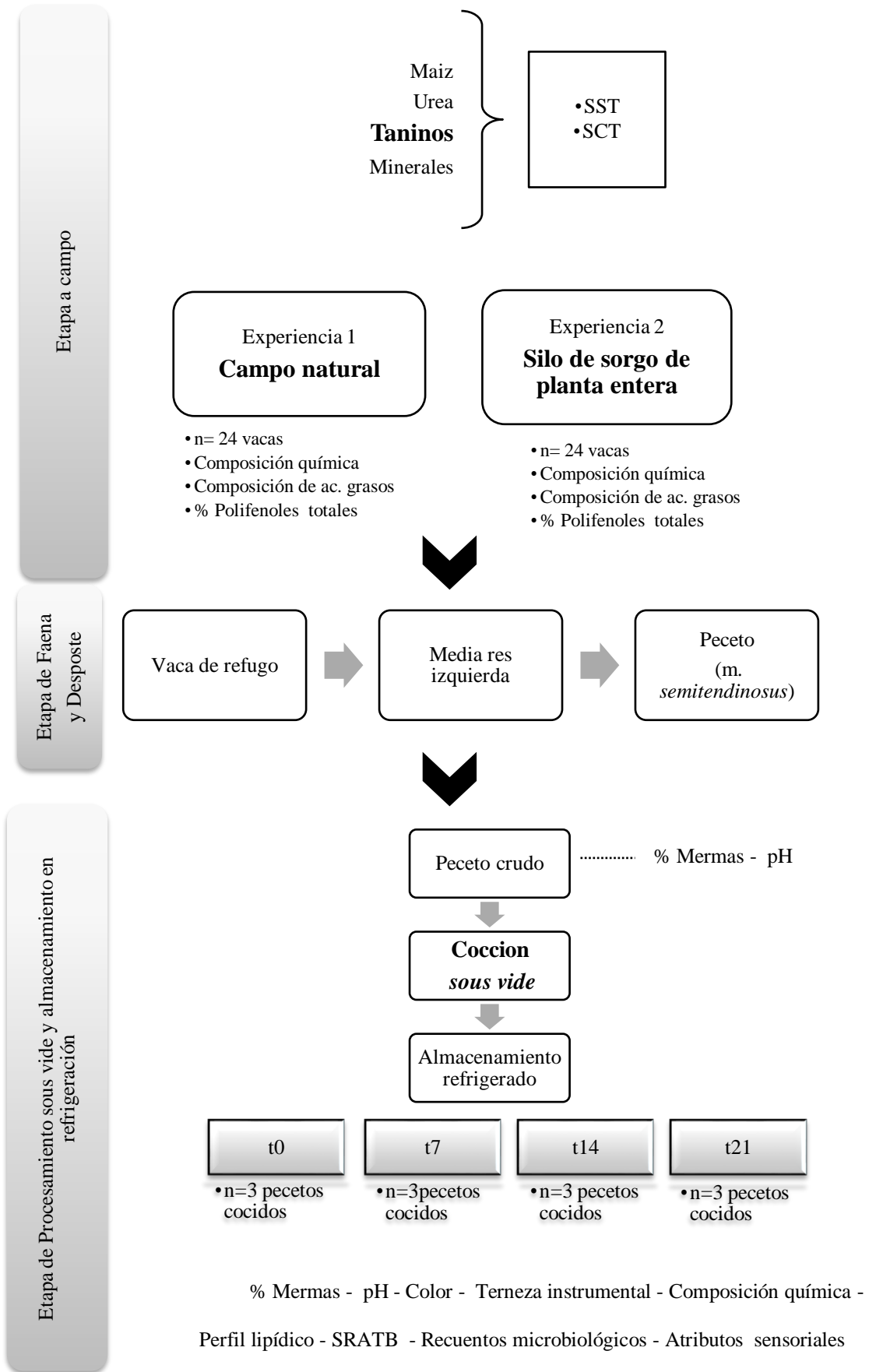


Figura 4. Diseño experimental y metodologías analíticas

4.5. Diseño experimental y análisis estadístico

4.5.1 Efecto de la suplementación con taninos sobre la composición química y perfil lipídico del m. *semitendinosus* cocido sous-vide de vaca de refugo.

A fin de analizar el efecto del factor suplementación (SST y SCT) sobre la composición química y perfil lipídico del m. *semitendinosus* cocido sous-vide una vez finalizada la cocción se realizó el test de comparación de medias t-Student para muestras independientes. Se utilizó un nivel de significancia de 0,05.

4.5.2. Efecto de la suplementación con taninos y del tiempo de almacenamiento refrigerado sobre la calidad del m. *semitendinosus* cocido sous-vide de vaca de refugo.

Para estudiar el efecto de la suplementación y del tiempo de almacenamiento refrigerado sobre la calidad físico química, oxidativa, microbiológica y sensorial del m. *semitendinosus* cocido sous-vide se utilizó el diseño bifactorial. El análisis estadístico consistió en el análisis de la varianza (ANOVA) de dos factores, siendo las fuentes de variabilidad de suplementación (SST y SCT), y del tiempo de almacenamiento refrigerado (0, 7, 14 y 21 d). El modelo estadístico empleado se muestra en la siguiente ecuación:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha*\gamma)_{ij} + \epsilon_{ijk};$$

$$i = 1, 2$$

$$j = 1, \dots, t; \text{ siendo } t = 4 (0, 7, 14, 21 \text{ d})$$

$$k = 1 \dots 3$$

Dónde:

Y_{ijk} = variable respuesta.

μ = media general.

α_i = efecto del tratamiento de suplementación con 2 niveles (con y sin taninos).

β_j = efecto del tiempo de almacenamiento refrigerado con 4 niveles (0, 7, 14, y 21 d).

$(\alpha*\beta)_{ij}$ = efecto de la interacción entre el tratamiento de suplementación con i niveles y el tiempo de conservación con j niveles.

ε_{ijk} = término de error aleatorio asociado a la variable respuesta con media cero y varianza constante.

En los casos que resultaron necesarios se utilizó el test de comparación de medias de Tukey. En todos ellos se trabajó con un nivel de significancia de 0,05.

Se verificaron los supuestos de normalidad, homogeneidad de varianzas e independencia de los residuos. En las variables que no cumplieron con el supuesto de homogeneidad, se buscó aquella transformación que lograra la homogeneidad de las variancias (Balzarini et al., 2008). La variable transformada fue la de concentración de malondialdehidos, MDA mg/kg músculo a \log_{10} de MDA mg/kg músculo.

En todos los casos, las variables estudiadas se expresaron como el valor medio (M) de las réplicas analizadas ($n = 3$) y su correspondiente desviación estándar (DE). Para el tratamiento estadístico de los resultados se utilizó el programa informático Infostat, para Windows versión 2018 (Di Rienzo et al., 2008).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el capítulo 3 de la presente investigación se presentaron los objetivos propuestos los cuales tienen como foco conocer el potencial impacto que la alimentación con y sin la adición de taninos suministrada a vacas de refugio podría tener sobre la calidad de un producto cárnico cocido sous-vide obtenido a partir de dicha categoría. Es importante mencionar que a la fecha de redacción de esta investigación, no se hallaron estudios en el músculo *semitendinosus*, proveniente de vaca de refugio alimentadas bajo sistema productivos (pastura y confinamiento), y sometido a proceso de cocción *sous-vide*. Por lo cual, la discusión de los resultados se basa en comparaciones con investigaciones realizadas en diferentes condiciones a las aquí presentadas.

En este apartado se informan los resultados obtenidos y la discusión de cada variable analítica evaluada en cada una de las etapas experimentales propuestas y descritas en el punto 4.1 del presente trabajo de tesis.

5.1. Efecto de la suplementación con taninos suministrada a vaca de refugio sobre la composición química y perfil lipídico del músculo *semitendinosus* cocido sous-vide finalizado el proceso de cocción

En este apartado se presentan los resultados del efecto de la suplementación con taninos en las distintas dietas bases suministradas a vacas de refugio sobre la composición química y el perfil lipídico del músculo *semitendinosus* (m. *semitendinosus*) sometido a cocción sous-vide.

5.1.1. Composición química: Humedad, grasas y proteínas

En la Tabla 5.1.1.I (dieta base: CN) y en la Tabla 5.1.1.II (dieta base: SISOPE) se muestran los valores del estadístico (valor *p*) para el contenido de humedad, grasa y proteína del m. *semitendinosus* cocido sous-vide proveniente de vacas de refugio suplementadas con y sin taninos.

De acuerdo a la Tabla Nacional de Composición de Alimentos (ARGENFOODS, 2011) los valores de referencia para el pecto bovino crudo (m. *semitendinosus*) en humedad, proteína y grasas son de 74,1 %; 23 % y 1,9 %; respectivamente. Los valores hallados en el m. *semitendinosus* cocido sous-vide de la presente investigación (Tabla 5.1.1.I y 5.1.1.II)

difieren de los antes citados lo cual se explicaría por el proceso de cocción aplicado (Silva, 2004).

Los resultados obtenidos muestran que la suplementación con taninos en las dietas bases estudiadas no promovió cambios significativos ($p > 0,05$) en la composición del producto cárnico cocido sous-vide (Tabla 5.1.1.I y 5.1.1.II).

Tabla 5.1.1.I. Efecto de la suplementación con taninos en la dieta base de campo natural sobre la composición química del m. *semitendinosus* sometido a cocción sous-vide ($M \pm DE$)*.

Componente % ¹	CN - SST	CN - SCT	valor p
Humedad	68,55 \pm 1,06	65,82 \pm 1,71	NS
Grasas	2,24 \pm 0,20	3,40 \pm 1,03	NS
Proteínas	27,81 \pm 0,75	28,99 \pm 0,44	NS

* $M \pm D.E.$: Valor de la media y su desviación estándar, $n=3$.

¹ Resultados expresados en g/100 g músculo cocido. CN - SST: Dieta base de campo natural con la suplementación sin taninos. CN - SCT: Dieta base de campo natural con la suplementación con taninos.

Similares resultados a los explicitados en la Tabla 5.1.1.I para la dieta CN, fueron encontrados por Jenko et al. (2016) quienes señalaron que la suplementación con taninos (80g/animal) no provocó diferencias estadísticas en el porcentaje de humedad, grasas y proteínas del m. *longissimus dorsi* crudo provenientes de vacas de refugio alimentadas a campo natural.

Tabla 5.1.1.II. Efecto de la suplementación con taninos en la dieta base de silo sorgo de planta entera sobre la composición química del m. *semitendinosus* sometido a cocción sous-vide ($M \pm D.E$)*.

Componente % ¹	SISOPE - SST	SISOPE - SCT	valor p
Humedad	64,88 \pm 0,36	65,50 \pm 0,16	NS
Grasas	4,20 \pm 0,64	3,91 \pm 0,11	NS
Proteínas	29,43 \pm 0,35	29,71 \pm 0,37	NS

* $M \pm D.E.$: Valor de la media y su desviación estándar, $n=3$.

¹ Resultados expresados en g/100g músculo cocido. SISOPE - SST: Dieta base de silo de sorgo de planta entera con la suplementación sin taninos. SISOPE - SCT: Dieta base de silo de sorgo de planta con la suplementación con taninos. NS: No significativo.

Los resultados hallados para la dieta SISOPE (Tabla 5.1.1.II) son similares a los indicados por Jenko et al. (2018), aun cuando el producto cárnico que evaluaron fue diferente al aquí estudiado, los mismos no hallaron influencia por la suplementación de taninos sobre la composición química del producto cárnico vacuno.

Similarmente, Pordomingo et al. (2004) en su investigación del impacto de distintas proporciones de taninos (0; 0,75 y 1,5 %) usadas en dieta a base de granos de maíz, no hallaron diferencias entre las mismas, sobre la composición química del m. *longissimus dorsi* crudo provenientes de vaquillonas. Del mismo modo, Vasta et al. (2007) al evaluar el efecto de la suplementación con taninos de algarrobo (30 g/kg materia seca), no hallaron influencia significativa sobre la composición química del m. *longissimus dorsi* crudo provenientes de corderos alimentados a base de concentrados.

Asimismo, en una investigación realizada sobre corderos, Priolo et al. (2005) estudiando el efecto de distintas suplementaciones de taninos en la dieta a base de concentrado suministrada no hallaron cambios apreciables del contenido de humedad grasa y proteína en el músculo *longissimus dorsi* crudo.

Los resultados de composición química en el m. *semitendinosus* cocido sous-vide hallados en el presente estudio investigación (Tabla 5.1.1.I y 5.1.1.II) son próximos a valores reportados en estudios sobre para cocción en el m. *semitendinosus*. Falowo et al. (2017) señalaron un valor de 67 y 3,6 % para el contenido de humedad y grasa; respectivamente, en muestras del m. *semitendinosus* cocido sous-vide (65 °C / 120 min). Asimismo, Moraes (2012), quien estudió los parámetros de calidad del m. *semitendinosus* bovino cocido cook-chill (80 °C / 6 min) indicó valores de 65; 3 y 27 %, para humedad, grasas y proteínas; respectivamente.

De la misma manera, Powell et al. (2000) hallaron un valor de 63,1 % de humedad y 3,4 % de grasa del m. *semitendinosus* cocido (65 °C / 2 h).

Siendo numerosas las investigaciones que informan la composición de la carne bovina, las variaciones encontradas para un mismo nutriente pueden deberse a la región geográfica, el tipo de animal, la alimentación, la edad o el corte seleccionado para el estudio (IICA, 2015).

5.1.2. Perfil lipídico

Los ácidos grasos (AG) sufren biohidrogenación (BH) por los microorganismos del rumen del animal. Este proceso convierte los AGPI a AGS mediante isomerización a intermediarios AG *trans*, seguido por la hidrogenación de los dobles enlaces (Jenkins et al., 2008). En consecuencia, el contenido de *cis*-9, *trans*-11 ALC (ácido ruménico) en la carne está fuertemente asociado a la BH de *cis*-9, *cis*-12 C18:2 (ácido linoleico) y *cis*-9, *cis*-12, *cis*-15 C18:3 (ácido α -linolénico). El ácido ruménico es parcialmente sintetizado en el rumen por

bacterias celulolíticas, durante la BH de ácido linoleico (Ku Vera et al., 2014). Sin embargo, la mayor proporción de ácido ruménico presente en la carne es endógenamente producida en los tejidos por la acción de la enzima Δ^9 desaturasa sobre el *trans*-11 C18:1 (ácido vaccénico), el cual es otro producto de la BH ruminal de ácido linoleico y ácido α -linolénico. El producto final de la BH de ácido linoleico y ácido α -linolénico es el C18:0 (ácido esteárico), (Vasta et al., 2009a).

En las Tabla 5.1.2 I y 5.1.2.II se muestra la comparación, mediante el valor p, de los valores medios y sus desvíos estándar del contenido en AG de las distintas suplementaciones para cada dieta base ensayada (CN y SISOPE, respectivamente). En general, la suplementación no promovió cambios significativos en el perfil de ácidos grasos del m. *semitendinosus* cocido sous-vide proveniente de vaca de refugio de las dietas bases (CN, SISOPE). Los AG más predominantes fueron el palmítico (C16:0) y el esteárico (C18:0) en los AGS, el oleico (C18:1 c9) y palmitoleico (C16:1 n-7) en los AGMI; y el linoleico (C18:2 n-6) y araquidónico (C20:4 n-6) entre los AGPI.

En el presente estudio aun cuando la dosis de taninos agregada a la suplementación fue mayor (2% base seca) que la empleada por Pordomingo et al. (2004) y Pasinato et al. (2013) tampoco se evidenciaron cambios significativos en el perfil de AG del producto cárnico cocido. Pordomingo et al. (2004), señalaron que no encontraron influencia entre las distintas proporciones de taninos (0; 0,75 y 1,5 %) sobre el perfil lipídico del m. *longissimus dorsi* de vaquillonas alimentadas a base de grano de maíz. En un estudio más reciente, Pasinato et al. (2013), no encontraron diferencias en el contenido de los AG del m. *longissimus dorsi* proveniente de novillos alimentados a corral y tratados con taninos (1%) respecto al tratamiento control (sin taninos).

Los valores de AGS, AGMI y AGPI en la dieta CN (Tabla 5.1.2.I) son mayores a los publicados por Biolatto et al. (2010) quienes evaluaron la composición de AG del m. *longissimus dorsi* crudo proveniente de vaca de refugio. Ellos indicaron 789,73; 661,25; 55,53 mg/100 g músculo para AGS, AGMI y AGPI; respectivamente. Sin embargo, los autores reportaron valores similares a los del presente estudio en n6/n3 de 5,85 mg/100 g músculo.

Aun cuando en el estudio de Falowo et al. (2017) se informan en otras unidades, los resultados muestran las mismas tendencias a los hallados en el presente estudio (Tablas 5.1.2.I). Los autores señalaron valores de 48, 44, 8, 6, y 2 % AG, para AGS, AGMI, AGPI, n-6 y n-3; respectivamente del producto cárnico cocido sous-vide proveniente de novillos alimentados a campo natural.

Tabla 5.1.2.I. Efecto de la suplementación con taninos en la dieta base de campo natural sobre la composición de ácidos grasos del m. *semitendinosus* sometido a cocción sous-vide (M ± D.E)*.

AG mg/100 g músculo cocido	CN-SST	CN-SCT	valor p
C12:0	1,59 ± 0,17	1,33 ± 0,24	NS
C14:0	48,93 ± 11,50	60,60 ± 19,12	NS
C14:1	9,03 ± 2,58 a	15,65 ± 3,01 b	0,0447
C15:0	9,86 ± 1,69	9,22 ± 1,56	NS
C16:0	527,78 ± 110,10	645,49 ± 204,74	NS
C16:1 n-7	78,09 ± 7,74	85,69 ± 16,15	NS
C17:0	20,88 ± 6,22	22,03 ± 4,83	NS
C17:1	22,30 ± 1,11	27,02 ± 6,93	NS
C18:0	370,58 ± 87,25	391,32 ± 72,33	NS
C18:1 n-9 <i>cis</i>	813,98 ± 196,3	986,85 ± 329,71	NS
C18:1 n-7	39,97 ± 6,91	36,27 ± 7,94	NS
C18:2 n-6 <i>cis</i>	103,80 ± 12,53	123,72 ± 20,49	NS
C20:0	3,38 ± 0,15 a	2,71 ± 0,29 b	0,0253
C18:3 n-6	1,36 ± 0,14	1,40 ± 0,36	NS
C18:3 n-3	17,83 ± 0,72	16,70 ± 1,97	NS
C20:1	2,53 ± 0,14	2,28 ± 0,74	NS
C18: 2 <i>cis</i> 9, <i>trans</i> 11 ALC	6,96 ± 0,93	5,91 ± 1,50	NS
C20:3 n-6	15,84 ± 2,13	14,48 ± 2,64	NS
C20:4 n-6	46,80 ± 4,61	50,06 ± 11,57	NS
C20:5 n-3 EPA	15,86 ± 0,59	14,76 ± 3,13	NS
C22:4 n-6	4,25 ± 0,67	3,74 ± 1,15	NS
C22-6 n-3 DHA	3,36 ± 0,58	3,74 ± 0,52	NS
∑ AGS	983,05 ± 214,17	1132,72 ± 302,67	NS
∑ AGMI	965,92 ± 212,19	1153,77 ± 348,49	NS
∑ AGPI	216,09 ± 16,24	234,56 ± 40,87	NS
AGPI/AGS	0,22 ± 0,06	0,21 ± 0,03	NS
∑ n-6	172,05 ± 16,63	193,42 ± 35,57	NS
∑ n-3	37,06 ± 0,48	35,21 ± 4,39	NS
n-6/ n-3	4,63 ± 0,40	5,47 ± 0,45	NS

* M ± D.E: Valor de la media y su desviación estándar, n=3.

AG: Ácidos grasos. CN - SST: Dieta base de campo natural con la suplementación sin taninos. CN - SCT: Dieta base de campo natural con la suplementación con taninos. ∑AGS, calculados como la sumatoria de: C12:0, C14:0, C15:0, C16:0, C17:0, C18:0, C20:0. ∑AGMI, calculados como la sumatoria de: C14:1, C16:1 n-7, C17:1, C18:1 n-9 *cis*, C18:1 n-7 *cis*, C20:1. ∑ AGPI, calculados como la sumatoria de: C18:2 n-6 *cis*, C18:3 n-6, C18:3 n-3, C18: 2 *cis* 9, *trans* 11 ALC, C20:3 n-6, C20:4 n-6, C20:5 n-3 EPA, C22:4 n-6, C22-6 n-3 DHA. ∑n-6, contenido de ácidos grasos del grupo omega 6 calculados como la sumatoria de: C18:2 n-6 *cis*, C18:3 n-6, C20:3 n-6, C20:4 n-6, C22:4 n-6. ∑n-3, contenido de ácidos grasos del grupo omega 3 calculados como la sumatoria de: C18:3 n-3, C20:5 n-3 EPA, C22-6 n-3 DHA. AGPI/AGS: Relación entre AGPI y AGS. n-6/n-3: Relación entre grupos omega 6 y 3.

Medias con diferentes letras indican diferencias significativas (p<0,05) relacionadas con el efecto de la suplementación.

Tabla 5.1.2.II. Efecto de la suplementación con taninos en la dieta base de silo de sorgo de planta entera sobre la composición de ácidos grasos del m. *semitendinosus* sometido a cocción sous-vide (M ± D.E)*.

AG mg / 100 g músculo cocido	SISOPE-SST	SISOPE-SCT	valor p
C12:0	2,56 ± 0,52	2,65 ± 0,12	NS
C14:0	112,66 ± 9,16	118,14 ± 7,71	NS
C14:1	24,67 ± 5,34	30,59 ± 7,84	NS
C15:0	17,76 ± 0,58	18,27 ± 1,90	NS
C16:0	1217,16 ± 80,62	1141,66 ± 93,66	NS
C16:1 n-7	169,74 ± 39,50	164,9 ± 26,19	NS
C17:0	46,47 ± 3,80	44,90 ± 6,58	NS
C17:1	40,53 ± 5,38	38,99 ± 6,73	NS
C18:0	743,24 ± 91,61	695,53 ± 85,36	NS
C18:1 n-9 <i>cis</i>	1807,52 ± 181,85	1616,25 ± 14,52	NS
C18:1 n-7	72,03 ± 7,06 a	59,68 ± 1,80 b	0,0427
C18:2 n-6 <i>cis</i>	143,38 ± 21,10	153,98 ± 17,15	NS
20:0	5,76 ± 0,23	5,06 ± 0,50	NS
C18:3 n-6	1,33 ± 0,21	1,73 ± 0,26	NS
C18:3 n-3	26,32 ± 5,43	24,87 ± 5,55	NS
C20:1	5,48 ± 1,68	4,06 ± 1,57	NS
C18:2 <i>cis</i> 9, <i>trans</i> 11 ALC	15,17 ± 1,69	16,73 ± 2,11	NS
C20:2	1,93 ± 0,43	1,98 ± 0,31	NS
C20:3 n-6	18,34 ± 2,55	17,82 ± 2,04	NS
C20:4 n-6	59,18 ± 6,56	57,57 ± 4,09	NS
C20:5 n-3 EPA	20,37 ± 2,86	19,13 ± 1,97	NS
C22:4 n-6	5,06 ± 0,33 a	4,39 ± 0,18 b	0,0376
C22:6 n-3 DHA	3,93 ± 0,92	3,86 ± 0,31	NS
∑ AGS	2145,65 ± 69,88	2026,24 ± 64,04	NS
∑ AGMI	2119,99 ± 206,83	1916,23 ± 38,32	NS
∑ AGPI	295,06 ± 38,24	302,11 ± 25,30	NS
AGPI/AGS	0,14 ± 0,01	0,14 ± 0,01	NS
∑ n-6	227,31 ± 30,30	235,51 ± 18,96	NS
∑ n-3	50,63 ± 6,79	47,87 ± 6,96	NS
n-6/n-3	4,49 ± 0,26	4,96 ± 0,55	NS

* M ± D.E: Valor de la media y su desviación estándar, n=3.

AG: Ácidos grasos. SISOPE - SST: Dieta base de silo de sorgo de planta entera con la suplementación sin taninos. SISOPE - SCT: Dieta base de silo de sorgo de planta con la suplementación con taninos. ∑AGS, calculados como la sumatoria de: C12:0, C14:0, C15:0, C16:0, C17:0, C18:0, C20:0. ∑AGMI, calculados como la sumatoria de: C14:1, C16:1 n-7, C17:1, C18:1 n-9 *cis*, C18:1 n-7 *cis*, C20:1. ∑AGPI, calculados como la sumatoria de: C18:2 n-6 *cis*, C18:3 n-6, C18:3 n-3, C18: 2 *cis* 9, *trans* 11 ALC, C20:3 n-6, C20:4 n-6, C20:5 n-3 EPA, C22:4 n-6, C22:6 n-3 DHA. ∑n-6, contenido de ácidos grasos del grupo omega 6 calculados como la sumatoria de: C18:2 n-6 *cis*, C18:3 n-6, C20:3 n-6, C20:4 n-6, C22:4 n-6. ∑n-3, contenido de ácidos grasos del grupo omega 3 calculados como la sumatoria de: C18:3 n-3, C20:5 n-3 EPA, C22:6 n-3 DHA. AGPI/AGS: Relación entre AGPI y AGS. n-6/n-3: Relación entre grupos omega 6 y 3.

Medias con diferentes letras indican diferencias significativas (p<0,05) relacionadas con el efecto de la suplementación.

A diferencia de lo hallado en este estudio, en otra especie de rumiantes algunos autores hallaron diferencias significativas en la composición de los AG de la carne cruda al

estudiar el impacto de los taninos en la dieta a corral suministrada a ovinos. Vasta et al. (2007) encontraron diferencias significativas en el contenido de ácido esteárico entre la carne de ovejas alimentadas a base de concentrado y suplementadas con taninos de algarrobo (30 g/kg materia seca) respecto a la carne de aquellas alimentadas libre de taninos, reportando un menor contenido de ácido esteárico en la carne de oveja suplementadas con taninos. De manera similar, Vasta et al. (2009b) hallaron un valor de ácido esteárico de 216 mg/100 g músculo en la carne de corderos suplementados con taninos de quebracho (111 g/kg materia seca) respecto al valor de 274 mg/100 g músculo en aquellos suplementados libres de taninos. Por otro lado, Vasta et al. (2009a) indicaron un valor para el isómero *cis*-9, *trans*-11 ALC de 11,1 mg/100 g músculo, en la carne de corderos tratados con taninos comparado a un valor de 9,47 mg/100 g músculo en los alimentados libre de taninos. También, los mismos reportaron mayores valores de AGPI, C18:1 y C18:2 n-6 *cis* en la carne de animales que recibieron suplementación con taninos respecto a la de los animales suplementados sin taninos. Reforzando estas tendencias, Priolo et al. (2005) publicaron mayores valores de isomero *cis*-9, *trans*-11 ALC; y menores valores de AGS, en la carne de corderos suplementados con taninos de zulla (1,8 % taninos) frente a la carne de aquellos alimentados libre de taninos.

En el presente estudio las diferencias halladas sobre el impacto de los taninos en el perfil de AG respecto a los trabajos antes mencionados podrían deberse al tipo de especie estudiada.

Por otro lado, Larrain et al. (2008) al estudiar el efecto de la alimentación a base de maíz y utilizando mayor dosis de suplementación (135 g/kg materia seca) que el aplicado en el presente estudio (88,5 g/kg materia seca), no encontraron un impacto significativo de los taninos sobre la composición de los AGS, AGMI y AGPI del m. *longissimus lumborum* crudo de bovino. Sin embargo, los autores observaron una tendencia mayor en la sumatoria de AGPI en la carne de animales tratados con taninos frente a los que no recibieron suplementación, similar a los resultados hallados en el presente estudio (Tabla 5.1.2.I y 5.1.2.II).

5.2. Efecto de la suplementación con taninos y del tiempo de almacenamiento refrigerado en el músculo *semitendinosus* cocido sous-vide de vacas de refugio sobre sus características fisicoquímicas, oxidativas, microbiológicas y sensoriales

A continuación, se presentan los resultados del análisis estadístico de los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales en relación al efecto de la suplementación y del

tiempo de almacenamiento refrigerado a $1 \pm 0,5$ °C del m. *semitendinosus* cocido sous-vide de vaca de refugio.

Cabe mencionar que en algunos trabajos de investigación, se ha la influencia de los procesos de congelación y descongelación sobre los parámetros fisicoquímicos de la carne bovina antes del proceso de cocción (Grayson et al., 2014; Hergenreder, 2013). Los mismos evidenciaron un aumento en la terneza de la carne sometida al proceso de congelación rápida (<-20 °C) demostrando que tal resultado podría deberse a la proteólisis por parte de las calpaínas que se activan durante el congelamiento y además por la destrucción celular que provoca la formación de cristales de hielo en el tejido muscular. Sin embargo, las investigaciones relacionadas a la influencia de la congelación sobre la terneza de la carne han tenido sus inconsistencias que podrían atribuirse a los parámetros de congelación y descongelación (Grujić et al., 1993) y al valor de terneza inicial (Botinestean et al., 2016).

Según lo antes mencionado, resulta importante remarcar que la en la presente investigación las piezas cárnicas fueron congeladas (antes del proceso de cocción) como mecanismo de conservación por fines operacionales y no como objeto de estudio del proceso de congelación sobre los parámetros fisicoquímicos. Además, en ambos ensayos, todo el tratamiento de las muestras fue homogéneo siguiendo lineamientos que recomienda AMSA (1995) para muestras de carne congeladas.

5.2.1. Características físico químicos

5.2.1.1. Mermas por cocción

Los valores de mermas por cocción se muestran en las Tablas 5.2.1.1.I y 5.2.1.1.II para las dietas bases de CN y SISOPE, respectivamente.

En la Tabla 5.2.1.1.I se observa que la suplementación en la dieta base de CN, el tiempo de almacenamiento refrigerado del m. *semitendinosus* cocido sous-vide y la interacción entre ambos factores estudiados, no provocaron cambios significativos sobre las mermas por cocción.

Estos resultados difieren de aquellos reportados por Jenko et al. (2016) quienes estudiando el efecto de la suplementación con taninos (80 g/animal) hallaron un 34,5% de mermas debido a la cocción del m. *longissimus dorsi* de vacas alimentadas a pasto y suplementadas con taninos frente a un 38% en el producto proveniente de vacas suplementadas libre de taninos. Las diferencias halladas entre los resultados aquí presentados

con los antes mencionados podrían deberse a posibles causas por el tipo de músculo empleado y/o al proceso de cocción empleado (Almada et al., 2011).

Tabla 5.2.1.1.I. Mermas por cocción (%) del m. *semitendinosus* cocido sous-vide de vacas de refugio alimentadas a campo natural; con y sin suplementación de taninos, durante su almacenamiento refrigerado (M ± D.E)*.

Suplementación	Tiempo de almacenamiento			
	t0	t7	t14	t21
CN - SST	26,96 ± 1,40	25,61 ± 1,51	25,67 ± 1,40	25,49 ± 1,18
CN - SCT	27,48 ± 1,64	27,03 ± 2,53	25,27 ± 1,27	27,46 ± 1,12
<i>valor p</i>				
<i>Suplementación</i>	<i>Tiempo</i>	<i>Suplementación*Tiempo</i>		
0,0856	0,5465	0,8137		

* M ± D.E: Valor de la media y su desviación estándar, n=3.

CN - SST: Dieta base de campo natural con la suplementación sin taninos. CN - SCT: Dieta base de campo natural con la suplementación con taninos. t0: tiempo inicial, 0 d, t7: 7 d a 1 ± 0,5 °C, t14: 14 d a 1 ± 0,5 °C, t21: 21 d a 1 ± 0,5 °C.

En la dieta base de SISOPE (Tabla 5.2.1.1.II) solo el tiempo de almacenamiento resultó significativo en las mermas por cocción. Sin embargo, se puede observar que las mermas por cocción no difieren entre el inicio y el final del almacenamiento refrigerado a 1 °C del producto cárnico cocido.

Los resultados observados en la Tabla 5.2.1.1.II concuerdan con el estudio de Jenko et al. (2018), quienes no hallaron efecto de la suplementación con taninos sobre las mermas totales por cocción del m. *longissimus dorsi* de vacas de refugio alimentadas con silo sorgo. Los autores mostraron un valor de mermas totales por cocción de 37 % para la carne de animales suplementados con taninos y un 38 % para la carne de aquellos suplementados sin taninos. Del mismo modo, Pordomingo et al. (2004) al evaluar la suplementación con taninos en dieta suministrada a vaquillonas, no hallaron diferencias significativas sobre las mermas por cocción en el m. *longissimus dorsi*. Los autores indicaron mermas por cocción de 30,2; 30,5 y 29,6 % para las proporciones de 0; 0,75 y 1,5 % de taninos, respectivamente.

El mayor porcentaje de mermas por cocción observado en la dieta SISOPE (Tabla 5.2.1.1.II), para los tiempos 7 y 14 d de almacenamiento refrigerado, podría explicarse por la pérdida de líquido provocada durante la cocción. Las piezas cárnicas más pequeñas pueden alcanzar temperaturas superiores en el centro térmico frente a las piezas más grandes durante un determinado tiempo de cocción. En consecuencia, las mismas podrían sufrir una

desnaturalización proteica más sensible y, por lo tanto, tendrían una menor capacidad de retención de agua (Moraes, 2012; Becker et al, 2016; Dominguez-Hernandez et al., 2018).

Tabla 5.2.1.1.II. Mermas por cocción (%) del m. *semitendinosus* cocido sous-vide de vacas de refugio alimentadas a silo de sorgo de planta entera; con y sin suplementación de taninos, durante su almacenamiento refrigerado ($M \pm D.E$)*.

Suplementación	Tiempo de almacenamiento			
	t0	t7	t14	t21
SISOPE - SST	24,60 \pm 1,92 a	26,15 \pm 1,56 b	25,45 \pm 2,03 ab	24,14 \pm 1,34 a
SISOPE - SCT	23,92 \pm 2,00 a	27,14 \pm 1,68 b	26,41 \pm 1,05 ab	23,33 \pm 1,24 a
<i>valor p</i>				
<i>Suplementación</i>	<i>Tiempo</i>		<i>Suplementación*Tiempo</i>	
0,8375	0,0380		0,3692	

* $M \pm D.E$: Valor de la media y su desviación estándar, n=3.

SISOPE - SST: Dieta base de silo de sorgo de planta entera con la suplementación sin taninos. SISOPE - SCT: Dieta base de silo de sorgo de planta con la suplementación con taninos. t0: tiempo inicial, 0 d, t7: 7 d a $1 \pm 0,5^\circ\text{C}$, t14: 14 d a $1 \pm 0,5^\circ\text{C}$, t21: 21 d a $1 \pm 0,5^\circ\text{C}$.

Medias con diferentes letras indican diferencias significativas ($p < 0,05$) relacionadas con el efecto del tiempo de almacenamiento.

Los resultados mostrados de mermas por cocción en el m. *semitendinosus* en las Tablas 5.2.1.1.I y 5.2.1.1.II se encuentran próximos a los reportados en estudios similares, bajo las mismas condiciones de cocción sous-vide ($70^\circ\text{C} / 2 \text{ min}$) siendo los valores citados de 25,8 % (Szerman et al., 2007) 25,7% (Szerman et al., 2008) y 26,4% (Szerman et al., 2012). Del mismo modo, los resultados obtenidos en este estudio están acorde a Powell et al. (2000), quienes señalaron un valor de 27 % de mermas por cocción del m. *semitendinosus* cocido a 65°C .

Por el contrario, los resultados aquí presentados están por debajo a los informados por otros investigadores que analizaron las mermas por cocción en el m. *longissimus dorsi* sometido a cocción en parrilla eléctrica doble contacto. Los valores de las mermas por cocción reportados fueron de 38 % (Jenko et al., 2016 y 2018), y 31 % (Pordomingo et al., 2004). Asimismo, Pordomingo et al. (2012) informaron valores superiores a los del presente estudio. Los autores citaron valores de mermas por cocción de 35 % para el m. *longissimus dorsi* proveniente de terneras alimentadas a feedlot y un valor de 28 % para la carne de animales alimentados con pastura.

Diversos trabajos muestran el efecto de la cocción sobre las mermas por cocción en el m. *semitendinosus* bovino. Moraes (2016), reportó mermas por cocción del 35 % del m. *semitendinosus* cocido sous-vide ($80^\circ\text{C} - 10 \text{ min}$) frente a un 40 % del músculo cocido en las

mismas condiciones por sistema cook-chill. Además, el autor mostró que las mermas por cocción del producto cocido sous-vide se mantuvieron alrededor del 35 % durante 38 d de almacenamiento a 2 °C. García-Segovia et al. (2007), citaron mermas por cocción del 30 % para el m. *semitendinosus* cocido sous-vide (70 °C - 45 min). Botinestean et al. (2016), indicaron un valor 36 % de mermas por cocción de rodajas del m. *semitendinosus* cocidas sous-vide (60 °C durante 270 min). En un estudio previo Moraes (2012) estudiando el sistema de cocción cook-chill halló mermas por cocción del 35 % del m. *semitendinosus* cocido a 80 °C durante 6 min. Además, el autor reportó que los músculos cocidos convencionalmente (en agua caliente) tuvieron mermas por cocción del 40 %.

Según lo expuesto anteriormente, las mermas por cocción halladas (Tabla 5.2.1.I y 5.2.1.II) se encuentran por debajo a las citadas lo cual se podría asociar a las condiciones de cocción menos drásticas empleadas en esta investigación (menores temperaturas y tiempos durante la cocción). Esto concuerda con otros trabajos realizados en distintos cortes y tipos de carne, donde las temperaturas y/o los tiempos mayores en la cocción sous-vide provocaron mayores mermas por cocción (Sánchez del Pulgar et al., 2012; Becker et al., 2016; Kiyoun et al., 2018). Por el contrario, otros autores que utilizaron temperaturas más bajas en la cocción sous-vide hallaron valores más bajos a los reportados en el presente estudio. Por su lado, Vaudagna et al. (2002) reportaron un valor de 19 % para las mermas por cocción del m. *semitendinosus* cocido sous-vide (65 °C - 90 min). Similarmente, James y Won Yang (2012) señalaron un 19 % de mermas por cocción del m. *semitendinosus* cocido sous-vide (60 °C - 60 min).

Por otra parte, algunos autores estudiaron distintos cortes y tipos de cocción en carne bovina referentes a las mermas por cocción del producto cárnico evaluado. Restrepo et al. (2011), al estudiar la cocción y marinación del m. *semitendinosus* halló un valor de 27 % de mermas por cocción para el producto cocido en agua a 80 °C - 5 min similares a las halladas en el presente estudio para el producto cárnico cocido sous-vide. Similarmente McGee et al. (2003), indicaron mermas por cocción del 26 % para piezas de carne vacuna marinada, envasada al vacío y cocida en agua hasta 68 °C en el centro térmico del producto. Según Yancey et al. (2011), al estudiar la cocción en horno del m. *longissimus thoracis* observaron valores de mermas por cocción de 29 % para el producto cocido a 71 °C frente a un valor de 35 % para el producto cocido a 76 °C, ambos por encima a los hallados en el presente estudio. En el mismo sentido, James y Won Yang (2012) cuando estudiaron el efecto de la cocción en horno del m. *semitendinosus* hallaron mermas mayores a las reportadas en este estudio. Los

autores indicaron un valor de mermas por cocción del 31 % para el producto cocido a 200 °C durante 15 min.

De acuerdo a todo lo expuesto, las mermas por cocción halladas en el presente estudio se encuentran dentro del rango indicado en los reportados por los trabajos citados para el m. *semitendinosus* y con similares condiciones de cocción sous-vide. También, las mismas se hallan por debajo de aquellas citadas para la cocción convencional en horno, grill o en agua caliente que además resultan mayores debido a las pérdidas por goteo y por evaporación (Masana et al., 1995; Califano et al., 1997; Sanchez del Pulgar et al., 2012; Dominguez-Hernandez et al., 2018; Kiyoungh et al., 2018).

5.2.1.2. pH

En las Tablas 5.2.1.2.I y 5.2.1.2.II se presentan los resultados de la diferencia de pH (Δ pH), entre el m. *semitendinosus* cocido y el crudo, para las dietas a base de CN y SISOPE, respectivamente. El valor de Δ pH es positivo ya que el pH del producto cocido es mayor al pH del producto crudo.

En general, el tratamiento térmico produce un aumento en el pH de las carnes (Szerman et al., 2012, 2008, 2007; Vaudagna et al., 2008, 2002). Ello podría atribuirse a la desnaturalización de las proteínas, produciéndose una modificación en su conformación y cambio de carga de las mismas debido a una disminución en los grupos ácidos (Becker et al., 2016).

Como se puede observar (Tabla 5.2.1.2.I) la suplementación, el tiempo de almacenamiento y la interacción entre ambos factores principales, no provocaron cambios significativos en la Δ pH del m. *semitendinosus* cocido sous-vide de vaca de refugio alimentadas con dieta base de CN.

Jenko et al. (2016), cuando estudiaron el efecto de la suplementación con taninos en vacas de refugio alimentadas a campo natural, no hallaron diferencias de pH del m. *longissimus dorsi* crudo entre animales suplementados con taninos frente al de aquellos suplementados sin taninos. Barragán et al. (2014), estudiando el agregado de taninos de quebracho (3 %) en la dieta pastoril suministrada a toros no hallaron influencia significativas sobre los parámetros fisicoquímicos del m. *longissimus dorsi* crudo, siendo los valores de pH de 5,58 para la carne de animales suplementados y 5,64 en la carne de los animales que no recibieron suplementación.

Los resultados de la diferencia de pH mostrados en la Tabla 5.2.1.2.I están acorde a los presentados por Szerman et al. (2012), quienes publicaron una diferencia de pH de 0,31 en el m. *semitendinosus* cocido sous-vide (70 °C - 2 min).

Tabla 5.2.1.2.I. ΔpH^* del m. *semitendinosus* cocido sous-vide de vacas de refugio alimentadas a campo natural; con y sin suplementación de taninos, durante su almacenamiento refrigerado ($M \pm D.E$)^{**}.

Suplementación	Tiempo de almacenamiento			
	t0	t7	t14	t21
CN-SST	0,28 ± 0,05	0,23 ± 0,01	0,28 ± 0,05	0,26 ± 0,10
CN-SCT	0,25 ± 0,05	0,19 ± 0,04	0,24 ± 0,04	0,32 ± 0,01
<i>valor p</i>				
<i>Suplementación</i>	<i>Tiempo</i>	<i>Suplementación*Tiempo</i>		
0,5658	0,1394	0,4129		

* Diferencia de pH, ΔpH : pH músculo cocido - pH músculo crudo. ** $M \pm D.E$: Valor de la media y su desviación estándar, n=3.

CN - SST: Dieta base de campo natural con la suplementación sin taninos. CN - SCT: Dieta base de campo natural con la suplementación con taninos. t0: tiempo inicial, 0 d, t7: 7 d a $1 \pm 0,5^\circ\text{C}$, t14: 14 d a $1 \pm 0,5^\circ\text{C}$, t21: 21 d a $1 \pm 0,5^\circ\text{C}$.

Los resultados mostrados en la Tabla 5.2.1.2.II indican que solo el tiempo de almacenamiento refrigerado tuvo efecto significativo en la diferencia de pH del m. *semitendinosus* cocido sous-vide proveniente de vacas de refugio alimentadas a dieta base de SISOPE.

Jenko et al. (2018) no hallaron impacto significativo de la suplementación con taninos sobre el pH del m. *longissimus dorsi* crudo de vaca de refugio alimentadas con silo sorgo. Asimismo, Pordomingo et al. (2004) no encontraron cambios de pH entre la carne de animales alimentados a base de granos de maíz y suplementados con taninos frente a la carne de animales suplementados libre de taninos.

Por otra parte, Szerman et al, (2012) reportaron para el m. *semitendinosus* sometido a cocción sous-vide (70 °C - 2 min) un valor de pH de 5,52 en el músculo crudo y 5,83 para el músculo cocido. En el presente trabajo el valor del pH inicial fue de $5,47 \pm 0,03$ en el músculo crudo (en ambas suplementaciones) y $5,84 \pm 0,03$ y $5,94 \pm 0,1$ en el músculo cocido, para SST y SCT; respectivamente.

Tabla 5.2.1.2.II. ΔpH^* del m. *semitendinosus* cocido sous-vide de vacas de refugio alimentadas a silo de sorgo de planta entera; con y sin suplementación de taninos, durante su almacenamiento refrigerado ($M \pm D.E$)^{**}.

Suplementación	Tiempo de almacenamiento			
	t0	t7	t14	t21
SISOPE - SST	0,38 ± 0,04 ab	0,42 ± 0,03 bc	0,47 ± 0,06 c	0,36 ± 0,01 a
SISOPE - SCT	0,40 ± 0,04 ab	0,43 ± 0,04 bc	0,45 ± 0,02 c	0,35 ± 0,01 a
valor p				
Suplementación	Tiempo	Suplementación*Tiempo		
0,9177	0,0013	0,8985		

* Diferencia de pH, ΔpH: pH músculo cocido - pH músculo crudo. ** M ± D.E: Valor de la media y su desviación estándar, n=3. SISOPE - SST: Dieta base de silo de sorgo de planta entera con la suplementación sin taninos. SISOPE - SCT: Dieta base de silo de sorgo de planta con la suplementación con taninos. t0: tiempo inicial, 0 d, t7: 7 d a 1 ± 0,5°C, t14: 14 d a 1 ± 0,5°C, t21: 21 d a 1 ± 0,5°C. Medias con diferentes letras indican diferencias significativas (p<0,05) relacionadas con el efecto del tiempo de almacenamiento.

Durante la cocción de una pieza cárnica las temperaturas alcanzadas podrían variar dependiendo del tamaño de la misma, pudiendo alcanzar mayores temperaturas las piezas más chicas; y, por lo tanto, se podría producir mayor desnaturalización proteica provocando aumento en el pH (Moraes 2012; Szman et al., 2012; Becker et al, 2016).

Diversos autores informan valores variables del pH que presenta la carne cocida y almacenada en refrigeración. Moraes (2016) halló un valor de ΔpH de 0,44 del m. *semitendinosus* cocido sous-vide (80 °C / 10 min) y no encontró cambios relevantes en el pH del producto durante el almacenamiento refrigerado (20 d a 2 °C). Los resultados hallados en la presente investigación son próximos a los citados por este autor. Por otro lado, Moraes (2012) estudió el efecto de la cocción y el almacenamiento del m. *semitendinosus* hallando un valor mayor (0,45) de ΔpH para el producto cocido en forma convencional (inmersión en agua) frente a 0,31 para el producto cocido mediante cook-chill (80 °C / 6 min). Sin embargo, el mencionado autor no observó ningún efecto en el pH durante 10 d de almacenamiento a 2 °C.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, no hay un comportamiento definido en la diferencia de pH del m. *semitendinosus*. No obstante, no hay diferencias significativas de ΔpH en el músculo cocido entre el tiempo inicial y final de almacenamiento refrigerado a 1 °C.

5.2.1.3. Color

El efecto de la suplementación, el tiempo de almacenamiento refrigerado y la interacción entre ambos factores estudiados sobre las coordenadas L* (luminosidad), a*(rojo

– verde) y b^* (amarillo – azul) del m. *semiteninosus* cocido sous-vide se muestran en las tablas 5.2.2.I y 5.2.2.II, para la dieta base de CN y SISOPE; respectivamente.

En el ensayo de dieta base de CN, los factores principales de suplementación y tiempo de almacenamiento afectaron significativamente a la coordenada L^* y a^* . Sin embargo, no hubo influencia significativa alguna sobre la coordenada b^* del producto cárnico cocido (Tabla 5.2.1.3.I).

En relación a la suplementación, el m. *semitendinosus* cocido sous-vide proveniente de vacas alimentadas con SCT presento mayor luminosidad, valores más altos de L^* , y valores más bajos en la coordenada a^* respecto al m. *semitendinosus* cocido sous-vide proveniente de vacas alimentadas con SST (Tabla 5.2.1.3.I). Similarmente, Pasinato et al. (2013) estudiando el impacto de los taninos en la calidad de la carne indicaron mayores valores de L^* y menores de a^* en el m. *longissimus dorsi* crudo proveniente de novillos alimentados a pastura y suplementados con taninos. Los resultados aquí presentados en relación a la coordenada L^* concuerdan con Vasta et al. (2008b), quienes determinaron que la carne de oveja suplementada con taninos resulto más clara (valores de L más altos) que la carne proveniente de animales sin suplementar.

Por el contrario, Jenko et al. (2016) no hallaron diferencias significativas en el parámetro L^* y a^* del m. *longissimus dorsi* crudo proveniente de vacas de refugio suplementadas con taninos frente a las suplementadas libre de taninos. Sin embargo, dichos autores al igual que el presente trabajo no hallaron diferencias significativas en la coordenada b^* .

Respecto al tiempo de almacenamiento, la coordenada L^* no mostró una tendencia definida. Sin embargo, los valores de luminosidad en el tiempo final de almacenamiento no difieren a la del inicio del almacenamiento (Tabla 5.2.1.3.I). La coordenada a^* , mostro una disminución con el tiempo evidenciándose para ambas suplementaciones menor valor al final del almacenamiento (carne con mayor intensidad en el color marrón) respecto al inicial.

Tabla 5.2.1.3.I. Coordenadas de color L*, a* y b* del m. *semitendinosus* cocido sous-vide de vacas de refugo alimentadas a campo natural; con y sin suplementación de taninos, durante su almacenamiento bajo refrigeración (M ± D.E) *.

Coordenada	Tiempo de almacenamiento	Suplementación	
		CN - SST	CN - SCT
L*	t0	57,82 ± 1,76 a B	59,33 ± 1,45 b B
	t7	55,91 ± 0,48 a AB	58,29 ± 1,41 b AB
	t14	55,11 ± 0,52 a A	56,99 ± 0,95 b A
	t21	57,93 ± 1,67 a B	60,27 ± 0,55 b B
<i>valor p</i>			
<i>Suplementación</i>	<i>Tiempo</i>	<i>Suplementación*Tiempo</i>	
0,0009	0,0019	0,9117	
a*	t0	13,03 ± 1,31 a B	11,13 ± 0,58 b B
	t7	11,33 ± 0,64 a AB	10,87 ± 0,27 b AB
	t14	10,55 ± 0,77 a A	10,71 ± 0,35 b A
	t21	10,59 ± 0,88 a A	9,50 ± 0,10 b A
<i>valor p</i>			
<i>Suplementación</i>	<i>Tiempo</i>	<i>Suplementación*Tiempo</i>	
0,0119	0,0011	0,1160	
b*	t0	14,15 ± 0,14	13,95 ± 0,82
	t7	13,64 ± 0,14	14,12 ± 0,23
	t14	13,93 ± 0,30	14,33 ± 0,46
	t21	14,27 ± 0,10	14,07 ± 0,50
<i>valor p</i>			
<i>Suplementación</i>	<i>Tiempo</i>	<i>Suplementación*Tiempo</i>	
0,4798	0,6384	0,3366	

* M ± D.E: Valor de la media y su desviación estándar, n=3.

CN - SST: Dieta base de campo natural con la suplementación sin taninos. CN - SCT: Dieta base de campo natural con la suplementación con taninos. t0: tiempo inicial, 0 d, t7: 7 d a 1 ± 0,5°C, t14: 14 d a 1 ± 0,5°C, t21: 21 d a 1 ± 0,5°C.

Medias con diferentes letras en minúscula indican diferencias significativas (p<0,05) relacionadas con el efecto de la suplementación. Medias con diferentes letras en mayúscula indican diferencias significativas (p<0,05) relacionadas con el efecto del tiempo de almacenamiento.

En relación al ensayo con dieta base de SISOPE, la suplementación no afectó significativamente a ninguna de las coordenadas de color (Tabla 5.2.1.3.II). Pordomingo et al. (2004), señalaron que no hubo cambios en el color del m. *longissimus dorsi* crudo de vaquillonas alimentadas a maíz y suplementadas con taninos (1,5 %) frente a los animales suplementados libre de taninos. Del mismo modo, Jenko et al (2018) no encontraron

diferencias en los parámetros L*, a* y b* de la carne de vacas de refugio alimentadas a silo sorgo y suplementadas con taninos frente al tratamiento control (sin taninos).

Por otra parte, el factor tiempo afectó significativamente a las coordenadas L* y b*. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas, en ambos parámetros, entre el inicio y el final del almacenamiento refrigerado del producto cárnico cocido (Tabla 5.2.1.3.II).

Tabla 5.2.1.3.II. Coordenadas de color L*, a* y b* del m. *semitendinosus* cocido sous-vide de vacas de refugio alimentadas a silo de sorgo de planta entera; con y sin suplementación de taninos, durante su almacenamiento refrigerado (M ± D.E) *.

Coordenada	Tiempo de almacenamiento	Suplementación	
		SISOPE - SST	SISOPE - SCT
L*	t0	54,21 ± 2,01 A	52,27 ± 0,78 A
	t7	57,77 ± 1,69 B	57,24 ± 1,21 B
	t14	58,25 ± 0,60 B	57,67 ± 1,37 B
	t21	54,77 ± 0,86 A	53,93 ± 2,00 A
<i>valor p</i>			
Suplementación	Tiempo	Suplementación*Tiempo	
0,1119	0,0004	0,8056	
a*	t0	11,84 ± 1,39	12,85 ± 0,77
	t7	11,18 ± 1,29	11,30 ± 1,24
	t14	11,97 ± 1,18	12,78 ± 0,54
	t21	11,45 ± 1,13	12,40 ± 1,16
<i>valor p</i>			
Suplementación	Tiempo	Suplementación*Tiempo	
0,1356	0,3014	0,8917	
b*	t0	13,79 ± 0,23 AB	13,61 ± 0,29 AB
	t7	13,33 ± 0,07 A	13,54 ± 0,50 A
	t14	13,61 ± 0,20 AB	13,8 ± 0,46 AB
	t21	13,88 ± 0,38 B	14,27 ± 0,26 B
<i>valor p</i>			
Suplementación	Tiempo	Suplementación*Tiempo	
0,2865	0,0337	0,5273	

* M ± D.E: Valor de la media y su desviación estándar, n=3.

SISOPE - SST: Dieta base de silo de sorgo de planta entera con la suplementación sin taninos. SISOPE - SCT: Dieta base de silo de sorgo de planta con la suplementación con taninos. t0: tiempo inicial, 0 d, t7: 7 d a 1 ± 0,5°C, t14: 14 d a 1 ± 0,5°C, t21: 21 d a 1 ± 0,5°C.

Medias con diferentes letras indican diferencias significativas (p<0,05) relacionadas con el efecto del tiempo de almacenamiento.

Diversas investigaciones que evaluaron la cocción sous-vide, en distintos tipos y cortes de carne, informan resultados variables para las coordenadas de color L*, a* y b*. Sin embargo, algunos autores coinciden en informar que las altas temperaturas, o tiempos de cocción prolongados, tienden a incrementar la luminosidad y a disminuir los valores de la coordenada a* (Renner 1990; Vaudagna et al., 2002 y 2008; Sanchez del Pulgar et al., 2012; Becker et al., 2016).

García-Segovia et al. (2007) al estudiar el efecto de cocción sous-vide en el m. *semitendinosus* hallaron valores de L* igual a 54 en rodajas cocidas a 70 °C durante 45 min. Botinestean et al. (2016), informaron un valor de L* de 52,80 en rodajas de m. *semitendinosus* cocido sous-vide a 60 °C durante 270 min. Por el contrario, los valores de luminosidad hallados en el presente trabajo se encuentran por encima a los antes citados y son similares a los reportados por Szerman et al., (2012) quienes informaron un valor de L* de 58,48 en el m. *semitendinosus* sometido bajo cocción sous-vide a 70 °C / 2 min.

En cuanto a la coordenada a*, los resultados mostrados en las Tablas 5.2.1.3 I y 5.2.1.3.II, se encuentran por encima a los reportados en trabajos sobre cocción sous-vide del m. *semitendinosus* (Vaudagna et al. 2002 y 2008; Szerman et al. 2012, 2008; García-Segovia et al. 2007; Botinestean et al., 2016). Por su lado, Vaudagna et al. (2002) citaron valores en el parametro a* de 8,75; y 5,97 del m. *semitendinosus* cocido sous-vide a 60 °C / 90 min; y 65 °C / 90 min; respectivamente. En un estudio más reciente Vaudagna et al. (2008), mostraron un valor de a* de 8,93 en el m. *semitendinosus* cocido sous-vide a 70 °C / 2 min. Por otro lado, García-Segovia et al. (2007), señalaron un valor de a* de 5,4 en rodajas del m. *semitendinosus* cocidas sous-vide 70 °C / 45 min. Asimismo, Botinestean et al. (2016) informaron un valor de a* de 5,62 del músculo cocido sous-vide a 60 °C durante 270 min e indicaron un valor de 5,26 para el producto cocido a 70 °C durante 270 min.

En relación a la coordenada b*, parámetro de color asociado al color de la grasa de la carne, los valores en el presente trabajo son similares a los reportados por Szerman et al. (2008), quienes informaron un valor de 14,48 del m. *semitendinosus* cocido sous-vide procesado en las mismas condiciones que la presente investigación (70 °C / 2 min). Además, los valores de b* hallados resultan similares al valor de b* de 13,69 informado por Botinestean et al. (2016) en rodajas de m. *semitendinosus* cocido sous-vide (60 °C / 270 min) y al valor de b* de 13,1 hallado por García-Segovia et al. (2007) en m. *semitendinosus* cocido sous-vide (70 °C durante 45 min).

En relación al efecto del almacenamiento refrigerado sobre el color del *semitendinosus* cocido sous-vide del presente trabajo se observó una disminución de los valores de la coordenada a^* , significativa en el ensayo de dieta base de CN (Tabla 5.2.1.3.I), y una tendencia no definida para las coordenadas L^* y b^* en ambos ensayos (Tablas 5.2.1.3.I y 5.2.1.3.II). Al igual que en la presente investigación, Moraes (2016) mostró una disminución de la coordenada a^* en el m. *semitendinosus* cocido sous-vide (80 °C / 10 min) durante el almacenamiento a 2 °C; mientras que los parámetros L^* y b^* no mostraron un comportamiento definido.

Es importante señalar, que acorde a lo informado por Renerre (1990) los valores de a^* obtenidos en la presente investigación se encuentran dentro del rango esperado para productos cárnicos cocidos sous-vide; del valor de 10 a 15 (rango de color gris - marrón). Además, los valores alcanzados en a^* concuerdan con la preferencia de los consumidores de carne vacuna, quienes optan por carnes cocidas con color marrón en vez de rosado claro (Vaudagna et al. 2002; Surendranath et al., 2016).

5.2.1.4 Terneza instrumental

En las Tablas 5.2.1.4.I y 5.2.1.4.II se presentan los efectos de la suplementación con taninos y del tiempo de almacenamiento del m. *semitendinosus* cocido sous-vide sobre la terneza instrumental (fuerza de corte en Newton, N), para la dieta base de CN y SISOPE; respectivamente.

Como se puede observar en la Tabla 5.2.1.4.I, los resultados obtenidos muestran que la suplementación, el tiempo de almacenamiento y la interacción entre ambos factores estudiados no afectaron la terneza instrumental del músculo cárnico cocido proveniente de vacas de refugio alimentadas con dieta base de CN.

Tabla 5.2.1.4.I. Terneza instrumental (N) del m. *semitendinosus* cocido sous-vide de vacas de refugio alimentadas a campo natural; con y sin suplementación de taninos, durante su almacenamiento refrigerado (M ± D.E)*.

Suplementación	Tiempo de almacenamiento			
	t0	t7	t14	t21
CN - SST	54,02 ± 7,31	48,64 ± 1,50	50,06 ± 4,21	47,93 ± 3,92
CN - SCT	48,46 ± 4,90	52,41 ± 3,13	52,08 ± 4,38	54,09 ± 1,90
<i>valor p</i>				
<i>Suplementación</i>	<i>Tiempo</i>	<i>Suplementación*Tiempo</i>		
0,7457	0,7221	0,6834		

* M ± D.E: Valor de la media y su desviación estándar, n=3.

CN - SST: Dieta base de campo natural con la suplementación sin taninos. CN - SCT: Dieta base de campo natural con la suplementación con taninos. t0: tiempo inicial, 0 d, t7: 7 d a 1 ± 0,5°C, t14: 14 d a 1 ± 0,5°C, t21: 21 d a 1 ± 0,5°C.

En la dieta base de SISOPE, la suplementación, el tiempo de almacenamiento, y la interacción entre ambos factores estudiados afectaron significativamente a la terneza instrumental (Tabla 5.2.1.4.II).

Tabla 5.2.1.4.II. Terneza instrumental (N) del m. *semitendinosus* cocido sous-vide de vacas de refugio alimentadas a silo de sorgo de planta entera; con y sin suplementación de taninos, durante su almacenamiento refrigerado (M ± D.E)*.

Suplementación	Tiempo de almacenamiento			
	t0	t7	t14	t21
SISOPE - SST	46,29 ± 4,36 ab	74,99 ± 3,55 d	52,79 ± 6,47 abc	46,55 ± 3,07 ab
SISOPE - SCT	40,60 ± 3,48 a	62,08 ± 1,95 c	58,53 ± 6,70 bc	42,56 ± 2,98 a
<i>valor p</i>				
<i>Suplementación</i>	<i>Tiempo</i>	<i>Suplementación*Tiempo</i>		
0,0313	<0,0001	0,0163		

* M ± D.E: Valor de la media y su desviación estándar, n=3.

SISOPE - SST: Dieta base de silo de sorgo de planta entera con la suplementación sin taninos. SISOPE - SCT: Dieta base de silo de sorgo de planta con la suplementación con taninos. t0: tiempo inicial, 0 d, t7: 7 d a 1 ± 0,5°C, t14: 14 d a 1 ± 0,5°C, t21: 21 d a 1 ± 0,5°C.

Medias con diferentes letras en minúscula indican diferencias significativas (p<0,05) relacionadas a la interacción Suplementación*Tiempo de almacenamiento.

Investigaciones que estudiaron la suplementación con taninos, en la dieta a corral de bovinos, mencionan que no hallaron efectos significativos de la suplementación con taninos sobre la terneza de la carne. Por su lado, Jenko et al. (2018) cuando analizaron la terneza instrumental del m. *longissimus dorsi* proveniente de vaca de refugio alimentadas con silo sorgo, mostraron un valor del parámetro de 8,46 kg_f (82,9 N) y 8,44 kg_f (82,7 N) de la carne de animales con y sin suplementación de taninos; respectivamente. Por otro lado, Pordomingo et al. (2004) publicaron valores de 6,3 kg_f (61,7 N) para el m. *longissimus dorsi* proveniente

de vaquillonas alimentadas a maíz suplementadas con taninos (1,5 %) y un valor de 6,5 kg_f (63,7 N) para la carne de animales que no recibieron suplementación con taninos. De manera similar, Pasinato et al. (2013) informaron valores de 5,2 kg_f (50,9 N) para el m. *longissimus dorsi* de novillos alimentados a corral suplementados con taninos y un valor de 5,12 kg_f (50,2 N) para la carne de animales suplementados libres de taninos.

Acorde a los valores hallados durante el almacenamiento de los productos cárnicos cocidos provenientes de vacas alimentadas con dieta base de SISOPE con SST y SCT, no hay diferencias significativas de la terneza entre el inicio y el final del almacenamiento refrigerado (Tabla 5.2.1.4.II).

El comportamiento en la terneza instrumental podría estar relacionado con el porcentaje de mermas de cocción del m. *semitendinosus* cocido sous-vide halladas en el presente estudio. En la Tabla 5.2.1.II se observa que en los tiempos de 0 y 21 d, las mermas de cocción resultaron menores que en los tiempos t7 y t14; y por lo tanto, resultaría una mayor retención de líquidos en la cocción mejorando la terneza del producto cárnico (Alvarado y McKee, 2007) tal como puede apreciarse en los valores explicitados en la Tabla 5.2.1.4.II.

Diversos trabajos estudiaron el efecto de la cocción sous-vide sobre la terneza de carne vacuna. Moraes (2016) señaló valores de terneza instrumental de 2,3 kg_f (23 N) para el m. *semitendinosus* cocido sous-vide a 80 °C / 10 min. Botinestean et al. (2016) mostraron un valor de terneza instrumental de 27,80 N en rodajas del m. *semitendinosus* sous-vide a 60°C durante 270 min. Además, los autores señalaron que el producto cocido convencionalmente (en agua caliente) mostro una dureza mayor (33 N). Las diferencias halladas entre los resultados de terneza de este estudio y los valores antes mencionados se podrían deber al tiempo de cocción empleado, siendo el mayor tiempo de cocción un factor que favorece una mayor solubilización del colágeno mejorando la terneza de la carne. Sin embargo, Silva et al. (2007) reportaron valores de 5,8 kg_f (57 N) para el m. *semitendinosus* cocido sous-vide a 80 °C / 5 min. Los mismos son mayores a los reportados en el presente estudio.

Por otra parte, en un estudio sobre cocción cook-chill, Moraes (2012) indicó valores de terneza instrumental del m. *semitendinosus* cocido (80 °C / 6 min) de 58,88; 77,91 y 54,74 N para 0, 5 y 10 d a 2 °C; respectivamente, evidenciándose un comportamiento similar al reportado en el presente estudio.

La terneza de la carne vacuna puede variar debido a la influencia de varios factores; como ser, el animal, los tratamientos ante y post mortem, la metodología usada y las

condiciones en la cocción. Además, la terneza puede fluctuar en diferentes puntos de un mismo corte o rodaja (Gonçalves, 2009). Sin embargo, los valores de terneza instrumental del producto proveniente de vaca de refugio obtenidos en este trabajo se encuentran por debajo a los publicados por Perlo et al. (2009) quienes informaron un valor de 60 N para la carne de vacas alimentadas a pastura y 53 N para la carne de vacas alimentadas a confinamiento.

Los valores de terneza hallados en esta investigación (Tabla 5.2.1.4.I y 5.2.1.4.II) se encuentran por debajo a aquellos informados para una cocción convencional. Por su lado, Garcia-Segovia et al (2007) indicaron un valor de terneza instrumental de 120 N para el m. *semitendinosus* cocido convencionalmente en agua (sin vacío) a 80 °C durante 60 min. James y Won Yang (2012), hallaron un valor de terneza instrumental de 100 N para rodajas del m. *semitendinosus* cocidas convencionalmente en horno a 200 °C durante 15 min.

Cabe señalar que los resultados reportados en el presente trabajo en la terneza instrumental del m. *semitendinosus* cocido sous-vide se encuentran por debajo del valor de 59 N informado en algunas investigaciones como terneza intermedia para el músculo *semitendinosus* cocido convencionalmente (Silva 2004; Savell y Smith, 1999; Wheeler et al., 1994; Johnson 1990).

5.2.2. Características oxidativas, microbiológicas y sensoriales.

5.2.2.1. Oxidación lipídica

En las Tablas 5.2.2.1. I y 5.2.2.1.II se presentan los resultados obtenidos de las sustancias reactivas al ácido tiobarbiturico (TBARS), expresados como MDA en mg/kg músculo cocido, para la dieta base de CN y SISOPE; respectivamente. En ambos ensayos, se puede observar que solo el factor tiempo afectó significativamente la oxidación lipídica del m. *semitendinosus* cocido sous-vide.

En el ensayo con dieta base de CN (Tabla 5.2.2.1.I) los valores de TBARS tienden a ser más altos que los citados por Jenko et al. (2016) quienes evaluaron el impacto de la suplementación con taninos sobre los valores de TBARS en el m. *longissimus dorsi* crudo proveniente de vaca de refugio alimentadas a pasto y mostraron un valor de 0,12. Sin embargo, los mencionados autores no hallaron diferencias significativas debido a la suplementación con taninos. El proceso de cocción sous-vide aplicado al m. *semitendinosus* en el presente trabajo; la congelación y descongelación de las muestras previas a su procesamiento de cocción, podrían inducir la oxidación lipídica durante el almacenamiento del producto (Eun Hong et al., 2015; Araujo 2004; Brannan y Erickson, 1996; Stapelfeldt et al., 1993). Esto podría

explicar las diferencias en los valores de TBARS del presente estudio con los informados por Jenko et al. (2016) para carne cruda.

Si bien no se encontró diferencia significativa en la oxidación lipídica entre las suplementaciones se observa, a excepción del t14, una tendencia menor en la SCT (Tabla 5.2.2.1.I). Barragan et al. (2014), hallaron diferencias significativas en los valores de TBARS del m. *longissimus dorsi* crudo de vacas alimentadas a corral y almacenado durante 28 d a 4 °C. Los mencionados autores reportaron valores de 1,6 mg MDA/kg en la carne de animales tratados con taninos de quebracho (3 %) frente al valor de 3 mg MDA/kg para la carne de los que no recibieron taninos en la dieta.

Como puede apreciarse en la Tabla 5.2.2.1.I los valores de TBARS disminuyeron hacia el final del tiempo de almacenamiento. En productos con una oxidación incipiente, luego de un lapso de tiempo, se produce una reducción de los valores del malondialdehído (MDA) debido a la polimerización de los productos de la oxidación secundaria. En consecuencia, el MDA reacciona con un amplio rango de compuestos e incluso entre si formando dímeros y trímeros de MDA, los cuales presentan una reactividad reducida (Aubourg, 1993; Raharjo 1993). Esto podría explicar la disminución de los valores de TBARS entre el inicio y el final del almacenamiento refrigerado.

Tabla 5.2.2.1.I. Valores de TBARS* del m. *semitendinosus* cocido sous-vide de vacas de refugio alimentadas a campo natural; con y sin suplementación de taninos, durante su almacenamiento refrigerado (M ± D.E) **.

Suplementación	Tiempo de almacenamiento			
	t0	t7	t14	t21
CN - SST	0,82 ± 0,15 ab	1,04 ± 0,12 bc	1,08 ± 0,34 c	0,69 ± 0,07 a
CN - SCT	0,67 ± 0,11 ab	0,83 ± 0,17 bc	1,15 ± 0,18 c	0,52 ± 0,01 a
<i>valor p</i>				
<i>Suplementación</i>	<i>Tiempo</i>	<i>Suplementación*Tiempo</i>		
0,1232	0,0007	0,4970		

* Expresados en MDA en mg/kg músculo. ** M ± D.E: Valor de la media y su desviación estándar, n=3
CN - SST: Dieta base de campo natural con la suplementación sin taninos. CN - SCT: Dieta base de campo natural con la suplementación con taninos. t0: tiempo inicial, 0 d, t7: 7 d a 1 ± 0,5°C, t14: 14 d a 1 ± 0,5°C, t21: 21 d a 1 ± 0,5°C.

Medias con diferentes letras indican diferencias significativas (p<0,05) relacionadas con el efecto del tiempo de almacenamiento.

Los resultados hallados en el ensayo con dieta base de SISOPE (Tabla 5.2.2.1.II) en relación al efecto de la suplementación concuerdan con Jenko et al. (2018), quienes señalaron que no encontraron influencia sobre la oxidación lipídica por la suplementación con taninos

dado a las vacas de refugio. Los mismos mostraron valores de TBARS de 0,11 del m. *longissimus dorsi* crudo de vaca de refugio alimentadas con silo de sorgo y suplementadas con taninos de quebracho (80 g/día) y de 0,10 para la carne de los animales suplementados sin taninos.

Respecto al tiempo de almacenamiento, se observa que el valor de TBARS al final del almacenamiento, y para ambas suplementaciones, resultó significativamente más alto que los obtenidos en los tiempos restantes (Tabla 5.2.2.1.II). El valor hallado en este estudio para el t21 fue de 0,48 y 0,43, para SST y SCT; respectivamente. Dichos valores son similares al hallado por Vaudagna et al. (2002) quienes señalaron un valor de TBARS de 0,44 del m. *semitendinosus* cocido sous-vide (65 °C / 90 min) y almacenado 21 d a 1 °C.

Tabla 5.2.2.1.II. Valores de TBARS* del m. *semitendinosus* cocido sous-vide de vacas de refugio alimentadas a silo de sorgo de planta entera; con y sin suplementación de taninos, durante su almacenamiento refrigerado (M ± D.E) **.

Suplementación	Tiempo de almacenamiento			
	t0	t7	t14	t21
SISOPE - SST	0,14 ± 0,01 a	0,15 ± 0,07 a	0,17 ± 0,11 a	0,48 ± 0,08 b
SISOPE - SCT	0,16 ± 0,03 a	0,21 ± 0,08 a	0,12 ± 0,02 a	0,43 ± 0,08 b
<i>valor p</i>				
<i>Suplementación</i>	<i>Tiempo</i>	<i>Suplementación*Tiempo</i>		
0,7815	<0,0001	0,1901		

* Expresados en MDA en mg / kg músculo. ** M ± D.E: Valor de la media y su desviación estándar, n=3. SISOPE - SST: Dieta base de silo de sorgo de planta entera con la suplementación sin taninos. SISOPE - SCT: Dieta base de silo de sorgo de planta con la suplementación con taninos. t0: tiempo inicial, 0 d, t7: 7 d a 1 ± 0,5°C, t14: 14 d a 1 ± 0,5°C, t21: 21 d a 1 ± 0,5°C.

Medias con diferentes letras indican diferencias significativas (p<0,05) relacionadas con el efecto del tiempo de almacenamiento.

Algunos autores que estudiaron el efecto de la cocción sous-vide, y posterior conservación, sobre la oxidación lipídica del m. *semitendinosus* reportan valores más bajos de TBARS que los hallados en el presente trabajo. Moraes (2016) informo valores de 0,13 mg/kg del músculo *semitendinosus* cocido sous-vide (80 °C / 10 min) a los 20 d de almacenamiento a 2 °C. Sin embargo, el mismo autor halló un valor de TBARS de 0,55 mg/kg en el m. *semitendinosus* cocido cook-chill (80 °C / 10 min) los cuales resultan mayores a las presentadas en este estudio para el producto cocido y almacenado 21 d a 1 °C (Tabla 5.2.2.1.II). En un estudio anterior Moraes (2012) indicó valores de TBARS de 0,1 a 0,18

mg/kg del m. *semitendinosus* cocido cook-chill (80 °C / 6 min) y almacenado durante 10 d a 2 °C.

Es importante señalar, que los valores de TBARS obtenidos en la presente investigación son inferiores a los publicados para un producto cocido convencionalmente. Stapelfeldt et al. (1993), informaron un valor de 30 μ moles MDA/kg (2,16 mg MDA/kg) en el m. *semitendinosus* cocido en horno (hasta 75 °C en su centro térmico), envasado en polietileno sellado y almacenado durante 14 d a 4 °C.

La presencia de malondialdehído en alimentos está probablemente relacionada con la evolución de procesos cancerígenos (Min y Ahn 2005). Si bien no hay conocimiento sobre una legislación específica que indique la concentración máxima de MDA que sea segura en los alimentos, Min y Ahn (2005) indican un valor umbral de 1,59 MDA (mg/kg) a partir del cual podría resultar riesgoso para la salud. Es relevante remarcar que los valores hallados en este trabajo son todos inferiores al valor umbral.

Algunos trabajos relacionan la concentración de MDA con la percepción sensorial. Bou et al. (2001) basándose en la correlación entre los compuestos volátiles y TBARS, indicaron un valor umbral para la detección de aromas y sabores extraños de MDA de 800 μ g/kg. Coetzee y Hoffman (2001) relacionan los valores de MDA (mg/kg) y la escala sensorial proponiendo la siguiente relación: < 0,2 se considera como “calidad buena”; 0,2 a 0,5 como “tolerable”; 0,5 a 1,5 como “algo oxidada”; 1,5 a 5 como “oxidada” y > 5 como “rancio e incomedible”. Como es posible apreciar, el producto cárnico cocido obtenido en el ensayo de dieta base de SISOPE, para ambas suplementaciones, se encuentra en el rango indicado como tolerable al final del almacenamiento. Por el contrario, los resultados de TBARS obtenidos en dieta base de CN, para en ambas suplementaciones, indicarían que el producto se encuentra algo oxidado durante todo el almacenamiento.

5.2.2.2. Análisis microbiológico

Los resultados de los recuentos microbiológicos se informan en las Tablas 5.2.2.2.I y 5.2.2.2.II, para las dietas bases de CN y SISOPE; respectivamente. Como se puede observar, el efecto de la suplementación no provocó cambios significativos en los recuentos de microorganismos totales en ninguno de los ensayos estudiados.

En las muestras provenientes de animales alimentados con dieta base de CN, todos los recuentos se mantuvieron por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas, los cuales fueron de 2 log UFC/g para los recuentos de *Brochothrix thermophacta* (RBt) y

Pseudomonas spp. (RPs) y de 1 log UFC/g para el resto de los recuentos estudiados (Tabla 5.2.2.2.I). Además, el recuento de mesófilos aerobios (RMA) y psicrótofos (RP) en el músculo crudo fue, en ambos, de 1,3 log UFC/g.

Tabla 5.2.2.2.I. Recuentos* de microorganismos totales en el m. *semitendinosus* cocido sous-vide de vacas alimentadas a campo natural con y sin suplementación de taninos, durante el tiempo de almacenamiento.

Recuentos microbiológicos	t0		t7		t14		t21	
	CN - SST	CN- SCT	CN- SST	CN - SCT	CN - SST	CN - SCT	CN - SST	CN - SCT
Mesófilos aerobios (RMA)	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0
Enterobacterias (RE)	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0
Psicrótrofos (RP)	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0
Bacterias ácido-lácticas (RBALs)	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0
<i>Brochothrix thermophacta</i> (RBt)	< 2,00 ± 0,0	< 2,00 ± 0,0	< 2,00 ± 0,0	< 2,00 ± 0,0	< 2,00 ± 0,0	< 2,00 ± 0,0	< 2,00 ± 0,0	< 2,00 ± 0,0
<i>Pseudomonas</i> spp. (RPs)	< 2,00 ± 0,0	< 2,00 ± 0,0	< 2,00 ± 0,0	< 2,00 ± 0,0	< 2,00 ± 0,0	< 2,00 ± 0,0	< 2,00 ± 0,0	< 2,00 ± 0,0
Clostridios sulfito reductores (RCSRs)	<1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	<1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0

* Promedio de tres repeticiones. Valor promedio expresado en log UFC/g.

CN - SST: Dieta base de campo natural con la suplementación sin taninos. CN - SCT: Dieta base de campo natural con la suplementación con taninos. t0: tiempo inicial, 0 d, t7: 7 d a 1 ± 0,5°C, t14: 14 d a 1 ± 0,5°C, t21: 21 d a 1 ± 0,5°C.

En el ensayo de alimentación de los animales con dieta base de SISOPE, solo el tiempo de almacenamiento afectó significativamente el crecimiento de los RMA, RP y RBALs del m. *semitendinosus* cocido sous-vide (Tabla 5.2.2.2.II). A los 21 d de almacenamiento refrigerado los RMA y RBALs mostraron ambos un valor de 3,02 y 2,80 log UFC/g para SST y SCT; respectivamente, mientras que el RP resultó un valor de 1,48 y 1,71 log UFC/g para SST y SCT; respectivamente a los 14 d del almacenamiento. Los recuentos iniciales (músculo crudo), en promedio, fueron de 4,8 log UFC/g RMA; 2,13 log UFC/g RP; 2,51 log UFC/g RBALs; 4,42 log UFC/g *Rbt* y 5,37 log UFC/g RPs.

Tabla 5.2.2.2.II. Recuentos* de microorganismos totales en el m. *semitendinosus* cocido sous-vide de vacas alimentadas a silo de sorgo de planta entera con y sin suplementación de taninos, durante el tiempo de almacenamiento.

Recuentos microbiológicos	t0		t7		t14		t21		valor p		
	SISOPE-SST	SISOPE-SCT	SISOPE-SST	SISOPE-SCT	SISOPE-SST	SISOPE-SCT	SISOPE-SST	SISOPE-SCT	T	t	T*t
Mesófilos aerobios (RMA)	< 1,00 ± 0,0 a	< 1,00 ± 0,0 a	< 1,00 ± 0,0 a	< 1,00 ± 0,0 a	< 1,00 ± 0,0 a	< 1,00 ± 0,0 a	3,02 ± 0,15 b	2,80 ± 0,37 b	NS	<0,0001	NS
Enterobacterias (RE)	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	NS	NS	NS
Psicrótrofos (RP)	< 1,00 ± 0,0 a	< 1,00 ± 0,0 a	< 1,00 ± 0,0 a	< 1,00 ± 0,0 a	1,48 ± 0,26 b	1,71 ± 0,17 b	< 1,00 ± 0,0 a	< 1,00 ± 0,0 a	NS	<0,0001	NS
Bacterias ácido-lácticas (RBALs)	< 1,00 ± 0,0 a	< 1,00 ± 0,0 a	< 1,00 ± 0,0 a	< 1,00 ± 0,0 a	< 1,00 ± 0,0 a	< 1,00 ± 0,0 a	3,02 ± 0,10 b	2,80 ± 0,24 b	NS	<0,0001	NS
<i>Brochothrix thermophacta</i> (RBt)	< 2,00 ± 0,0	< 2,00 ± 0,0	< 2,00 ± 0,0	< 2,00 ± 0,0	< 2,00 ± 0,0	< 2,00 ± 0,0	< 2,00 ± 0,0	< 2,00 ± 0,0	NS	NS	NS
<i>Pseudomonas</i> spp (RPs)	< 2,00 ± 0,0	< 2,00 ± 0,0	< 2,00 ± 0,0	< 2,00 ± 0,0	< 2,00 ± 0,0	< 2,00 ± 0,0	2,06 ± 0,10	2,10 ± 0,17	NS	NS	NS
Clostridios sulfito reductores (RCSR _s)	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	< 1,00 ± 0,0	NS	NS	NS

* Promedio de tres repeticiones. Valor promedio expresado en log UFC/g.

SISOPE - SST: Dieta base de silo de sorgo de planta entera con la suplementación sin taninos. SISOPE - SCT: Dieta base de silo de sorgo de planta entera con la suplementación con taninos. t0: tiempo inicial, 0 d, t7: 7 d a 1 ± 0,5°C, t14: 14 d a 1 ± 0,5°C, t21: 21 d a 1 ± 0,5°C. T: factor principal suplementación. t factor principal tiempo. T*t: interacción suplementación*tiempo.

Medias con diferentes letras indican diferencias significativas (p<0,05) en una misma fila relacionada al efecto del tiempo de almacenamiento.

Varios autores estudiaron el efecto de la cocción sous-vide, en distintos cortes y carnes, y su posterior almacenamiento en refrigeración sobre las características microbiológicas de los productos cárnicos cocidos. Botinestean et al. (2016), al estudiar los parámetros microbiológicos de rodajas del m. *semitendinosus* cocido sous-vide (60 °C durante 270 min) indicaron que el recuento de aerobios luego de la cocción fue menor al límite de detección (10 log UFC/g). Por su lado, Vaudagna et al. (2002) cuando estudiaron la cocción sous-vide (65 °C / 90 min) del m. *semitendinosus* y su almacenamiento durante 55 d, informaron que en el músculo crudo hubo un recuento inicial de microorganismos aeróbicos totales de 2,89 log UFC/cm². Los autores señalaron que esos recuentos iniciales, luego de la cocción, resultaron menores a 2 log UFC/cm² (límite de detección) y se mantuvieron en ese valor durante 13 d a 1°C. Sin embargo, los autores reportaron que luego de los 21 d, el recuento de microorganismos aeróbicos totales aumento a 2,3 log UFC/cm². En la presente investigación se observó un comportamiento similar a lo informado por Vaudagna et al. (2002), ya que los resultados obtenidos del recuento de microorganismos aeróbicos totales fue de 4,8 log UFC/g en el músculo crudo y luego de la cocción, esos recuentos se mantuvieron debajo del límite de detección (1 log UFC/g) y a los 21 d de almacenamiento a 1 °C el recuento de microorganismos aeróbicos totales fue de 2,9 log UFC/g. En un trabajo similar, Moraes (2016) estudiando la cocción sous-vide (80 °C / 10 min) en el m. *semitendinosus* y su almacenamiento a 2°C obtuvo un valor de recuento de mesófilos aeróbicos totales de 2,0.10⁶ UFC/g a los 10 d de almacenamiento. El mismo autor en estudios previos con aplicación de cocción cook-chill, registró en el músculo un recuento de mesófilos aeróbicos totales de 3,0.10², 1,7.10³ y de 2,5.10⁵ UFC/g para 0, 5 y 10 d de almacenamiento a 2 °C; respectivamente. Del mismo modo, Peirano-Hernández (2012), quien evaluó el efecto de la cocción sous-vide (60 °C / 90 min) en fetas de *longissimus dorsi* y su posterior almacenamiento a 4°C halló un recuento de 2,92 log UFC/g en el producto crudo; luego del procesamiento el recuento inicial de viables totales de 0,92 log UFC/g y a los 15 d de almacenamiento de 2 log UFC/g.

En cuanto a la microbiota acido-láctica estudiada en la presente investigación se halló un valor promedio inicial de 2,3 log UFC/g en el músculo crudo. Luego de la cocción, el recuento se mantuvo por debajo del límite de detección y resultó de 2,9 log UFC/g a los 21 d

de almacenamiento a 1 °C (Tabla 5.2.2.2.II). Vaudagna et al. (2002) señalaron un crecimiento de *Lactobacillus* de 2 log UFC/cm² durante 55 d de almacenamiento a 1 °C del producto cárnico cocido. Por el contrario, Moraes (2016) no observó crecimiento de esta familia bacteriana durante 30 d de almacenamiento a 2 °C. De igual manera, Díaz (2009), no detectó crecimiento en el recuento de estos microorganismos durante 10 semanas de almacenamiento a 2 °C del lomo de cerdo cocido.

En relación al crecimiento de los psicrótrofos totales en esta investigación se halló un valor inicial de 2,5 log UFC/g en el músculo crudo, y luego de la cocción, solo se evidenció un crecimiento a los 14 d de almacenamiento con un valor de 1,48 y 1,71 log UFC/g, para SST y SCT; respectivamente (Tabla 5.2.2.2.II). Similarmente a los resultados aquí encontrados, Vaudagna et al. (2002) mostraron en el músculo crudo un recuento de psicrótrofos de 2,06 log UFC/cm² e indicaron que luego de la cocción, esa microbiota se mantuvo debajo del límite de detección señalados por estos autores (2 log UFC/cm²) durante 55 d de almacenamiento a 1 °C. Sin embargo, Moraes (2016) indicó recuentos de $1,5 \cdot 10^6$; $2,5 \cdot 10^6$ y $2,0 \cdot 10^4$ UFC/g en el periodo de 5, 10 y 15 d a 2 °C; respectivamente.

Uno de los principales géneros alteradores de carnes frescas refrigeradas es *Pseudomonas* spp (Church y Parsons, 1995). En la presente investigación, se obtuvo un recuento de 4,9 log UFC/g en el músculo crudo, y luego de la cocción, se mantuvo por debajo del límite de detección durante todo el almacenamiento refrigerado. Por su parte, el recuento de *Brochothrix thermophacta*, (importante alterador de carnes envasadas al vacío (Church y Parsons, 1995) en el presente estudio resultó de 4,2 log UFC/g. en el músculo crudo, y posteriormente a la cocción, permaneció debajo del límite de detección durante todo el almacenamiento. Este resultado concuerda con Vaudagna et al. (2002), quienes no observaron crecimientos de *Brochothrix thermophacta* durante el almacenamiento de 55 d a 1 °C del m. *semitendinosus* cocidos sous-vide.

El recuento de enterobacterias se determinó con el fin de evaluar las condiciones de proceso y/o eventual contaminación post-proceso. En este trabajo no se encontraron enterobacterias en todas las muestras analizadas, lo que estaría indicando que el proceso y el almacenamiento se realizaron correctamente. Estos resultados concuerdan con los reportes de trabajos similares (Vaudagna et al.2002; Díaz 2009; Botinestean et al. 2016). Además, en la

presente investigación no se halló presencia de clostridios sulfitos reductores en las muestras analizadas. En línea con esto, Moraes (2012), no encontró presencia de clostridios sulfitos reductores en el m. *semitendinosus* cocido cook-chill (80 °C / 6 min) durante 0,5 y 10 d de almacenamiento a 2 °C.

Es importante señalar que los recuentos de mesófilos aeróbicos totales y de enterobacterias hallados en la presente investigación estuvieron por debajo de los niveles máximos permitidos para las comidas listas para el consumo de 10^5 UFC/g y 10^2 UFC/g; respectivamente, establecidos por el Código Alimentario Argentino (CAA, 2017).

Según Díaz (2009), los microorganismos aerobios mesófilos, psicrótofos y enterobacterias son los principales grupos de microorganismos que, a priori, podrían alterar la carne cocida refrigerada. Sin embargo, estos microorganismos son relativamente poco resistentes al calor y suelen inactivarse mediante la pasteurización. En los resultados aquí mostrados se evidencia un mínimo desarrollo microbiano posterior al proceso de cocción y almacenamiento refrigerado del m *semitendinosus*, no llegando en ningún momento del estudio a superar los niveles máximos establecidos.

Acorde a todo lo expuesto anteriormente, desde el punto de vista microbiológico, el producto cárnico cocido sous-vide mantuvo la calidad microbiológica durante los 21 d de almacenamiento a 1 °C.

5.2.2.3. Análisis sensorial

En la Tabla 5.2.2.3.I se informan los atributos sensoriales del m. *semitendinosus* cocido sous-vide provenientes de vacas alimentadas a CN. Como se puede apreciar los efectos principales – suplementación y tiempo de almacenamiento- y la interacción no promovieron cambios significativos en el perfil sensorial.

De acuerdo a los resultados presentados en la Tabla 5.2.2.3.I se puede inferir que la adición de taninos no influye en las características sensoriales del producto cárnico cocido sous-vide proveniente de vacas de refugio alimentadas a CN. Jenko et al. (2016), no encontraron diferencias significativas al evaluar sensorialmente muestras del m. *longissimus dorsi* provenientes de vacas de refugio alimentadas a pasto y bajo suplementación con taninos de quebracho colorado. Los mencionados autores señalaron valores de 4,7; 5,2; 4,1 (sin

taninos) y 4,6; 5,1; 4,5 (con taninos) para los atributos de aroma, sabor y jugosidad, respectivamente. Priolo et al. (2009), evaluando el impacto de la adición de taninos de quebracho en la dieta suministrada a ovejas, en una dosis mayor (111 g/kg materia seca) a la de la presente investigación, no halló ningún efecto sobre los atributos sensoriales de la carne de animales alimentados a pasto y suplementados con taninos.

Tabla 5.2.2.3.I. Perfil sensorial* del m. *semitendinosus* cocido sous-vide de vacas de refugio alimentadas a campo natural y suplementadas, con y sin suplementación de taninos, durante su almacenamiento refrigerado a 1 °C.

Tpo	Aroma		Flavor		Terneza inicial		Terneza sostenida		Jugosidad		Tejido conectivo	
	SST	SCT	SST	SCT	SST	SCT	SST	SCT	SST	SCT	SST	SCT
t0	4,97	4,31	4,99	5,06	4,65	5,02	5,61	6,06	5,26	5,08	3,36	3,01
t7	4,75	4,61	4,86	4,33	4,34	4,46	5,27	5,61	4,71	5,14	4,31	3,59
t14	3,92	4,13	4,77	4,85	4,89	4,34	5,96	5,31	5,61	5,03	3,18	4,29
t21	4,68	3,84	4,45	5,01	5,11	4,83	5,86	5,97	5,49	5,01	3,21	3,42

* Media, n=8 jueces entrenados. Escala de 10 puntos para todos los atributos: 0 = extremadamente suave y 10 = extremadamente intenso para aroma y flavor. 0=extremadamente duro y 10 = extremadamente tierno para terneza inicial y terneza sostenida. 0 = extremadamente seco y 10 = extremadamente jugoso para jugosidad. 0 = extremadamente nada y 10 = extremadamente mucho para tejido conectivo.

SST: suplementación sin taninos. SCT: suplementación con taninos. t0: tiempo inicial, 0 d, t7: 7 d a 1 ± 0,5°C, t14: 14 d a 1 ± 0,5°C, t21: 21 d a 1 ± 0,5°C.

En el presente trabajo los jueces evaluaron la detección de aromas y sabores extraños, ambos con intensidad intermedia. Los mismos describieron a los aromas extraños como “hervido” “abombado” y “WOF”. En cuanto a los sabores extraños los jueces indicaron como “amargo”, “ácido”, “humedad”, “viejo”, “hígado” y “carne madurada”. Estos resultados podrían asociarse con los hallados en la determinación de oxidación lipídica del presente estudio. Los valores hallados de TBARS, oscilaron entre 0,5 a 1,5 (Tabla 5.2.2.I) el cual sería el rango reportado para muestras “algo oxidada” según lo señalado por Coetzee y Hoffman (2001) en su estudio de comparación de los valores de MDA con la escala sensorial en productos cárnicos.

En relación a la terneza, uno de los parámetros más juzgado por los consumidores de carne vacuna, se observa una tendencia en los valores relacionados al contenido de tejido

conectivo, resultando al inicio del almacenamiento, el músculo más tierno (6,06) aquél con menor contenido de tejido conectivo (3,01) (Tabla 5.2.2.3.I).

La evaluación sensorial correspondientes a la segunda etapa experimental, animales alimentados a SISOPE, se presenta en la Tabla 5.2.2.3.II. Los efectos principales – suplementación y tiempo de almacenamiento- y la interacción no afectaron significativamente a los atributos de aroma, flavor, jugosidad y tejido conectivo. Sin embargo, la interacción entre la suplementación y el tiempo de almacenamiento refrigerado afecto significativamente los atributos de terneza inicial y sostenida.

Como se puede apreciar en la Tabla 5.2.2.3.II. los resultados de terneza inicial y sostenida no muestran diferencias significativas, para ambas suplementaciones, entre el inicio y el final del tiempo de almacenamiento refrigerado.

Tabla 5.2.2.3.II. Perfil sensorial* del músculo *semitendinosus* cocido sous-vide de vacas de refugio alimentadas a silo de sorgo de planta entera con y sin suplementación de taninos, durante su almacenamiento refrigerado a 1 °C.

Tpo	Aroma		Flavor		Terneza inicial		Terneza sostenida		Jugosidad		Tejido conectivo	
	SST	SCT	SST	SCT	SST	SCT	SST	SCT	SST	SCT	SST	SCT
t0	4,41	4,42	4,34	4,32	4,82 b	4,33 ab	5,94 b	5,02 ab	5,54	5,73	3,98	4,86
t7	4,39	4,47	4,61	4,31	3,58 a	4,64 ab	4,21 a	5,58 ab	4,63	5,21	5,21	4,42
t14	4,36	4,42	4,41	4,81	4,72 ab	4,09 ab	5,36 ab	4,91 ab	5,07	5,44	4,29	4,72
t21	4,14	4,52	4,52	4,51	5,31 b	4,16 ab	5,94 b	4,76 ab	5,20	5,25	4,26	5,11

*Media, n= 8 jueces entrenados. Escala de 10 puntos para todos los atributos: 0 = extremadamente suave y 10 = extremadamente intenso para aroma y flavor. 0 = extremadamente duro y 10 = extremadamente tierno para terneza inicial y terneza sostenida. 0 = extremadamente seco y 10 = extremadamente jugoso para jugosidad. 0 = extremadamente nada y 10 = extremadamente mucho para tejido conectivo. SST: suplementación sin taninos. SCT: suplementación con taninos. t0: tiempo inicial, 0 d, t7: 7 d a 1 ± 0,5°C, t14: 14 d a 1 ± 0,5°C, t21: 21 d a 1 ± 0,5°C. Medias con diferentes letras en minúscula indican diferencias significativas (p<0,05) relacionadas a la interacción Suplementación*Tiempo de almacenamiento.

Según Dominguez-Hernandez et al. (2018) quienes estudiaron los factores que influyen en la cocción a bajas temperatura y largos tiempos, indicaron que la cocción a bajas temperaturas (≤ 70 °C) aplicada en el músculo *semitendinosus* produce un debilitamiento del tejido conectivo produciendo un aumento en la terneza.

El comportamiento observado en la terneza (Tabla 5.2.2.3.II) se podría relacionar al contenido de tejido conectivo del músculo *semitendinosus* cocido sous-vide. Aun cuando no se detectaron diferencias significativas en el tejido conectivo, se puede observar que todas las muestras que tendieron a tener menor valor en este parámetro presentaron un mayor valor de terneza inicial y sostenida.

Además, en el presente estudio los jueces evaluaron la detección de aroma y flavor extraños ambos de intensidad débil en todas las muestras. Los mismos describieron a los aromas extraños como “humedad” y “WOF”; y en cuanto a los flavor extraño indicaron como “amargo”, “ácido”, “humedad”, “viejo” y “metal”.

Según Stapelfeldt et al. (1993), las rodajas de carne cocida y envasadas con atmósfera modificada (3 % O₂ residual) presentan valores menores de sabores extraños, relacionados a los WOF, en comparación con el producto cárnico envasado comercialmente (bolsas de polietileno). Los autores señalaron valores de 0,5 en las rodajas de carne vacuna cocidas y envasadas con atmósfera modificada frente a 4,5 en las envasadas comercialmente, almacenadas 14 d a 4 °C. De acuerdo a lo antes mencionado, en la presente investigación los valores de off-flavor detectados para el producto cocido sous-vide se mantuvieron en un rango de 0,5 a 2 durante 20 d de almacenamiento a 1 °C lo que podría asociarse al envasado al vacío sometido al producto cárnico antes de la cocción.

En la Tabla 5.2.2.3.II se puede observar una tendencia mayor en la jugosidad del producto cárnico cocido proveniente de las vacas tratadas con SCT, mostrando un valor de 5,73; 5,21; 5,44 y 5,25 para los tiempos de 0, 7, 14 y 21 d; respectivamente, mientras que el producto de los animales SST presentó 5,54; 4,63; 5,07 y 5,2 en el almacenamiento de 0, 7, 14 y 21 d; respectivamente. El mismo comportamiento fue indicado por Jenko et al. (2018) cuando evaluaron la calidad sensorial del m. *longissimus dorsi* provenientes de vacas de refugio alimentadas con silo de sorgo y tratadas con taninos. Los autores señalaron valores de jugosidad de 4,8 y 5,2 para SST y SCT; respectivamente. Dichos autores mostraron valores en el sabor de 5,3 y 5,1; y en el aroma de 4,7 y 4,5, para SST y SCT; respectivamente, tendencia similar a las halladas en el presente estudio. Szerman et al. (2012), informaron valores cercanos en la jugosidad del m. *semitendinosus* recién cocido mediante tecnología sous-vide.

Los autores mostraron un valor de jugosidad de 5,5 para el m. *semitendinosus* cocido sous-
vide (71 °C / 2 min)

En general, el tiempo de almacenamiento no provocó cambios significativos en los resultados de los atributos de flavor y aroma. Además, los valores para ambos atributos oscilaron en el rango de 4 a 5 (Tablas 5.2.2.3.I y 5.2.2.3.II) durante todo el almacenamiento a 1°C. Este mismo comportamiento fue hallado por Vaudagna et al. (2002), quienes indicaron que el flavor y aroma del m. *semitendinosus* cocido sous-
vide (65 °C / 90 min) se mantuvieron alrededor de 4 y 5 durante 21 d de almacenamiento a 1 °C. Asimismo, Hansel (1995) no observó cambios en la calidad sensorial, en el mismo músculo, cocido sous-
vide (62 °C / 2 h) y almacenado durante 23 d a 3 °C.

Ciertas investigaciones mencionan que los atributos sensoriales de las carnes cocidas, preferentemente el aroma y sabor; disminuyen con los d de almacenamiento Vaudagna et al. (2002) reportan en m. *semitendinosus* cocido sous-
vide (65 °C / 90 min) un valor de flavor de 4,5 al inicio del almacenamiento a 1 °C y que a partir de los 20 d de almacenamiento el flavor comienza a disminuir.

En un estudio anterior realizado por Stapelfeldt et al. (1993), señalan que la carne vacuna cocida, luego envasada en atmosfera modificadas (reducida en oxígeno) y almacenada 14 d bajo refrigeración retiene más los atributos sensoriales que los productos cárnicos envasados comercialmente (bolsas de polietileno). Dichos autores indicaron un valor de flavor de 8 para rodajas de carne vacuna cocida y envasada con atmósfera modificada frente al valor de 2 para el producto envasado comercialmente. Como es posible apreciar los resultados de flavor de la presente investigación no evidenciaron disminución durante los 21 d de almacenamiento refrigerado (Tablas 5.2.2.3.I y 5.2.2.3.II).

Por su parte, Masana et al (1995) estudiaron la influencia del tipo de cocción aplicada al m. *semitendinosus* sobre sus características sensoriales. Los autores reportaron valores para la terneza, flavor y jugosidad de 6,00; 5,05 y 4,71; respectivamente, en bifes cocidos sous-
vide (75 °C / 5,75 h) y de 5,51; 4,88 y 4,41, para los bifes cocidos convencionalmente (en agua caliente). Lo mismo se evidencia en un estudio realizado en otra especie animal por Becker et al. (2016) quienes analizaron los parámetros sensoriales del lomo de cerdo cocido sous-
vide (60 °C / 2 h) y hallaron valores de 6,7 y 4,7 para jugosidad y terneza; respectivamente.

Mientras que los mismos hallaron valores de 2,2 y 2,5, en la jugosidad y terneza; respectivamente, en el producto cocido convencionalmente.

Según lo expuesto, se puede inferir que el m. *semitendinosus* cocido mediante tecnología sous-vide mantuvo sus características organolépticas durante 21 d de almacenamiento a 1 °C, lo cual indicaría una ventaja para este tipo de cocción frente a otras que no aplican envasado al vacío.

6. CONCLUSIONES

6. CONCLUSIONES

6.1. Efecto de la suplementación con taninos sobre la composición química y perfil lipídico del músculo *semitendinosus* cocido sous-vide.

✓ Los resultados del presente trabajo de tesis revelan que la incorporación de taninos en la dieta suministrada a vacas de refugio no promovió cambios significativos en la composición química y en el perfil lipídico del músculo *semitendinosus* cocido sous-vide proveniente de vaca de refugio.

6.2. Efecto de la suplementación con taninos y del tiempo de almacenamiento refrigerado en el músculo *semitendinosus* cocido sous-vide sobre sus características fisicoquímicas, oxidativas, microbiológicas y sensoriales

✓ Las mermas por cocción del músculo *semitendinosus* cocido sous-vide proveniente de vaca de refugio alimentadas a campo natural no se vieron afectadas por la suplementación, el tiempo de almacenamiento refrigerado y la interacción entre ambos factores estudiados. En el producto cárnico cocido proveniente de los animales alimentados a silo de sorgo de planta entera, solo el tiempo de almacenamiento refrigerado impactó significativamente a las mermas por cocción. A pesar de ello, no se hallaron diferencias significativas sobre las mismas entre el inicio y el final del almacenamiento refrigerado.

✓ La variación de pH del músculo *semitendinosus* cocido sous-vide proveniente de vaca de refugio alimentadas a campo natural no resultó afectada por ninguno de los factores estudiados como así tampoco por la interacción entre ambos. En el producto cárnico cocido proveniente de los animales alimentados a silo de sorgo de planta entera la variación de pH mostró diferencias significativas debido al tiempo de almacenamiento refrigerado. Sin embargo, la misma no presentó diferencias significativas entre el inicio y el final del almacenamiento refrigerado.

✓ El color del músculo *semitendinosus* cocido sous-vide proveniente de vaca de refugio alimentadas a campo natural se vio afectado por el tratamiento de suplementación, teniendo el producto cocido proveniente de animales suplementados con taninos, una mayor luminosidad

(valores de L^* más altos) y una menor intensidad en el indicador de color rojo (valores de a^* más bajos) que el producto cocido proveniente de animales suplementados sin taninos. Al final del almacenamiento refrigerado, el producto cocido resultó tener menor intensidad en el color rojo. En el producto cárnico cocido proveniente de los animales alimentados a silo de sorgo de planta entera solo el tiempo de almacenamiento refrigerado influyó significativamente a las coordenadas L^* y b^* . Sin embargo, ambos parámetros no presentaron diferencias significativas entre el inicio y el final del almacenamiento refrigerado.

✓ La terneza instrumental del músculo *semitendinosus* cocido sous-vide proveniente de vaca de refugio alimentadas a campo natural no se vio afectada por el tratamiento de suplementación, el tiempo de almacenamiento refrigerado y la interacción entre ambos factores. En el producto cárnico cocido proveniente de los animales alimentados a silo de sorgo de planta entera, la terneza resultó afectada significativamente por la suplementación, el tiempo de almacenamiento refrigerado y por la interacción entre ambos factores estudiados. No obstante, los valores de terneza hallados al final del almacenamiento refrigerado, para las suplementaciones ensayadas, no resultaron estadísticamente diferentes de los hallados al inicio de la conservación.

✓ La oxidación lipídica, evaluada mediante los valores de TBARS, en ambas dietas estudiadas fue afectada por el tiempo de almacenamiento refrigerado del músculo *semitendinosus* cocido sous-vide. El producto cárnico cocido de animales alimentados a silo de sorgo de planta entera reportó mayor oxidación a los 21 d de almacenamiento refrigerado. En ambos ensayos, la suplementación con taninos no tuvo efecto sobre la progresión de la oxidación lipídica en la carne cocida proveniente de vacas alimentadas a campo natural y silo de sorgo de planta entera.

✓ Los recuentos microbiológicos, no fueron afectados por la suplementación, el tiempo de almacenamiento refrigerado y la interacción entre ambos en el músculo *semitendinosus* cocido sous-vide de vacas alimentadas a campo natural. En el producto cocido proveniente de las vacas de refugio alimentadas a silo de sorgo de planta entera solo el tiempo de almacenamiento refrigerado afectó significativamente los recuentos microbiológicos. No obstante, se observó crecimiento poco apreciable de los microorganismos mesófilos aeróbicos y bacterias ácido-lácticas a los 21 d de almacenamiento refrigerado.

✓ El perfil sensorial del músculo *semitendinosus* cocido sous-vide proveniente de vaca de refugio alimentadas a campo natural no mostró cambios apreciables debido al tratamiento de suplementación, al tiempo de almacenamiento refrigerado y a la interacción entre ambos factores estudiados. En el producto cárnico cocido proveniente de los animales alimentados a silo de sorgo la interacción entre la suplementación y el tiempo de almacenamiento refrigerado afectó significativamente los atributos de terneza inicial y sostenida. No obstante, no se observaron diferencias significativas en estos atributos y en ambas suplementaciones, entre el inicio y el final del tiempo de almacenamiento refrigerado.

Según todo lo expuesto, la investigación presentada permite concluir que el agregado de taninos de origen natural (2% en base seca), aditivo que mejora los procesos digestivos en rumiantes, en la dieta suministrada a vaca de refugio no promovió cambios en las características fisicoquímicas, oxidativas, microbiológicas y sensoriales del producto cárnico cocido obtenido mediante la aplicación de la tecnología sous-vide. Además, las condiciones empleadas en la tecnología sous-vide y en el almacenamiento refrigerado del músculo *semitendinosus* permiten obtener un producto cocido preservando la calidad microbiológica y sensorial. Por lo expuesto, la obtención de un producto listo para consumir a partir de la categoría vaca de refugio resultaría una estrategia viable, posibilitando así diversificar la oferta de productos de esta categoría vacuna.

6.3. Sugerencias para Futuras Investigaciones

✓ Atendiendo la necesidad por parte de la industria de aplicar congelación en las piezas cárnicas, sería conveniente estudiar la conservación previa al proceso de cocción sous-vide a fin de evaluar las condiciones óptimas del proceso de congelación y descongelación para una mejor calidad en el producto cocido.

✓ En el presente estudio el proceso de cocción sous-vide permitió obtener un producto listo para consumir preservando las propiedades nutritivas y sensoriales del producto cárnico por lo que sería importante realizar una evaluación sensorial con consumidores de carne bovina a fin de evaluar la aceptación del producto cárnico proveniente de vaca de refugio suplementadas con taninos en la dieta.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABERLE, E.; FORREST, J.; GERRARD, D.; MILLS, E. (2001). Principles of meat science. 4° ed, Kendall/Hunt Publishing Company. Dubuque, Iowa.
- ACMSF (ADVISORY COMMITTEE ON THE MICROBIOLOGICAL SAFETY OF FOOD) (1992). Report on Vacuum Packaging and Associated Processes. ISBN 0113215584. HMSO, London.
- ALBISU, L.M. (2017). El consumo de platos preparados en España, Francia y Gran Bretaña. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA). Disponible https://www.researchgate.net/publication/28280301_El_consumo_de_platos_preparados_en_Espana_Francia_y_Gran_Bretana. Febrero 2019.
- ALMADA, C.; BONATO, P.; CARDUZA, F.; COSSU, M.; GRIGIONI, G.; IRURUETA, M.; et al. (2011). Manual de procedimiento. Determinación de los parámetros de Calidad física y sensorial de carne bovina. Ed. INTA 2012. Buenos Aires, Argentina. ISBN 978-987-679-086-4.
- ALVARADO, C.; MCKEE S. (2007). Marination to improve functional properties and safety of poultry meat. *Journal of Applied Poultry Research* 16: 113-120.
- AMAROWICZ, R. (2007). Tannins: the new natural antioxidants?. *European Journal of Lipid Science Technology* 109: 549-551.
- AMSA. (1995). Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat. Published by American Meat Science Association in cooperation with National Livestock and Meat Board. Illinois, USA.
- AMSA. (2012). Meat Color Measurement Guidelines. Champaign. Illinois, USA.
- AMSA. (2015). Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat. 2nd ed. Champaign. Illinois, USA.
- AOAC. (1990). Method 966.23. Official Methods of Analysis. 15th ed., AOAC, Arlington, USA.
- AOAC. (1995). Method 942.05. Official Methods of Analysis. 16th ed., Washington, USA.
- AOAC. (2007). Method 981.10 Official Methods of Analysis. 18th ed., Maryland, USA.

- ARAÚJO, J. (2004). Química de alimentos: Teoría e práctica. Universidade Federal de Viçosa. 3° ed. Viçosa, Minas Gerais, Brasil.
- ARGENFOODS. (2011). Tabla de Composición de Alimentos actualizada al 10-01-2011. Universidad Nacional de Luján. Buenos aires, Argentina. Disponible en: <http://www.unlu.edu.ar/~argenfoods/Tablas/Tabla.htm>. Enero 2019.
- AUBOURG, S. (1993). Review: interaction of malondialdehyde with biological molecules new trends about reactivity and significance. *Internacional Journal of Food Science and Tecnology* 28:323-325.
- BALZARINI, M.G.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M.; CASANOVES, F.; DI RIENZO, J.A.; ROBLEDO, C.W. (2008). Manual del Usuario, Editorial Brujas. Córdoba, Argentina.
- BARBOSA-CANOVAS, G.; MEDINA-MEZA, I.; CANDOGAN, K.; BERMUDEZ-AGUIRRE, D. (2014). Advanced retorting, microwave assisted thermal sterilization (MATS), and pressure assisted thermal sterilization (PATS) to process meat products. *Journal of Meat Science* 98:420-434.
- BARRAGÁN GONZÁLEZ H.; HERNÁNDEZ MENDO O.; HERNÁNDEZ SÁNCHEZ D.; SATURNINO MORA J.; ARANDA OSORIO G.; PONCE ALQUICIRA E. (2014). Estabilidad oxidativa de la carne de bovino en respuesta a suplementación con taninos en la dieta. URL:http://chapingo.mx/produccionanimal/administrador/components/com_jresearch/files/publication_s/6.pdf. Noviembre 2016.
- BARRIOS, M.; TOFFALETTI J.; YAÑEZ, E. (2018) Evaluación de la inclusión de taninos en la dieta de novillos engordados a corral. Eficiencia productiva. Sitio Argentino de Producción Animal. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_a_corral_o_feedlot/211-Evaluacion.pdf. Febrero 2019.
- BATE-SMITH, E.; SWAIN, T. (1962). Flavonoid compounds. *Comparative Biochemistry*. Ed. H. S. Mason, A.M. Florin, Academic Press. New York, USA.
- BECKER, A.; BOULAABA, A.; PINGEN, S.; KRISCHEK, C.; KLEIN, G. (2016). Low temperature cooking of pork meat—Physicochemical and sensory aspects. *Meat science* 118: 82-88.

- BERNOFSKY, C.; FOX J.; SCHWEIGERT, B. (1959). Biochemistry of myoglobin. VII. The effect of cooking on myoglobin in beef muscle. *Journal of Food Science*, 24:339-343.
- BERTELSEN, G.; JUNCHER, D. (1996). Oxidative stability and sensory quality of sous-vide cooked products. In: Proceedings of Second European Symposium on Sous-vide, April 10-12. University of Leuven, Belgium.
- BIOLATTO, A.; MOLTO, G.; ARAUJO, S.; VITTONI, J.S.; OTERO, G.; MONJE, A.; et al. (2010). Nutritional quality of cull cows with very early weaned calves in Argentina. 56th International Congress of Meat Science and Technology . Jeju, Corea del Sur.
- BOTINESTEAN, C.; KEENAN, D.; KERRY, J.; HAMILL, R. (2016). The effect of thermal treatments including sous-vide, blast freezing and their combinations on beef tenderness of *M. Semitendinosus* steaks targeted at elderly consumers. *Journal of Food Science and Technology* 74: 154-159.
- BOU, R.; GUARDIOLA, F.; GRAU, A.; GRIMPA, S.; MANICH, A.; BARROETA, A.; et al. (2001). Influence of dietary fat source, alpha tocopherol and ascorbic acids supplementation on sensory quality of dark meat. *Journal of Poultry Science* 80:800-807.
- BOWERS, J.; CRAIG, J.; KROPF, D; TUCKER, T. (1987). Flavor, color, and other characteristics of beef longissimus muscle heated to seven internal temperatures between 55° and 85 °C. *Journal of Food Science* 52:533-536.
- BRANNAM, R.; ERICKSON, M. (1996). Quantification of antioxidant in canal catfish during storage. *J. Agricultural and Chemistry* 4(6):1361-1366.
- BRUNA, J.M, ORDÓÑEZ, J.A, FERNÁNDEZ, M.; HERRANZ, B.; DE LA HOZ, L. (2001). Microbial and physico-chemical changes during the ripening of dry fermented sausages superficially inoculated with or having added an intracellular cell-free extract of *Penicillium aurantiogriseum*. *Meat Science* 59(1): 87-96.
- CALIFANO, A.; BERTOLA, N.; BEVILACQUA, A.; ZARITZKY, N. (1997). Effect of processing conditions on the hardness of cooked beef. *Journal of Food Engineering* 34: 41-54.

- CICCRA. (2018). Cámara de la Industria y Comercio de Carnes y Derivados de la República Argentina. Informe económico mensual N° 215. Disponible en: http://www.ipcva.com.ar/files/cicra/cicra_2018_12.pdf. Enero 2019.
- CALIFANO, A.; BERTOLA, N.; BEVILACQUA, A.; ZARITZKY, N. (1997). Effect of processing conditions on the hardness of cooked beef. *Journal of Food Engineering*, 34, 41–54.
- CANOSA F. 2016. Manual del ganadero: pasión del campo argentino. 1 Ed. Colombo y Magliano. Buenos Aires, Argentina. ISBN 9789874614407.
- CARDUZA, F.; GRIGIONI, G.; IRURETA, M. (2001). Evaluación organoléptica de calidad en carne A Pedido del Consumidor. *Revista IDIA XXI*: 145-150. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/65-evaluacion_organoleptica.pdf. Diciembre 2017.
- CHARLEY, H.; WEAVER, C. (1997). *Foods: A Scientific Approach*. 3 Ed, Prentice- Hall. London.
- CHRISTENSEN, M.; PURSLOW, P. ; LARSEN, L. (2000). The effect of cooking temperature on mechanical properties of whole meat, single muscle fibres and perimysial connective tissue. *Meat Science*. 55,1: 301–307, 2000
- CHRISTENSEN, L.; ERTBJERG, P.; AASLYNG, M.; CHRISTENSEN, M. (2011). Effect of prolonged heat treatment from 48 °C to 63 °C on toughness, cooking loss and color of pork. *Meat Science* 88: 280-285.
- CHURCH, I.; PARSON, A. (1993). Review: sous-vide cook-chill technology. *International Journal of Food Science and Technology* 28: 563-574.
- CHURCH, I.; PARSONS, A. (1995). Modified Atmosphere Packaging Technology: A Review. *Journal Science Food Agriculture* 67:143.
- CAA (2017). Ley 18284. Código Alimentario Argentino. Decreto 2126/71. Cap. III (155 al 183). Disponible en: <http://www.anmat.gov.ar>. Mayo 2018.
- COETZEE, G.; HOFFMAN, C. (2001). Effect of dietary vitamin E on the performance of broilers and quality of broiler meat during refrigerated and frozen storage. *South African Journal of Animal Science* 31(3): 158-172.

- CREED, P. (1998). Sensory and nutritional aspects for sous-vide processed foods. In: *Sous-vide and Cook–Chill Processing for the Food Industry*. Edited by S. Ghazala, Aspen. Gaithersburg, MD.
- CREED, P. (2001). The potential of foodservice systems for satisfying consumer needs. *Journal of Innovative Food Science and Emerging Technologies* 2(3): 219-227.
- DE LA ROZA-DELGADO, B.; MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, A.; ARGAMENTERÍA GUTIÉRREZ, A. (2002). Determinación de materia seca en pastos y forrajes a partir de la temperatura de secado para análisis. *Revista de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (SEEP)* XXXII (1): 91-104.
- DELLA TORRE, J.; BERAQUET, N. (2005). Composição centesimal e teor de colágeno em carne bovina moída. *Revista do Instituto Adolfo Lutz* 64(2): 223-231.
- DESCALZO, A.; INSANI, E.; BIOLATTO, A.; SANCHO, A. M.; GARCIA, P.; PENSEL, N. (2005). Influence of pasture or grain-based diets supplemented with vitamin E on antioxidant/oxidative balance of Argentine beef. *Meat Science* 70(1): 35-44.
- DI RIENZO, J.A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M.G.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M.; ROBLEDO, C.W. (2008). InfoStat versión 2008. Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- DÍAZ, P.; NIETO, G.; GARRIDO, M.D; BAÑÓN, S. (2008). Microbial, physical–chemical and sensory spoilage during the refrigerated storage of cooked pork loin processed by the sous-vide method. *Meat Science* 80: 287-292.
- DÍAZ, P. (2009). Calidad y deterioro de platos “sous-vide” preparados a base de carne y pescado y almacenados en refrigeración. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia, Departamento de Tecnología de Alimentos, Nutrición y Bromatología, Murcia, España. Disponible en: <https://www.researchgate.net>. Abril 2018.
- DÍAZ, P.; GARRIDO, M.D.; BAÑÓN, S. (2010). The effects of packaging method (vacuum pouch vs. plastic tray) on spoilage in a cook-chill pork-based dish kept under refrigeration. *Meat Science* 84: 538-544.

- DOMINGUEZ-HERNANDEZ, E.; SALASEVICIENE, A.; ERTBJERG, P. (2018). Low-temperature long-time cooking of meat: Eating quality and underlying mechanisms. *Meat Science* 143: 104-113.
- ERRECART, V.; LUCERO, M.; SOSA M.A; (2015). Análisis del mercado mundial de carnes. Centro de Economía Regional. Universidad nacional de San Martín. Argentina. Disponible: http://www.unsam.edu.ar/escuelas/economia/economia_regional/CERE%20-20Mayo%20-%202015.pdf. Enero 2019.
- EUN HONG, G.; HAN KIM, J.; JIN AHN, S.; HO LEE, C. (2015). Changes in Meat Quality Characteristics of the Sous-vide Cooked Chicken Breast during Refrigerated Storage. *Korean Journal of Food Science Animal* 35 (6): 757-764.
- FAIR. (1999). Harmonization of safety criteria for minimally processed foods. Rational and Harmonization Report, FAIR Concerted Action: FAIR CT96-1020. Disponible en: <http://www.alma.kuleuven.ac.be>. Julio 2016.
- FALOWO, A.; MUCHENJE, V.; HUGO, A. (2017). Effect of sous-vide technique on fatty acid and mineral compositions of beef and liver from bonsmara and non-descript cattle. *Journal of Animal Science* 17 (2): 565-580.
- FAO. (2012). Grasas y ácidos grasos en nutrición humana Consulta de expertos. Food and Agriculture Organization. FAO y FINUT, 2012 (edición española). ISBN: 978-92-5-306733-6.
- FELÍCIO, P. (1997). Factores que Influenciam na Qualidade da Carne Bovina. In Peixoto, A.; Moura, J.; Faria, V. Eds. *Produção de Novilho de Corte*. 1ed. Piracicaba, Brasil.
- FOX, J. (1994). Los pigmentos de la carne. En: *Ciencia de la Carne y de Los Productos Cárnicos*. Editorial Acribia. Zaragoza, España
- GALLI, I; MONJE, A. (2011). Curso de Practicas Ganaderas. Jornadas de Capacitación. Módulo 1. Manejo de hacienda en cría. Universidad Concepción del Uruguay. Entre Ríos, Argentina.
- GARCÍA-SEGOVIA, P.; BELLO, A.; MARTÍNEZ-MONZO, J. (2007). Effect of cooking method on mechanical properties, color and structure of beef muscle (M. pectoralis). *Journal of Food Engineering* 80: 813-821.

- GAZE, J. ; BROWN, G.; GASKELL, D.; BANKS, J. (1989). Heat resistance of *Listeria monocytogenes* in homogenates of chicken, beef steak and carrot. *Food Microbiology* 6(4): 251-259
- GOERING, H.; VAN SOEST, P.(1970). Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). *Agriculture Handbook N° 379*, A. R. S. Washington DC, USDA.
- GONÇALVES, J. (2009). Qualidade da carne bovina (*M. Semitendinosus*) injetada, acondicionada em embalagem *cook in* e cozida sob diferentes regimes de cocção. Tese Doutorado em Tecnologia de Alimentos. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas Campinas. Disponible en: <http://repositorio.unicamp.br>. Octubre 2017.
- GRAYSON, A. ; KING, D. ; SHACKELFORD, S.; KOOHMARAIE, M.; WHEELER, T. (2014). Freezing and thawing or freezing, thawing, and aging effects on beef tenderness. *Journal of Animal Science* 92(6): 2735-2740.
- GRUJIĆ, R.; PETROVIĆ, L.; PIKULA, B.; AMIDZIĆ, L. 1993. Definition of the optimum freezing rate—1. Investigation of structure and ultrastructure of beef *M. longissimus dorsi* frozen at different freezing rates. *Meat Science* 33:301-318.
- HAMM, R. (1969). Properties of meat proteins. In: LAWRIE, R. A. *Proteins as human food*. Avi Publ. Co., Westport, Connecticut.
- HANSEN, T. B.; KNØCHEL, S.; JUNCHER, D.; BERTELSEN, G. (1995). Storage characteristics of sous-vide cooked roast beef. *International Journal of Food Science and Technology* 30:365-378.
- HERGENREDER, J.; HOSCH, J.; VARNOLD, K; HAACK, A.; SENARATNE, L.; POKHAREL, S.; et al. (2013). The effects of freezing and thawing rates on tenderness and sensory quality of beef subprimal. *Journal of Animal Science* 91(1)483-490.
- HOLOWNIA, K.; CHINNAN, M.; REYNOLDS, A.; KOEHLER, P. (2003). Evaluation of induced color changes in chicken breast meat during simulation of pink color defect. *Journal of Poultry Science*, 82: 1049-1059.
- IPCVA. (2018a). Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina. Informe de exportaciones. Área de información económica y estadística. Disponible en:

- http://www.ipcva.com.ar/documentos/1964_1548258366_informemensualdeexportacionesdiciembre2018.pdf. Enero 2019.
- IPCVA. (2018b). Faena y producción de carne vacuna. Disponible en: http://www.ipcva.com.ar/documentos/1965_1548258434_informedefaenayproduccion4trimestre2018.pdf. Enero 2019.
- IICA. (2015). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Caracterización del valor nutricional de los alimentos / PROCISUR, IICA 2015. ISBN: 978-92-9248-572-6.
- IRAM. Instituto Argentino de Normalización. Norma 20002:2012: Análisis sensorial. Directivas generales para la metodología. Norma 20005-1:1996: Análisis sensorial. Guía general para selección, entrenamiento y monitoreo de evaluadores. Norma 20004:1996: Análisis sensorial. Determinación de la sensibilidad del gusto
- ISO. International Organization for Standardization. ISO 17410:2001: Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the enumeration of psychrotrophic microorganisms. ISO 15214:1998. Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the enumeration of mesophilic lactic acid bacteria. Colony-count technique at 30 degrees C. ISO 13722:1996. Meat and meat products. Enumeration of *Brochothrix thermosphacta*. Colony-count technique. ISO 21528-2:2004. Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal methods for the detection and enumeration of Enterobacteriaceae. Part 2: Colony-count method. ISO 15213:2003. Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the enumeration of sulfite-reducing bacteria growing under anaerobic conditions. ISO 13720:2010 Meat and meat products Enumeration of presumptive *Pseudomonas* spp.
- JAMES, B.; WON YANG, S. (2012). Effect of Cooking Method on the Toughness of Bovine M. *Semitendinosus*. Journal of Food Engineering 8(2): 19.
- JENKINS, T.; WALLACE, R.; MOATE, P.; MOSLEY, E. (2008). Board-invited review: Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. Journal of Animal Science 86: 397-412.
- JENKO, C.; TISOCCO, O.; PERLO, F.; FABRE, R.; BIOLATTO, A.; VITTONI, J.S.; et al. (2016). Impacto de la suplementación con taninos sobre la calidad de la carne de vacas

- de refugio engordadas para consumo. VI Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Córdoba, Argentina. ISBN 978-987-45380-0-0.
- JENKO, C., TISOCCO, O.; PERLO, F.; FABRE, R.; BIOLATTO, A.; VITTONI, J.S.; et al. (2018). Efecto de la suplementación con taninos sobre la calidad de carne de vacas de refugio engordadas a corral para consumo. VII Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Córdoba, Argentina. ISBN 978-987-22165-8-0.
- JOHNSON, D (1990). Effects of percentage Brahman in Angus breeding age-season of feeding and slaughter end point on meat palatability and muscle characteristics. *Journal of Animal Science* 68: 1980-1986.
- KHIAOSA-ARD, R., BRYNER, S.F., SCHEEDER, M.R.L., WETTSTEIN, H.R., LEIBER, F., KREUZER, M., SOLIVA, C.R. (2009). Evidence for the inhibition of the terminal step of ruminal linolenic biohydrogenation by condensed tannins. *Journal of Dairy Science* 92: 177-188.
- KING, N.; WHYTE, R. (2006). Does it look cooked? A review of factors that influence cooked meat color. *Journal of Food Science*, 71: 31-40.
- KIYOUNG, J.; HYEONBIN, O.; SO YEON, S.; YOUNG-SOON, K. (2018). Effects of sous-vide method at different temperatures, times and vacuum degrees on the quality, structural, and microbiological properties of pork ham. *Meat Science* 143: 1-7.
- KRONBERG, S.L., SCHOLLJEGERDES, E.J., BARCELO-COBLIJN G., MURPHY, E.J. (2007). Flaxseed treatments to reduce hydrogenation of alpha-linolenic acid by rumen microbes in cattle. *Lipids* 42: 1105-1111.
- KRUEGER, W. K.; GUTIERREZ-BAÑUELOS, H.; CARSTENS, G. E.; MIN, B.R.; PINCHAK, W.E.; GOMEZ, R.R.; et al. (2010). Effects of dietary tannin source on performance, feed efficiency, ruminal fermentation, and carcass and non-carcass traits in steers fed a high grain diet, en: *Animal Feed Science and Technology* 159: 1-9.
- KU VERA, J.; BRICEÑO, E.; RUIZ, A., MAYO, R.; AYALA, A.; AGUILAR, C.; SOLORIO F.; RAMÍREZ L. (2014). Manipulación del metabolismo energético de los rumiantes en los trópicos: opciones para mejorar la producción y la calidad de la carne y leche. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48 (1): 43-53.

- LAAKKONEN, E., WELLINGTON, G. SHERBON, J. (1970). Low temperature, long time heating of bovine muscle. 1.Changes in tenderness, water-binding capacity, pH and amount of water soluble components. *Journal of Food Science* 35: 175-177.
- LARRAÍN, R.;SCHAEFER, D.; RICHARD, M.;REED, J. (2008). Finishing steers with diets based on corn, high-tannin sorghum or a mix of both: Color and lipid oxidation in beef. *Meat Science*79: 656-665.
- LIMA DA SILVA, I. (2012). Estudo da qualidade de bife bovino submetido à tecnologia sous-vide em escala de produção industrial. Tese Mestrado. Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Ceará, Brasil. Disponible:http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/17601/1/2012_dis_ilsilva.pdf . Septiembre 2016.
- MANCINI, R.; HUNT, M.C. (2005). Current Research in Meat Color: A Review. *Meat Science* 71:100-121.
- MANHANI, M. (2006). Estabilidade de cortes de lagarto bovino (m. *Semitendinosus*) injetados e assados contendo diferentes sais de sódio e extrato de alecrim. Tese Doutorado em tecnologia de alimentos. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Brasil. Disponible en: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/255093>. Septiembre 2016.
- MASANA, M.; FONDEVILLA, N.; GALLINGER, M.M.; LASTA,J.; RODRIGUEZ, H.; GONZALEZ, C.(1995). Effect of low-temperature long-time thermal processing of beef cuts on the survival of foot-and-mouth disease virus. *Journal of Food Protection* 58: 165-169.
- MASON, L.; CHURCH, I.;LEDWARD, D.; PARSONS, A.(1990). Review: the sensory quality of foods produced by conventional and enhanced cook–chill methods. *International Journal of Food Science and Technology* 25: 247-259.
- MCGEE, M.,R.; HENRY, K.; BROOKS, J.; RAY, F.; MORGAN, J. (2003). Injection of sodium chloride, sodium tripolyphosphate, and sodium lactate improves Warner–Bratzler shear and sensory characteristics of precooked inside round roasts. *Meat Science*64(3): 273-277.

- MIN, B.; AHN, D. U. (2005). Mechanism of lipid peroxidation in meat and meat products: A Review. *Journal of Food Science and Biotechnology* 14: 152-163.
- MORAES, F. (2012). Aplicação do sistema *cook chill* no preparo de lagarto bovino (músculo *Semitendinosus*) em restaurantes de coletividade. Tese Mestrado em Alimentos e Nutrição. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, Brasil. Disponible en: <http://repositorio.unicamp.br>. Agosto 2017.
- MORAES, F. (2016). Sous-vide de carne bovina (músculo *Semitendinosus*): Efeitos das condições de processamento e comparação com os sistemas cook chill e convencional. Tese Doutorado. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, Brasil. Disponible en: <http://repositorio.unicamp.br>. Septiembre 2017.
- MOTTRAM, D. (1998). Flavour formation in meat and meat products: a review. *Journal of Food Chemistry* 62(4): 415-424.
- NIKMARAM, P.; YARMAND, M.; EMAMJOMEH, Z.; DAREHABI, H. (2011) The effect of cooking methods on textural and microstructure properties of veal muscle (*Longissimus dorsi*). *Global Veterinaria* 6: 201-207.
- NYATI, H. (2000). An evaluation of the effect of storage and processing temperature on the microbiological status of sous-vide extended shelf life products. *Journal of Food Control* 11: 471-476.
- O'FALLON, J. V.; BUSBOOM, J. R.; NELSON, M. L.; GASKINS, C. T. (2007). A direct method for fatty acid methyl ester synthesis: Application to wet meat tissues, oils and feedstuffs. *Journal of Animal Science* 85: 1511-1521.
- OECD-FAO. (2014). *Agricultural Outlook 2014*. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2014-en.
- ORDÓÑEZ, J.; RODRÍGUEZ, M.; ÁLVAREZ, L.; SANZ, M.; MINGUILLÓN, G.; PERALES, L.; CORTECERO, M. (2005). *Tecnología de Alimentos. Alimentos de Origen Animal*. Porto Alegre: Artmed, v: 2.
- ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD, OMS. (2003). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a joint. WHO/FAO Expert Consultation. WHO, Geneva.

- ORMANDO P. (2010). Modelado y Simulación de la Cocción -Pasteurización Sous-vide de Músculos *semitendinosus* bovino Aplicando Ciclos de Temperatura Constante de Autoclave (CRT) y Ciclos de Temperatura Variable. Tesis de Maestría en Tecnología e Higiene de Alimentos. Universidad Nacional de La Plata, Buenos aires, Argentina.
- PARZANESE M. (2014). Tecnología sous-vide. Revista La Industria Cárnica Latinoamericana 189: 42 - 51.
- PASINATO, A. (2012). Utilización de taninos en la alimentación de rumiantes. Sitio Argentino de Producción Animal. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/49-TANINOS.pdf. Julio 2016.
- PASINATO, A.; SEVILLA, G.; BERRUHET, F.; MORAO, G.;PIANETTI, V.; ADRIEN, J.; MEDINA, M.; ARAMBURU, R.; CABRAL, C. (2013). Evaluación de la inclusión de taninos en animales engordados a corral. Efectos sobre la respuesta animal. XXIII Reunión de La Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA.) Noviembre 18-22. La Habana, República de Cuba.
- PEIRANO-HERNÁNDEZ P. (2012). “Estudio de vida comercial y efecto letal de la técnica de cocción sous-vide sobre la microbiota habitual y *listeria monocytogenes* inoculada en carne de cerdo”. Memoria para optar al Título Profesional de Médico Veterinario. Universidad de Chile. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/131719>. Acceso Agosto 2018.
- PERLO, F.; TISOCCO, O.; TEIRA, G.; BONATO, P.; BIOLATTO, A.; VITTONI, S.; et al. (2009). Calidad organoléptica de la carne de vacas engordadas para consumo aplicando manejos de destete hiperprecoz o convencional. XII Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Concordia, Argentina, ISBN 978-987-22165-3-5.
- PONTI, D. (2011). Canales de Comercialización de la carne vacuna. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGyP), Argentina. Disponible en: https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/bovinos/informacion_interes/informes_historicos/_archivos//000000=Canales%20de%20comercializacion%20de%20carne%20bovina/000005-Canales%20de%20comercializacion%20de%20carne%20bovina.pdf. Enero 2019.

- PORDOMINGO, A.; VOLPI-LAGRECA, G.; GARCIA PILAR, T. GRIGIONI, G. (2004). Efecto del agregado de taninos en dietas de distinto nivel de grano en vaquillonas para carne alimentadas en confinamiento sobre la calidad de la carne. Boletín de Divulgación Técnica 88 : 72-82
- PORDOMINGO, A.; GRIGIONI, G.; CARDUZA, F.;VOLPILAGRECA, G. (2012). Effect of feeding treatment during the backgrounding phase of beef production from pasture on: I. Animal performance, carcass and meat quality. Meat Science90:939-946.
- PORDOMINGO, A.; VOLPI LAGRECA, G.; GARCÍA, P.; GRIGIONI, G. (2013). Agregado de taninos de quebracho en dietas con 45 o 70% de grano de maiz sobre la producción individual, características de la res y la carne de vaquillonas de engorde a corral. En: Avances en calidad de carne bovina. Implicancias de la alimentación, la genética y el manejo. Ed. INTA. Publicación Técnica 92. ISSN 0325-2132.
- POWELL, T.H., DIKEMAN, M.E; HUNT, M.C (2000).Tenderness and collagen composition of beef *semitendinosus* roasts cooked by conventional convective cooking and modeled, multi-stage, convective cooking. Meat Science55: 421-425.
- PRIOLO, A., WAGHORN, G.C., LANZA, M., BIONDI, L., PENNISI, P. (2000). Polyethylene glycol as a means for reducing the impact of condensed tannins in carob pulp: Effects on lamb growth performance and meat quality. Journal of Animal Science 78: 810-816.
- PRIOLO, A.; BELLA, M.; LANZA, M.; GALOFARO, V.; BIONDI, L.; BARBAGALLO, D.; et al. (2005). Carcass and meat quality of lambs fed fresh sulla (*Hedysarum coronarium* L.) with or without polyethylene glycol or concentrate. Journal of Small Ruminant Research 59: 281-288.
- PRIOLO, A.; VASTA, V.; FASONE, C.M.; LANZA, M.; SCERRA, M.; BIONDI, L.; et al. (2009). Meat odour and flavour and indoles concentration in ruminal fluid and adipose tissue of lambs fed green herbage or concentrates with or without tannins. Journal of animal 3(3): 454-460.

- RAHARJO, S.; SOFOS, J. (1993). Methodology for measuring malonaldehyde as a product of lipid peroxidation in muscle tissues: a review. *Meat Science*35(5):145-169.
- RENERRE, M. (1990). Review: factors involved in the discoloration of beef meat. *International Journal of Food Science and Technology* 25: 613-630.
- RESTREPO, D.; SUÁREZ, H.;TAPASCO, Y. (2011). Efecto reológico de hidrocoloides sobre la salmuera de marinado de carne bovina. Universidad de Cauca, Colombia. *Revista de Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 9(2): 23-31.
- RODRÍGUEZ, H.R.; LASTA, J.A.; MALLO, R.; MARCHEVSKY, N. (1993). Low-dose gamma irradiation and refrigeration to extend shelf life of aerobically packed fresh beef round. *Journal of Food Protection* 56: 505 - 509.
- RUÍZ, J. (2010).Cocina al vacío y a temperaturas controlada. *Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular* 166: 11-14.
- RUIZ, J.; CALVARRO, J.; SÁNCHEZ DEL PULGAR, J.; ROLDÁN, M. (2013). Science and technology for new culinary techniques. *Journal of Culinary Science and Technology* 11(1): 66-79.
- SÁNCHEZ DEL PULGAR, J.; GÁZQUEZ, A.; RUIZ-CARRASCAL, J. (2012). Physico-chemical, textural and structural characteristics of sous-vide cooked pork cheeks as affected by vacuum, cooking temperature, and cooking time. *Meat Science*90: 828-835.
- SARCINELLI, M.; VENTURINI, K.; SILVA, L. (2007). Características da carne suína. *Boletim Técnico. Universidade Federal do Espírito Santo*. 2007. Disponível em <[http://www.agais.com/telomc/b00907_caracteristicas_carne suina.pdf](http://www.agais.com/telomc/b00907_caracteristicas_carne_suina.pdf)>. Septiembre 2018.
- SAVELL, J.; SMITH, G. (1999). Chapter Anatomy. In: SAVELL, J. M.; SMITH, G. C. *Meat science laboratory manual*. College Station: Texas A & M University.
- SHELLENKENS, M. (1996). New research issues in sous-vide cooking. *Trends in Journal of Food Science and Technology* 7: 256-262.

- SHAHIDI, F. (2002). Lipid-derived flavor in meat products. In: Kerry, J.; Kerry, J; Ledward, D. (Org.) Meat processing: Improving quality. 1 ed. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.
- SILVA, M.L. (2004). Efeito de dois métodos de cocção – água e vapor – nos parâmetros de qualidade do músculo *Semitendinosus*. Tese Mestrado em Ciência e tecnologia de alimentos. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba. Disponible en: <http://www.teses.usp.br>. Marzo 2018.
- SILVA, M.; CONTRERAS-CASTILLO, C.; ORTEGA, E. (2007). Efeito do cozimento na qualidade do músculo *Semitendinosus*. , Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas 27(3): 441-445.
- SIMOPOULOS A.P (1999). Essential fatty acids in health and chronic disease. American Journal of Clinical Nutrition (60)3 560-569.
- STAPELFELDT, H.; BJORN, H.; SKIBSTED, L.; BERTELSEN, G. (1993). Effect of packaging and storage conditions on development of warmed-over-flavour in sliced, cooked meat. Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung 196: 131-136.
- SUMAN, S.; HUNT, M.; NAIR, M.; RENTFROW, G. (2014).Improving beef color stability: Practical strategies and underlying mechanisms. Meat Science98: 490-504.
- SURENDRANATH, P.; MAHESH,N.;POULSON, J.; MELVIN, C. (2016). Factors influencing internal color of cooked meats. Meat Science120: 133-144.
- SZCZESNIAK, A. (1998) Sensory texture profiling historical and scientific perspectives. Journal of Food Technology, 52(8): 52-57.
- SZERMAN, N.; GONZALEZ, C.; SANCHO, A. M.; GRIGIONI, G.; CARDUZA, F.; VAUDAGNA, S. (2007). Effect of whey protein concentrate and sodium chloride addition plus tumbling procedures on technological parameters, physical properties and visual appearance of sous-vide cooked beef. Meat Science76(3): 463-473.
- SZERMAN, N.; GONZALEZ, C.; SANCHO, A. M.; GRIGIONI, G.; CARDUZA, F.; VAUDAGNA, S.

- (2008). Optimization of whey protein concentrate and sodium chloride concentrations and cooking temperature of sous-vide cooked whole-muscle beef from Argentina. *Meat Science* 79: 557-567.
- SZERMAN, N.; GONZALEZ, C.; SANCHO, A.M.; GRIGIONI, G., CARDUZA, F.; VAUDAGNA, S. (2012). Effect of the addition of conventional additives and whey proteins concentrates on technological parameters, physicochemical properties, microstructure and sensory attributes of sous-vide cooked beef muscles. *Meat Science* 90: 701-710.
- TARLADGIS, B.; WATTS, B.; YOUNATHAN, M.; DUGAN, L. (1960). A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *Journal of the American Oil Chemist's Society* 37: 44-48.
- TILLEY, J.; TERRY, R. (1963). A two stage technique for in vitro digestion of forage crops. *Journal British Grassland Society* 18:104-111.
- TORNBERG E. (2005). Effect of heat on meat proteins - implications on structure and quality of meat products. *Meat Science* 70(1): 493-508.
- TORRES, E.; PEARSON, A.; GRAY, I.; SHIMOKOMAKI, M. (1989). Lipid oxidation in charqui (salted and dried beef). *Food Chemistry* 32: 257-268.
- TUCKER, G. (2004). Food Waste Management and Value-added Products. Using the Process to Add Value to Heat-treated Products. *Journal of Food Science* 69:3.
- UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE - FOERING AGRICULTURAL SERVICE, USDA - FAS. (2018). Disponible en: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery>. Acceso Enero 2019
- VARNAM, A.; SUTHERLAND, P. (1995). *Meat and meat products: Technology, chemistry and microbiology*. 1. Ed, Chapman & Hall. London.
- VASTA, V.; PENNISI, P.; LANZA, M.; BARBAGALLO, D.; BELLA, M.; PRIOLO, A. (2007). Intramuscular fatty acid composition of lambs given a tanniniferous diet with or without polyethylene glycol supplementation. *Meat Science*. 76:739-745.

- VASTA, V.; MAKKAR, H.; MELE M.; PRIOLO, a. (2008a). Ruminant biohydrogenation as affected by tannins in vitro. *Journal of Nutrition* 102: 82-92.
- VASTA V., NUDDA A. CANNAS A., LANZA M., PRIOLO A. (2008b). Alternative feed resources and their effects on the quality of meat and milk from small ruminants. *Journal of Animal Feed Science and Technology* 147: 223-246.
- VASTA, V., PRIOLO, A., SCERRA, M., HALLETT, K.G., WOOD, J.D., DORAN, O. (2009a). $\Delta 9$ desaturase protein expression and fatty acid composition of *longissimus dorsi* muscle in lambs fed green herbage or concentrate with or without added tannins. *Meat Science* 82: 357-364.
- VASTA, V.; MELE, M.; SERRA, A.; SCERRA, M.; LUCIANO, G.; LANZA, M.; et al. (2009b). Metabolic fate of fatty acids involved in ruminal biohydrogenation in sheep fed concentrate or herbage with or without tannins. *Journal of Animal Science*. 87:2674-2684.
- VAUDAGNA, S.; SÁNCHEZ, G.; NEIRA, M.A.; INSANI, E.; PICALLO, A.; GALLINGER, M.M.; et al. (2002). Sous-vide cooked beef muscles: effects of low temperature-long time (LT-LT) treatments on their quality characteristics and storage stability. *International Journal of Food Science and Technology* 37: 425-441.
- VAUDAGNA, S.; PAZOS, A.; GUIDI, S.; SANCHEZ, G.; CARP, D.; GONZALEZ, C. (2008). Effects of salt addition on sous-vide cooked whole beef muscles from Argentina. *Meat Science* 79(3): 470-482.
- VÁZQUEZ-FLORES A.; ALVAREZ-PARRILLA E.; LÓPEZ-DÍAZ J.; WALL-MEDRANO A.; A. DE LAROSA L. (2012). Taninos hidrolizables y condensados: naturaleza química, ventajas y desventajas de su consumo. *Revista Tecnociencia Chihuahua* (6) 2: 84-93.
- VITTONI, J.S.; BIOLATTO, A. (2012). Destete hiperprecoz y calidad de carne de vacas de refugio. *División Nutrición Animal ACA. Año II (1)*. Disponible en: <https://fcvinta.files.wordpress.com/2014/03/gacetilla-nc2ba-4-calidad-carne-vacarefugo-inta-aca.pdf>. Julio 2016.
- WEISS, J; GIBIS, M; SCHUH, V; SALMINEN, H. (2010) Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. *Meat Science* 86: 196-213.

- WHEELER, T.; CUNDIF, L.; KOCH, R. (1994). Effect of marbling degree on beef palatability in *Bos Taurus* and *Bos indicus* cattle. *Journal of Animal Science*. 72:3145-3151.
- XIONG, R.; CAVITT, L.C; MEULLENET, J.F.; OWENS, C.M. (2006). Comparison of Allo-Kramer, Warner-Bratzler and Razor Blade shears for predicting sensory tenderness of broiler breast meat. *Journal of Texture Studies* 37: 179-199.
- YANCEY, J.; WHARTON, M.; APPLE, J. (2011). Cookery method and end-point temperature can affect the Warner-Bratzler shear force, cooking loss, and internal cooked color of beef longissimus steaks. *Meat Science* 88: 1-7.

8. ANEXOS

8. ANEXOS

8.1. Publicaciones relacionadas al trabajo de tesis doctoral

➤ PNAyAV, 2013-2019. Programa Nacional de Agroindustria y Agregado de Valor. Carteras de proyectos. “Evaluación de la calidad sensorial del músculo *semitendinosus* cocido sous-vide de vacas alimentadas a distintas dietas y tratadas con taninos”. Urbani V., Biolatto A., Carduza F., Maitia C., Sanow C. Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/evaluacion-de-la-calidad-sensorial-del-musculo-semitendinosus-cocado-sous-vide-de-vacas-alimentadas-a-distintas-dietas-y-tratadas-con-taninos>. Acceso 2018.

➤ CYTAL, 2017. XVI Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos. “Evaluación sensorial del músculo *longissimus dorsi* de vacas alimentadas con diferentes dietas y suplementadas con taninos”. Urbani V., Biolatto A., Vittone J., Carduza F., Soteras T., Leiton R. 18 al 20 Septiembre. ISBN: 978-987-22165-8-0.

➤ CYTAL, 2017. XVI Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos. “Efecto de la dieta suministrada a vacas sobre la calidad sensorial del músculo *semitendinosus* procesado mediante tecnología sous-vide”. Urbani V. Biolatto A., Carduza f., Soteras T., Szerman N. 18 al 20 de Septiembre. ISBN: 978-987-22165-8-0.

➤ CICYTAC, 2016. VI Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Córdoba, Argentina. “Efecto de la suplementación de taninos sobre el perfil lipídico en carne de vacas de refugio alimentadas a campo natural”. Autores: Urbani V., Biolatto A., Vittone J., Lado M., Munilla M. , Perlo F., Tisocco O., Teira G. 2 al 4 de Noviembre. ISBN: 978-987-45380-0-0.

8.2. Proceso sous-vide del músculo *semitendinosus*



Figura 8.2.1 Preparación del m. *semitendinosus* antes de la cocción.

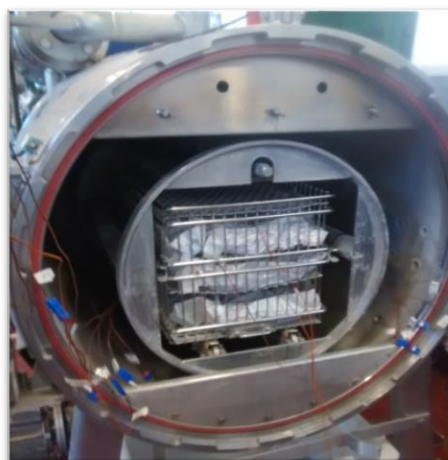


Figura 8.2.2 Equipo autoclave con carro conteniendo m. *semitendinosus* y sensores de temperatura.



Figura 8.2.3 Músculo *semitendinosus* cocido sous-vide.

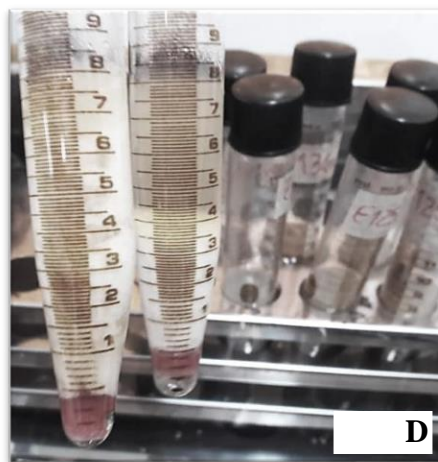
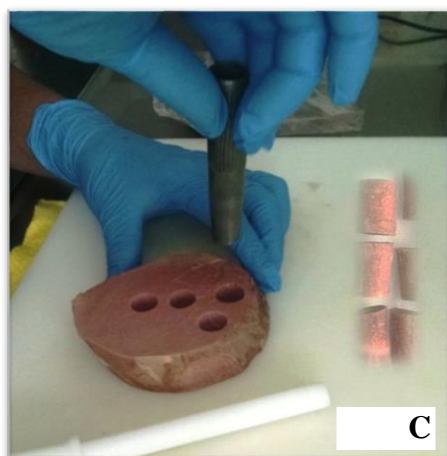
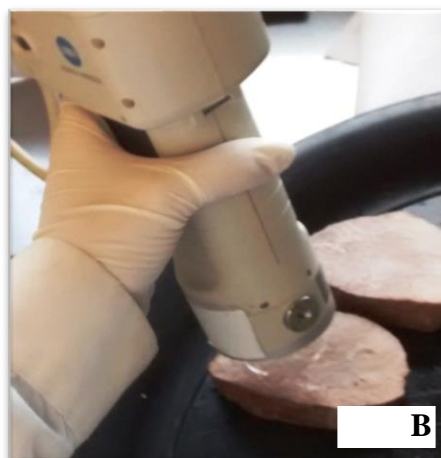


Figura 8.2.4 Determinaciones en el m. *semitendinosus* cocido sous-vide. **A:** Muestreo microbiológico. **B:** Medición color. **C:** Muestreo terneza instrumental. **D:** Análisis ácidos grasos.

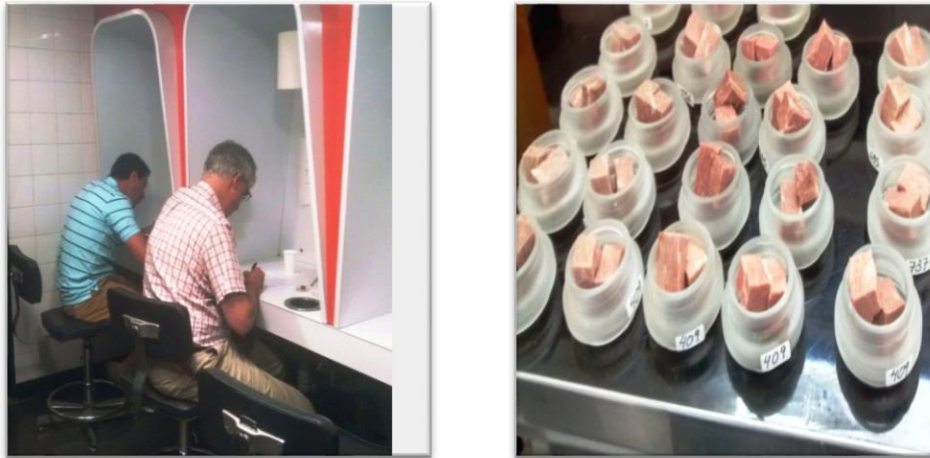


Figura 8.2.5 Perfil sensorial del producto cárnico cocido.