

**DETERMINACIONES DE pH Y SU INFLUENCIA EN LA
CALIDAD DE LA CARNE EQUINA**



Medicina Veterinaria

Autor: Perez, Sergio Caraciolo

Directora: Lic. Tecn Alim Cayolo, Florencia

Codirector: Ing. Agr. Maldonado, Federico

Lugar: Choele Choel

Fecha: Noviembre 2024

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.Objetivos.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	2
2.1 Comercialización de Carne Equina Contexto Internacional.....	2
2.2 Indicadores de Faena Equina.....	3
Tabla N°1 : Fuente: Ministerio de Economía Argentina, SAGyP. Indicadores de Faena Equina 2022.....	4
Tabla N°2: Fuente Ministerio de Economía Argentina , SAGyP 2022.....	4
2.3 Marco Legal.....	5
2.3.1 Matadero-Frigorífico A.....	7
2.3.2 Definición de Carne.....	7
2.3 Calidad de Carne.....	8
2.3.1 Característica y Composición de la Carne Equina.....	11
Imagen N°1: Fuente Storia di un cavallaro e La carne equina ripercorno la storia della famiglia Masina e dell'imprenditore e autore di Lonato del Garda.....	14
2.3.2 Indicadores de Calidad.....	14
2.4 Factores Pre-Faena que Afectan la Calidad de la Carne.....	16
2.4.1 Transporte y logística.....	16
2.4.2 Manejo Pre-Sacrificio.....	18
2.5 Faena.....	19
Esquema n°1: Manual de Calidad de Solemar alimentaria S.A.....	20
2.6 Factores Post-faena y su Impacto en Calidad de la Carne.....	21
2.6.1 Bioquímica del músculo y su efecto en el pH.....	21
2.6.2 Maduración de la carne.....	24
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1 Método Estadístico.....	25
3.2 Determinación de pH.....	26
Tabla n° 3: Tipificación de media res equina (modelo Solemar Alimentaria S.A).....	27
Imágenes N° 1,2,3,4 muestras la metodología de medición de pH en las 12° costilla , (músculo longissimus dorsis equino).....	28
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.1 Interpretación de los Resultados.....	29
Gráfico n° 1: gráfico de torta donde expresa las categorías analizadas.... 30	
Tabla n° 4: Variación promedio de pH a distintos tiempos después de la faena por categoría.....	30

Gráfico n° 2: Dispersión de ph por categoría en sus diferentes tiempos medidos.....	30
Gráfico n° 3: Gráfico tipo nube de pH en función del tiempo.....	31
Tabla n° 5: Resumen ANOVA.....	32
Tabla n° 6: Anova de medidas repetidas.....	32
Tabla n° 7: Muestra el análisis comparativo de temperatura.....	33
Tabla n° 8: pH a distintos tiempos.....	33
4.2 Discusión de los resultados.....	34
5. CONCLUSIÓN.....	37
6. BIBLIOGRAFÍA.....	39

RESUMEN

El propósito de este trabajo fue evaluar los factores como tiempo, temperatura y categoría animal con respecto a los valores de pH medidos y que efecto tienen en la calidad de la carne equina, así mismo poder generar antecedentes que explicara la variabilidad del pH luego de la faena.

Se realizó el trabajo de investigación y estudio de campo en una planta faenadora local, donde se midió pH y temperatura de las canales faenadas, donde dichas mediciones se realizaron con un pHmetro digital (serie YY-103 modelo YY-1030) y termómetro "Testo" modelo TS-0560 1113 en el músculo longissimus dorsi en distintos tiempos (T1, T2, T3, T4, T5) y categorías animal (M, AJ, A, S, I) para lograr una comprensión más detallada de la actividad del músculo post mortem equino y su relación con el pH.

En este estudio, se utilizaron programas estadísticos aplicando un modelo lineal mixto donde pudimos observar que existen diferencias significativas entre la variable tiempo con el pH, los cuales arrojaron valores de pH que van de 5,68 hasta 6,01 a medida que pasa el tiempo, donde más del 85% de nuestra población estudiada corresponden a valores por debajo de 6 en las categorías M, AJ, A, S y solamente la categoría I dio por encima de 6. Lo que podríamos concluir que las canales M, AJ, A y S marcan una tendencia esperada a la disminución de pH, en cambio la categoría I disminuye hasta 6.01 lo que podría relacionarse con su estado corporal y resultar una dificultad en su calidad higiénico sanitaria.

Palabras Clave: Carne equina, Calidad de carne equina, Medición de pH, Análisis estadístico.

SUMMARY

The purpose of this work was to evaluate factors such as time, temperature and animal category with respect to the measured pH values and what effect they have on the quality of equine meat, as well as being able to generate background information that would explain the pH variability after the task.

The research work and field study was carried out in a local slaughter plant, where the pH and temperature of the slaughtered carcasses were measured, where these measurements were carried out with a digital pH meter (YY-103 series, model YY-1030) and a “Testo” thermometer. ” model TS-0560 1113 in the longissimus dorsi muscle at different times (T1,T2,T3,T4,T5) and animal categories (M,AJ,A,S,I) to achieve a more detailed understanding of the muscle activity Equine postmortem and its relationship with pH.

In this study, statistical programs were used applying a mixed linear model where we were able to observe that there is a significant difference between the time variable and the pH, which yielded pH values ranging from 5.68 to 6.01 as time passed. where more than 85% of our studied population correspond to values below 6 in the categories M,AJ,A,S and only category I gave above 6. What we could conclude that the channels M,AJ,A and S show an expected tendency to decrease pH, while category I decreases to 6.01, which could be related to their body condition and result in a difficulty in their hygienic and sanitary quality.

Keywords: Equine meat, Equine meat quality, pH measurement, Statistical analysis.

1. INTRODUCCIÓN

La calidad de la carne equina en Argentina representa un tema de creciente importancia dentro del campo de la veterinaria y de la industria ganadera, particularmente debido a su relevancia en los mercados internacionales donde es altamente valorada por sus características nutricionales y organolépticas. A pesar de que en Argentina el consumo interno de carne equina es limitado por cuestiones culturales, el país se destaca como uno de los principales exportadores a nivel mundial. Esta dicotomía entre el consumo interno y la exportación plantea desafíos únicos para la industria, especialmente en lo que respecta al mantenimiento de estándares de calidad que satisfagan los mercados internacionales (SAGyP, 2022)

Desde la perspectiva veterinaria, la calidad de la carne equina no solo abarca la salud y el bienestar del animal, sino que también se extiende a la seguridad alimentaria, la inocuidad de los alimentos y el cumplimiento de normativas tanto nacionales como internacionales. En este contexto, la formación en veterinaria debe integrar conocimientos que abarquen desde la genética y nutrición animal hasta el manejo pre y post sacrificio, asegurando así que los profesionales estén capacitados para contribuir significativamente en cada etapa de la cadena de producción.

El propósito de este trabajo final de grado es por lo tanto, realizar un análisis de los factores que afectan la calidad de la carne equina en Argentina, haciendo énfasis en algunos parámetros como la temperatura, tiempo y pH, identificando áreas de mejora, y proponiendo soluciones prácticas que puedan ser aplicadas para optimizar los procesos de producción, y garantizar un producto de alta calidad en el mercado internacional. A través de este estudio, se espera no solo contribuir al cuerpo académico de conocimiento en el campo de las ciencias veterinaria, sino también ofrecer un marco de referencia que pueda ser utilizado por los profesionales de la industria para mejorar las prácticas existentes y fomentar un desarrollo sostenible y ético en la producción de carne equina.

1.1. Objetivos

- Evaluar los factores como tiempo, temperatura y categoría animal con respecto a los valores de pH medidos.
- Relacionar los valores de pH con distintos parámetros de calidad de carne equinas que puedan generar un impacto en la calidad higiénico sanitaria.
- Generar antecedentes que expliquen variabilidad de pH luego de la faena.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Comercialización de Carne Equina Contexto Internacional

Antes de su domesticación, el caballo era valorado por su carne. En la actualidad, esta misma carne representa millones de dólares en ingresos anuales por exportaciones.

En el contexto internacional, Argentina se encuentra entre los principales países exportadores de carne equina. Con aproximadamente 15 Mil TN de productos cárnicos por valor de 58 Millones de USD FOB en promedio en la última década, Período durante el cual Argentina se mantuvo entre la primera y segunda posición a nivel mundial, superada a partir del año 2017 por Mongolia en volumen y por Bélgica en valor monetario . Durante el año 2021, las exportaciones locales de carnes equinas se vieron afectadas en un 23 % en volumen y en 27% en valor respecto del año 2019. En el año 2021, se vio una recuperación del 10% en producto exportado y en un 8%. (SAGPyA, 2022 exportación).

Los principales destinos de los productos cárnicos equinos durante el año 2022 en cuanto al valor de las exportaciones fueron Bélgica (32,5%), Países Bajos (17,5%) y Japón (12,5%).

Argentina se posiciona como uno de los principales exportadores globales en este sector. El consumo de carne de caballo en Argentina tiene sus orígenes en la era colonial, coincidiendo con la llegada de los españoles y la fundación de ciudades, donde los caballos jugaron un papel crucial en la conquista. Con la expansión de las manadas por la región, los animales eran capturados para el consumo local de su carne por las tribus indígenas. Hoy en día, sigue siendo considerada un recurso valioso por su alto contenido en hierro y su facilidad de digestión (Cipollone, 2012).

La masificación de la producción de carne de caballo y sus derivados comenzó con la Ley N° 24.525, titulada "Promoción y fomento de la producción de carne equina para consumo", aprobada en agosto de 1995, que declaró de interés nacional y prioritario el desarrollo de la producción y comercialización de la carne equina y sus subproductos. Sin embargo, hoy en día, la faena equina es poco conocida por la

población general y su consumo interno es limitado. La calidad de la carne producida nacionalmente es aceptable, incluso sin un manejo especializado, ya que no existen precedentes de engorde específico de caballos en el país (Cipollone, 2012) . Aunque las características de conformación son hereditarias, la industria local de faena generalmente se abastece de animales de descarte, lesionados o viejos, seleccionados directamente por los frigoríficos. Aunque en pocos países se ha especializado la cría de razas equinas con aptitud carniceras con destino a faena (Conzuolo,2015) estudios han demostrado que no existen diferencias significativas entre las distintas razas; todas son adecuadas para la producción de carne (Cipollone, 2012).

2.2 Indicadores de Faena Equina

En Argentina, el caballo está íntimamente ligado a actividades deportivas, laborales en el sector agropecuario y tradiciones culturales. Gracias a las condiciones favorables del país para la explotación de cría extensiva , la industria ganadera ha experimentado un crecimiento sostenido (Barbero, 2016).

El caballo también es esencial en las labores agrícolas y goza de una profunda afinidad por parte de los argentinos, colocando a Argentina entre los países con mayor población equina. Sin embargo, a pesar de la significativa contribución de la exportación de carne equina a la economía nacional, en Argentina no se crían caballos específicamente para la faena. En su lugar, los equinos que ya no son aptos para sus funciones originales en deportes o trabajo son los que comúnmente se destinan a la faena, beneficiándose del amplio stock existente.

Según el MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA, a partir del Sistema Integral de Faena (S.I.F.) los indicadores de faena equina, sobre los datos que se informaron en la Resolución N° 586/2015 , a través del cual, los titulares de establecimientos faenadores registraron la hacienda con destino a faena, es decir, incluye todos los tipos de habilitaciones (Nacional, Provincial y Municipal) (SAGyP , 2022) presentando las siguientes evoluciones (Tabla N°1) en los periodos del 2012 al 2021 en Argentina.

Dentro de los establecimientos de mayor faena en Argentina los de mayor producción son Buenos Aires con un 47%, Córdoba con un 42% y Río Negro con 11% (Tabla N°2)



Elaborado por Coordinación de Equinos – DN Producción Ganadera. Fuente: SIF

Tabla N°1 : Fuente: Ministerio de Economía Argentina, SAGyP. Indicadores de Faena Equina 2022

Frigorífico	FRIGORÍFICO LAMAR SA	LAND L.S.A.	SOLEMAR ALIMENTARIA S.A.	INFRIBA SA	Total
Provincia	Buenos Aires	Córdoba	Río Negro	Buenos Aires	
Enero	1.665	2.914	1.379	275	6.233
Febrero	3.155	3.624	760	316	7.855
Marzo	3.647	3.825	1.017	441	8.930
Abril	3.270	3.859	1.089	448	8.666
Mayo	3.720	3.746	1.428	476	9.370
Junio	4.238	3.875	1.506	411	10.030
Julio	4.033	3.534	977	293	8.837
Agosto	3.703	3.414	445	322	7.884
Septiembre	4.170	3.670	645	256	8.741
Octubre	3.601	3.416	502	614	8.133
Noviembre	3.376	3.602	833	446	8.257
Diciembre	2.536	2.214	455	279	4.865
Total Faena	41.114	41.693	11.035	4.577	98.419
Participación	42%	42%	11%	5%	100%

Buenos Aires	47%
Córdoba	42%
Río Negro	11%

Elaborado por Coordinación de Equinos – DN Producción Ganadera. Fuente: SIF

Tabla N°2: Fuente Ministerio de Economía Argentina , SAGyP 2022.

2.3 Marco Legal

En este caso en particular al tratarse de carne equina la cual es exportada, es importante mencionar que en Argentina según el decreto 4238/68, realizado y promulgado por el poder ejecutivo nacional de sanidad animal, dichos animales deben ser faenados en matadero-frigorífico habilitados, lo cual, este deberá cumplir una serie de requisitos particulares exigidos por unión europea como lo sean las exigencias higiénico-sanitaria como también una óptima trazabilidad de los productos elaborados que abarcaran del campo a la mesa del consumidor final.

Para esto se deberá establecer como requisitos para la exportación a la UNIÓN EUROPEA de carnes procedentes de la faena de equinos, asnales y mulares lo siguiente:

Que los equinos a faenar provengan directamente de un predio rural inscripto en el REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES DE EQUINOS A FAENA.

Que los equinos hayan sido nacidos y criados en el país o que hayan permanecido por lo menos los últimos NOVENTA (90) días en el país.

Que todos los equinos del establecimiento nunca hayan sido tratados con productos que contengan sustancias hormonales, tirostáticas o cualquier otra con principios activos que tengan efecto anabolizante.

Que los equinos se remitan amparados con un Documento de Tránsito Electronico (DT-e) y la Declaración Jurada de Remisión de Equinos a Faena.

Que los resultados de los muestreos efectuados arrojen resultados negativos para aquellos fármacos o elementos trazas que pongan en riesgo la salud del consumidor .

Que se encuentre detallada y registrada la identificación individual de los equinos con destino a faena, que será mediante implantes de microchips intramuscular para garantizar una mejor trazabilidad (Resolución N° 290/2024), donde en dicha resolución en el inciso “c” expresa que: “A partir del 1 de julio de 2024 sólo se permitirá el movimiento a faena UNIÓN EUROPEA (UE) de équidos que hayan sido identificados individualmente a través de microchip al menos CIENTO OCHENTA

(180) días antes de este movimiento, lo que será constatado oficialmente de manera automática a través del SIGSA”.

La Inspección Veterinaria dependiente de la Dirección Nacional de Fiscalización Agroalimentaria únicamente autorizará a faenar con destino a la UNIÓN EUROPEA, a aquellos equinos que lleguen a la planta frigorífica amparados por el DT-e , exclusivamente en original, emitido por el funcionario de la Oficina Local, la Declaración Jurada de Remisión de Equinos a Faena, Libreta sanitaria, la Guía de Tránsito y que además cumplimenten todos los requisitos sanitarios vigentes.

En la Oficina de Inspección Veterinaria se registrará oficialmente la recepción de cada tropa, asentando en el mismo: la fecha, el número del DT-e, el número de tropa, la cantidad de equinos por categoría y el número de RENSPA del remitente. El DT-e, tendrá el sello y fecha de anulación iguales a los consignados en la guía de tránsito y quedará archivado en la Inspección Veterinaria durante DOS (2) años a partir de la fecha de recepción de los mismos en la planta frigorífica.

Las pautas de bienestar animal se aplicarán al desplazamiento, estabulación, sujeción, carga, transporte o prácticas sanitarias o veterinarias desarrolladas sobre los equinos criados y mantenidos para cualquier objeto, así como a los procedimientos de sacrificio en caso de lucha contra las epizootias.

No se causará a los mismos agitación, dolor o sufrimiento evitables durante las operaciones señaladas, Toda persona que intervenga en las actividades mencionadas precedentemente deberá imperativamente poseer la práctica, preparación y destreza necesarias para llevar a cabo estos cometidos de forma humanitaria y eficaz. La autoridad competente podrá verificar la aptitud, la destreza y los conocimientos profesionales de las personas encargadas de las mismas.

Según el Código Alimentario Argentino los establecimientos donde se sacrifican animales deben poseer cámara frigorífica, pudiendo o no efectuarse tareas de elaboración y/o industrialización.

De la misma manera se categorizan los diferentes tipos de mataderos, pero en este caso solo se definirá el matadero-frigorífico de tipo A.

2.3.1 Matadero-Frigorífico A

Se entiende por matadero-frigorífico tipo 'A' a la planta industrial definida por dicho reglamento el cual su habilitación corresponde al Servicio Nacional de Sanidad Animal e incluye el tráfico federal y exportación de los productos y subproductos derivados de la faena y las carnes industrializadas.

Los frigoríficos de clase A, también conocidos como frigoríficos exportadores, deben cumplir con ciertos requisitos para su habilitación:

- Cumplir con las exigencias higiénico-sanitarias y edilicias establecidas en la ley provincial sanitaria de carnes.
- Contar con un sistema de eliminación de aguas servidas aprobado por las autoridades competentes.
- Obtener un aval municipal mediante ordenanza.
- Contar con la firma de un profesional veterinario que avale los aspectos higiénicos sanitarios.
- Suscribir un contrato con un médico veterinario inscrito en el Registro Provincial de Médicos Veterinarios.

2.3.2 Definición de Carne

Para que el músculo de un animal sacrificado se transforme en carne, es preciso que ésta sufra una serie de transformaciones post-mortem como son la instauración del rigor mortis y la maduración. Por ello, el término "carne" no es sinónimo de músculo, aunque en su mayor parte está constituida por este tejido (Vergara, 2012).

Se considera carne al tejido muscular de los animales utilizado como alimento que puede consumir tanto crudo como elaborado y transformado.

El código alimentario argentino (CAA) en el Artículo 247 define que la carne deberá ser limpia, sana, debidamente preparada, y comprende a todos los tejidos blandos que rodean al esqueleto, incluyendo su cobertura grasa, tendones, vasos, nervios, aponeurosis y todos aquellos tejidos no separados durante la operación de la faena.

Por extensión se considera carne al diafragma y los músculos de la lengua, no así los músculos de sostén del aparato hioideo, el corazón y el esófago. Con la misma

definición se incluyen la de los animales de corral, caza, pescados, crustáceos, moluscos y otras especies comestibles. Seguidamente a este en el Artículo 248 considera como Carne fresca, la proveniente del faenamiento de animales y oreada posteriormente, que no ha sufrido ninguna modificación esencial en sus características principales y presenta color, olor y consistencia característica. La carne de ganado fresca que se expenda después de 24 horas de haber sido sacrificada la res, debe mantenerse a una temperatura no mayor de 5°C en cámaras frigoríficas. Las carnes estarán limpias, exentas de piel y vísceras. Selladas por la inspección sanitaria, salvo en animales pequeños o en las especies y casos debidamente autorizados en que esté permitida. Es obligatorio reservar las partes selladas de las reses que tengan el sello de la inspección sanitaria que certifica su buena aptitud para el consumo, a los efectos de su presentación cada vez que sea requerida por los funcionarios fiscalizadores. La no observancia de esta regla hace que las reses se consideren como de sacrificio clandestino y quien las expenda o exponga se hará pasible de las penalidades correspondientes.(*CÓDIGO ALIMENTARIO ARGENTINO*, s. f.). . Argentina se encuentra entre los principales países exportadores de carne equina a nivel mundial. Aunque la misma resulta de interés por su composición, no se encuentra descrita en el Código Alimentario Argentino , por lo que su comercialización para consumo humano en el territorio nacional, no está permitida. La presencia no declarada de carne equina en productos cárnicos, es considerada como adulteración.

2.3 Calidad de Carne

La calidad de la carne es un concepto multidimensional que implica varios aspectos interrelacionados, desde las características sensoriales hasta los parámetros nutricionales y las normas de seguridad alimentaria. El término calidad es a menudo malinterpretado y usado excesivamente como herramienta de mercadeo, lo que genera confusión (Consigli, 2001) .

En términos generales, la calidad puede definirse como la medida en que un producto o un servicio satisfacen a lo largo del tiempo las expectativas del usuario o consumidor. En el caso de la carne resulta cuando menos complicado definir el concepto de “calidad de carne” ya que se trata de un producto muy heterogéneo y existe

un importante componente subjetivo sobre los criterios que determinan su calidad (color, olor, sabor, la textura y jugosidad) (Horcada & Polvillo, 2010) .

A esta dificultad se añade también que, a la hora de valorar el color, la textura, la jugosidad, el sabor y el aroma de la carne no existen métodos objetivos (instrumentales) de fácil aplicación en el mercado que permitan medir estos atributos. También, desde el punto de vista de la producción de este producto, los diferentes eslabones de la cadena de producción tienen en cuenta objetivos distintos, observándose cómo para el ganadero los criterios de calidad están relacionados con el incremento de la masa muscular de los animales o la reducción de grasa por ejemplo, mientras que para el consumidor el color y la dureza son los primeros criterios determinantes de la calidad.

Por ello, el concepto de calidad de carne debe definirse en cada eslabón de la cadena de producción y comercialización en función de criterios concretos, teniendo en cuenta que el producto debe satisfacer la demanda del mercado específico al que se destina. Por ejemplo, desde el punto de vista del consumidor, el término “calidad de carne” incluye una serie de propiedades responsables de que la carne cocinada resulte en un producto comestible, atractivo, apetitoso, nutritivo y agradable al paladar.

Desde otro punto de vista, el término “calidad de carne” puede interpretarse atendiendo a aspectos higiénicos durante su producción, a su valor nutritivo o a las características organolépticas o tecnológicas. En cualquier caso, como primera cualidad, el consumo de carne no debe comprometer la salud del consumidor (Calidad higiénica).

Desde el punto de vista nutritivo, la calidad de la carne se manifiesta cuando este producto satisface las necesidades metabólicas del organismo por su contenido en energía, proteína, vitaminas y minerales. Tanto en el momento de la compra como en el del consumo, la carne presenta unas características que el consumidor percibe por los sentidos y que influyen sobre su aceptabilidad (Calidad organoléptica). Por último, la industria de transformación considera la calidad funcional (Calidad tecnológica) teniendo en cuenta la disponibilidad que presenta la carne para su transformación, por ejemplo, para la fabricación de productos cárnicos y para su conservación (Fuente IPCVA).

Las demandas y tendencias actuales del mercado han llevado a reconocer tres principales aspectos de calidad en la carne fresca: la calidad higiénico-sanitaria, que asegura la seguridad del alimento; la calidad organoléptica o sensorial, que incluye características como el sabor, aroma y apariencia; y la calidad nutricional, determinada

por el valor nutritivo del producto. Los consumidores suelen enfocarse principalmente en la seguridad alimentaria y en atributos visuales como el color para hacer su elección, aunque el color no necesariamente refleja la satisfacción que proporcionará la carne al ser consumida. La textura de la carne, especialmente su ternura y jugosidad, es crucial para la aceptación del producto por parte de los consumidores. La variabilidad en la textura se identifica como uno de los principales retos que debe abordar la industria cárnica moderna (Noia, et al., 2009).

Las características intrínsecas de las carnes en general, como el pH y los nutrientes, pueden favorecer el crecimiento de microorganismos, tanto patógenos como los que deterioran la calidad. Entre los agentes patógenos microbianos que pueden encontrarse en las carnes se incluyen coliformes (*E. coli*), *Salmonella*, *Pseudomonas sp*, y *Brochothrix thermosphacta*. La carne equina, específicamente, se caracteriza por su bajo contenido de grasa y una alta proporción de triglicéridos de ácido oleico, contribuyendo a su alta digestibilidad. Además, posee un alto contenido de glucógeno que le da un sabor dulzón y un aroma distintivo debido a los ácidos grasos volátiles. Es considerada saludable por su alto contenido de hierro y proteínas de alto valor biológico, además de ser rica en vitaminas hidrosolubles del grupo B. Su textura firme se debe a fibras musculares largas y finas, y al igual que otras carnes, se utiliza en la fabricación de embutidos. Aunque el consumo de carne equina ha sido cuestionado en algunas culturas, incluida la nuestra, su valor nutritivo es comparable al de la carne bovina, siendo además más económica y con menos grasa (Noia, et al. , 2009).

La demanda de los consumidores por productos de mayor calidad es creciente, lo que impulsa a los productores y procesadores a ofrecer productos frescos que mantengan sus características organolépticas, independientemente de los métodos de conservación empleados. La calidad de la carne se ve influenciada por diversos factores tanto antemortem, como la genética, alimentación, sexo y peso del animal, como postmortem, incluyendo la temperatura, color, olor, textura, capacidad de retención de agua y pH (Encinas Fierro, et al., 2020)

En el caso particular de la carne de caballo, aún no se han establecido prácticas de maduración estandarizadas. Sin embargo, varios estudios han abordado el efecto del tiempo de maduración en la textura instrumental y las propiedades sensoriales de la carne de caballo (Beldarraín, et al., 2022)

En este contexto, el problema de investigación requiere una exploración detallada de cómo diversos factores antemortem y postmortem pueden ser optimizados

para mejorar la calidad de la carne de caballo. Además, es crucial entender cómo las prácticas de maduración afectan la calidad sensorial y nutricional de la carne para poder ajustar estas prácticas de manera que maximicen la aceptabilidad del consumidor y cumplan con los estándares de calidad requeridos para la exportación.

2.3.1 Característica y Composición de la Carne Equina

Según Stanisławczyk y otros (2023), la calidad de la carne de caballo está condicionada por factores individuales como la dieta, la raza, la edad o el peso al final de la vida y el tipo de músculo. El análisis de la composición química de la carne de caballo revela que esta se caracteriza por un alto contenido proteico, con un promedio de 19.9%, aunque este porcentaje puede variar desde 17.6% hasta 22.4% y, en algunos casos, alcanzar hasta el 24.5%. Además, la carne de caballo se distingue por su bajo contenido graso, que oscila entre 0.5% y 3.0%, aunque esta cantidad puede cambiar considerablemente, variando de 0.15% a 16.5% dependiendo de la raza, la edad, la dieta, la temporada, y la parte anatómica de la canal.

Desde un punto de vista tecnológico, la carne de caballo no es inferior a otras especies valoradas por los consumidores. Es un material valioso, delicado y seguro desde la perspectiva sanitaria. Entre las ventajas de la carne de caballo se incluyen su bajo contenido graso y su reducido valor calórico, así como la abundancia de nutrientes valiosos. Sin embargo, uno de los aspectos menos favorables de la calidad de la carne de caballo es su color, que es rojo oscuro con un ligero matiz marrón. Esto se aplica principalmente a animales más viejos, ya que el color de la carne de potro es similar al de la carne bovina. En comparación con otros tipos de carne, la carne de caballo se caracteriza por una mayor cohesión y firmeza debido al tipo de fibras musculares. Estas fibras son delgadas y pueden estar entremezcladas con tejido graso, lo que produce el efecto marmoleado deseado pero no a tal punto en comparación con la carne bovina que puede ser más evidente esta característica. Sin embargo, la carne de potros y caballos jóvenes tiene una estructura más delicada y es más digerible que la carne de res o de cerdo. Cabe señalar que la carne de caballo obtenida después del sacrificio es relativamente dura y cohesiva y presenta una terneza desfavorable. La insuficiente terneza de este tipo de carne, a diferencia de otras especies, se debe al alto nivel de proteínas de tejido conectivo, así como a la mayor resistencia térmica del colágeno

muscular equino. En términos de propiedades sensoriales, la carne de caballo no difiere significativamente de la carne de otros animales de sacrificio. Esta carne tiene un olor y gusto dulzón, principalmente debido al alto contenido de glucógeno en el tejido muscular, pero también a la presencia de aminoácidos como la glicina y la alanina (Stanisławczyk, et al., 2023).

Los componentes microminerales de las carnes rojas constituyen además una relevante fuente de hierro, mientras que otros minerales representan menos del 1% del peso de la carne. Además, estas carnes son ricas en vitamina B12, que es prácticamente inexistente en los productos de origen vegetal, y en vitamina A, particularmente cuando se ingiere hígado. Sin embargo, es importante señalar que el proceso de cocción puede disminuir considerablemente el contenido vitamínico de la carne. Por otro lado, algunas carnes rojas más que otras, destacan por su contenido en ácido fólico (Ayala Vargas, 2018).

En cuanto al valor nutricional, la carne equina se posiciona como una opción sustentable para la alimentación humana, comparable a otras carnes tradicionales como la bovina, porcina y aviar. Comparativamente, la carne de caballo ofrece varias ventajas sobre la carne de res:

- Posee un menor nivel de grasa intramuscular y una mayor proporción de ácidos grasos poliinsaturados, clasificándose como un alimento de alto valor nutricional y adecuado para dietas contemporáneas, en virtud de los beneficios saludables de estos ácidos.
- Contiene un equilibrio adecuado de aminoácidos esenciales y no esenciales, lo que le confiere un alto valor biológico a su proteína.
- Ofrece un significativo aporte de hierro y un contenido reducido de sodio en comparación con otras carnes, resultando adecuado para personas con condiciones específicas como anemia ferropénica o hipertensión.

Como en todos los tipos de carne, la composición nutricional de la carne equina varía según factores como la edad y peso al momento del sacrificio, la raza, el sexo, el tipo de músculo y el sistema de alimentación. Sin embargo, en muchos países, los sistemas de producción de carne equina no están regulados adecuadamente, lo que significa que los estándares de calidad de esta carne no siempre cumplen con las expectativas de los mercados (Vanegas Azuero & Gutiérrez, 2016).

De manera específica, la carne de caballo se caracteriza por una proporción significativa de proteínas frente a las grasas, con un ratio de 6.6:1 en la parte dorsal de la carcasa, lo que refleja su alto valor nutricional y biológico. Las proteínas de la carne de caballo poseen un equilibrio de aminoácidos comparable al de otras carnes como la bovina, porcina y aviar, destacando en su contenido de aminoácidos esenciales como el triptófano, histidina, tirosina, fenilalanina y metionina, superiores a los de la carne de res. Este perfil de aminoácidos la hace similar en triptófano a alimentos como el huevo de gallina y la leche materna, esencial para funciones reproductivas y la síntesis de hemoglobina. En cuanto a las grasas, la carne de caballo contiene doce ácidos grasos, siendo una mayoría insaturados, destacando el alto contenido de ácidos grasos esenciales como el oleico y palmitoleico. Este perfil graso contribuye a su alto valor biológico y a la prevención de la acumulación de colesterol en los vasos sanguíneos (Stanisławczyk, et al., 2023).

La carne de caballo también supera significativamente a la carne de res en contenido de vitaminas como la A, C, tiamina, riboflavina, niacina y vitamina E, así como en minerales esenciales como potasio, calcio, magnesio y fósforo. Es notablemente rica en elementos traza como hierro, zinc, cobre y cobalto, con concentraciones significativamente mayores que en la carne de vaca. Además, el hígado de caballo es una fuente de micronutrientes poco comunes como vanadio y molibdeno. Debido a estas propiedades, la carne de caballo no solo es recomendada desde el punto de vista nutricional sino también como parte de dietas terapéuticas, siendo beneficiosa para personas con problemas de obesidad, aterosclerosis, hipertensión y diversas enfermedades cardíacas, hepáticas y pancreáticas. Su composición rica en minerales y vitaminas también la hace ideal para el consumo en personas que sufren de anemia (Stanisławczyk, et al., 2023).



Imagen N°1: Fuente Storia di un cavallaro e La carne equina ripercorrono la storia della famiglia Masina e dell'imprenditore e autore di Lonato del Garda.

2.3.2 Indicadores de Calidad.

El pH y la temperatura son indicadores fundamentales en la determinación de la calidad de la carne, incluyendo la carne equina (Santapaola, 2013). Estos parámetros no solo afectan las características organolépticas como el sabor, la textura y el color, sino que también influyen significativamente en la seguridad alimentaria y la vida útil del producto. A continuación, se detalla cómo cada uno de estos factores impactan la calidad de la carne equina.

El pH es un indicador crucial de la calidad de la carne y se relaciona directamente con la conversión del glucógeno en ácido láctico en el músculo post-mortem (López, 2024). Este proceso afecta múltiples aspectos:

Terneza:

- Un pH alto, típicamente por encima de 6.0, puede resultar en carne dura debido a la menor actividad de enzimas proteolíticas que normalmente ayudan a ablandar la carne. En contraste, un pH más bajo puede aumentar la terneza (Uzcátegui Bracho & Jerez Timaure, 2008).

Color:

- El pH influye en la capacidad del músculo para retener agua y en la estabilidad del color. Un pH más bajo puede llevar a una carne con un color más oscuro y menos atractivo, mientras que un pH más alto puede causar una apariencia más pálida y menos apetecible (Listrat et al., 2016).

Conservación:

- Un pH adecuado ayuda a inhibir el crecimiento de bacterias patógenas y extiende la vida útil de la carne. Un pH alto proporciona un ambiente más favorable para el crecimiento bacteriano, reduciendo así la seguridad y la durabilidad del producto (Álvarez Gurrea, 2015).

Por otro lado, la gestión de la temperatura desde el momento del sacrificio hasta el procesamiento final es vital para mantener la calidad de la carne equina:

Enfriamiento:

- Un enfriamiento rápido y adecuado post-sacrificio es esencial para prevenir el crecimiento bacteriano y la proliferación de microorganismos. Una disminución controlada de la temperatura ayuda a preservar las características organolépticas y a prolongar la vida útil (Leduc, 2022).

Cadena de frío:

- Mantener una cadena de frío ininterrumpida es crucial para evitar la proliferación de microorganismos y la descomposición enzimática, lo que puede afectar negativamente el sabor y la seguridad de la carne (Leduc, 2022).

Maduración:

- La temperatura durante el proceso de maduración afecta el desarrollo del sabor y la terneza. Temperaturas bien controladas permiten la acción enzimática que mejora la terneza y el perfil de sabor de la carne (Stanisławczyk, et al., 2023).

La interacción entre el pH y la temperatura puede ser particularmente crítica. Por ejemplo, temperaturas elevadas combinadas con un pH alto justo después del sacrificio pueden acelerar la degradación microbiana y enzimática, afectando adversamente tanto

la calidad sensorial como la seguridad de la carne. Por el contrario, un manejo adecuado de ambos parámetros puede optimizar las características deseables de la carne, como una mejor retención de agua, una apariencia más atractiva, y una mayor resistencia al crecimiento bacteriano (Stanisławczyk et al., 2023).

2.4 Factores Pre-Faena que Afectan la Calidad de la Carne

2.4.1 Transporte y logística.

El transporte de animales para su sacrificio implica inevitablemente una serie de estresores que incluyen el manejo, el hacinamiento, las variaciones climáticas, el ruido y la inmovilidad forzada. Estos factores pueden inducir estrés agudo en los caballos, lo que se manifiesta en un aumento en la producción de cortisol y catecolaminas. Estas hormonas del estrés desencadenan varias reacciones fisiológicas y metabólicas en el animal (Miranda de la Lama, 2013).

El estrés pre-sacrificio, especialmente cuando es prolongado por largas distancias o condiciones adversas durante el transporte, afecta principalmente la homeostasis del glucógeno muscular. El glucógeno es una fuente de energía crítica para el músculo, y su degradación acelerada bajo estrés resulta en un consumo excesivo antes del sacrificio (Miranda de la Lama, 2013). Esto tiene dos consecuencias principales:

Acidificación post-mortem:

- Una cantidad reducida de glucógeno al momento del sacrificio significa menos ácido láctico producido durante la conversión post-mortem del músculo a carne, lo que puede llevar a un pH más alto de lo normal. Un pH elevado favorece el crecimiento bacteriano y puede afectar negativamente la calidad higiénica de la carne.

Calidad de la carne:

- El pH elevado también influye en la capacidad de retención de agua del músculo, resultando en carne más seca y dura, un fenómeno conocido como DFD (Dark, Firm, Dry). Además, el estrés prolongado puede causar cambios en la estructura de las proteínas musculares y afectar la ternura de la carne.

Entre los factores modificadores del estrés durante el transporte debe considerarse a los siguientes:

Duración del viaje:

- Cuanto más largo es el transporte, mayores son las probabilidades de agotamiento del glucógeno muscular y el estrés fisiológico (Odeón & Romera, 2017).

Condiciones del transporte:

- La ventilación adecuada, la protección contra condiciones climáticas extremas y el espacio suficiente son cruciales para minimizar el estrés. El manejo gentil y la reducción de cambios bruscos de dirección o paradas repentinas también son importantes (Miranda de la Lama, 2013).

Estado de salud y manejo previo al transporte:

- Los caballos bien alimentados, hidratados y en buen estado de salud general tolerarán mejor el estrés del transporte. Además, la aclimatación previa al transporte puede reducir el estrés agudo (Martos y Ayala, 2003).

Los caballos no deberían en todo caso, ser transportados en vehículos de dos pisos, salvo que se ubiquen exclusivamente en la planta baja, sin presencia de animales en el nivel superior. Además, la altura del compartimento debe superar en al menos 75 cm la altura de la cruz del caballo más alto. Se considera que una estabulación inadecuada constituye uno de los principales riesgos para el bienestar de los caballos durante su transporte. Por ello, es fundamental que los vehículos destinados a este fin estén equipados con particiones sólidas y adecuadas, las cuales no solo deben facilitar el equilibrio cuando sea necesario, sino también prevenir lesiones y evitar interacciones negativas entre los animales. Aunque no exista normativa específica sobre las dimensiones de estas particiones, es crucial que sean lo suficientemente robustas para soportar el peso de los caballos y que dispongan de un sistema de ajuste rápido y eficaz (Unión Europea, 2013).

En los viajes de más de ocho horas, las particiones deben permitir la formación de compartimentos individuales y ser ajustables para responder a las necesidades específicas de cada animal. En el caso de transportar yeguas y potros juntos, las particiones deben ser lo suficientemente altas y anchas para prevenir que los potros queden atrapados. Si bien un espacio insuficiente representa un riesgo significativo para el bienestar animal, un exceso de espacio también puede ser problemático, dado que los caballos pueden tener dificultades para mantener el equilibrio.

En los establos individuales, el espacio debe ser determinado principalmente por una correcta colocación de las particiones. Los requisitos legales respecto a la cantidad de espacio suelen ser generales y no consideran las variaciones en el tamaño corporal de los animales dentro de cada categoría. Una asignación de espacio más adecuada a cada caso puede mejorar significativamente las condiciones para los animales. Además, es importante considerar la temperatura ambiental, proporcionando más espacio en climas cálidos y asegurando un sistema de ventilación eficaz que permita una adecuada aireación de todos los compartimentos individuales (Unión Europea, 2013).

Es fundamental en todo caso, considerar estos factores para mejorar las prácticas de transporte y manejo de caballos destinados al sacrificio. Implementar medidas que reduzcan el estrés antes y durante el transporte no solo es una cuestión de bienestar animal, sino que también es crucial para asegurar la calidad de la carne equina. Por lo tanto, la gestión adecuada del transporte puede resultar en mejoras significativas en las características sensoriales y la aceptabilidad general de la carne equina en el mercado.

2.4.2 Manejo Pre-Sacrificio.

Las prácticas de manejo antes del noqueo en equinos son cruciales, no solo para cumplir con las normativas de bienestar animal, sino también para asegurar la calidad de la carne que se producirá. Todo animal que ingresa a una planta faenadora tienen que recibir agua limpia, fresca y libre de patógenos, y deberá recibir un mínimo de 6 horas de descanso en corrales bien ventilados al resguardo de inclemencias climáticas, provisto de sombra, áreas no inundables, techo y alejado de todo tipo de animal depredador. Y cuando el tiempo de descanso supere las 24 horas de la misma manera se le proveerá de alimentos de calidad.

El manejo de la hacienda, tanto en el transporte, rampa de descarga, corrales de descanso o mangas de faena tienen que ser prácticas lo más humanitarias posibles para minimizar al mínimo el estrés del animal. Para esto los establecimientos deberán contar con personal capacitado para dichas tareas, donde no se utilizaran picanas eléctricas, gritos, perros, látigos o cualquier elemento contundente para golpear o punzar en áreas

sensibles de los animales. En su lugar se deberá contar con instalaciones adecuadas para un manejo tranquilo y calmado de los animales para disminuir toda angustia y malestar al mínimo posible.

Estas prácticas de bienestar animal y su correcta aplicación son cruciales primero para velar en todo momento por su bienestar en el paso por la industria, y también porque inconvenientes ocasionados en esta etapa pueden afectar a la calidad final del producto, debido a que un descanso adecuado, manejo correcto de la hacienda, agua y alimento de calidad lograrán en un punto evitar el excesivo consumo de glucógeno muscular a causa del estrés o fatiga y también por otro lado reponer la reserva glucógeno muscular consumidas durante todo el lapso transcurrido desde el campo hasta el momento del sacrificio. también se conoce que un tiempo demasiado prolongado de estadía en corrales puede generar problemas de tipo jerárquicos ocasionando lesiones y contusiones en los animales lo que aumentaría el estrés, malestar, dificultad para acceder libremente al alimento o al agua aumentando el consumo de glucógeno muscular resultando en deficiencia en el descenso del pH de la canal faenada. (SENASA. Resolución 239/2015)

2.5 Faena

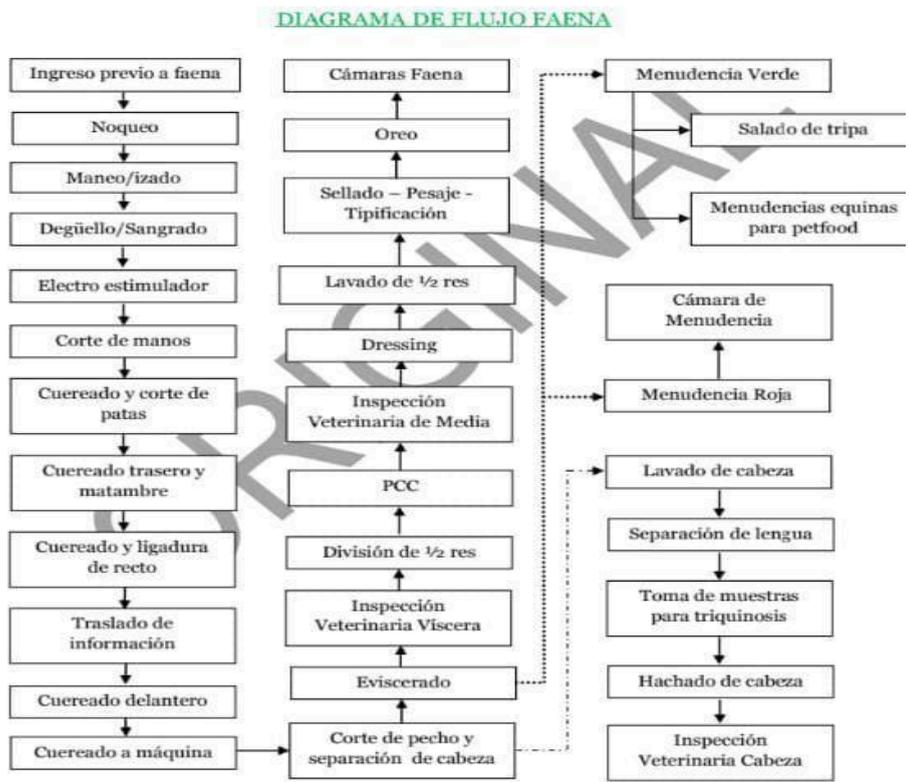
Al momento del noqueo del animal también se deben cumplir ciertas prácticas de bienestar animal, que consisten en un correcto noqueo, en el área justa y precisa de aplicación del noqueador, que de manera óptima se produjera una correcta insensibilización, corroborando el operario que el animal no presente reflejos que indiquen un noqueo incorrecto, y si así sucediera este deberá utilizar un noqueador alternativo para evitar que el animal revierta a la conciencia al momento de la exanguinación esto se realiza para evitarle cualquier sufrimiento o angustia al animal y que el sacrificio sea de la manera más humanitaria posible.

Durante el resto de la faena de las canales los operarios deben mantener siempre un estándar alto de buenas prácticas de manufactura, cumpliendo al máximo los procedimientos operativos estandarizados y sin excepción respetar los procedimientos de limpieza y desinfección de los elementos utilizados durante la faena (cuchillos,

chairas, ganchos, sierras y cualquier otro elemento de contacto directo), como también la indumentaria y el lugar de trabajo (delantales, guantes, paldos, pisos, bandejas, piletas, etc).

Para esto es vital contar con personal debidamente capacitado por el profesional responsable de control de calidad . Ya que un incumplimiento en algún procedimiento pone en riesgo la calidad e inocuidad del producto, y si el descenso del pH de la carne no es óptimo y se mantiene en rangos cercanos a la neutralidad, y a esto le sumamos la contaminación microbiana los resultados pueden ser muy desfavorables, ya que estaremos brindándole un ambiente muy propicio de proliferación a diferentes colonias bacteriana y poner en riesgo la salud de los consumidores.

En el esquema n° 1 se puede visualizar un ejemplo de flujograma básico de la playa de faena, donde se muestran las diferentes estaciones o paldos donde los operarios realizan con una metódica precisión el procedimiento realizado durante la faena.



Esquema n°1: Manual de Calidad de Solemar alimentaria S.A

2.6 Factores Post-faena y su Impacto en Calidad de la Carne

2.6.1 Bioquímica del músculo y su efecto en el pH.

El músculo es un tejido complejo y altamente especializado, compuesto principalmente en un 75% de agua, 19% de proteína, 3.5% de sustancias solubles no proteicas, incluidos también los productos inorgánicos, y un 2.5% de grasa.

De ese 19% de proteínas, más del 11% pertenecen a las proteínas miofibrilares encargadas de la contracción muscular (actina y miosina), y poco más de un 4% le corresponde a enzimas, las que su principal actividad es la degradación del glucógeno. Dentro de ese 3.5% de sustancias solubles no proteicas, alrededor de 1.2% le pertenece a los carbohidratos (glucógeno y otros) (Toldrá, 2017).

El glucógeno es una molécula grande formada por cientos de moléculas de glucosa. Es la mayor fuente de energía almacenada en los músculos, que tras situaciones de alta exigencia muscular, condiciones de estrés o ayunos prolongados, este glucógeno comienza su degradación por medio de enzimas catalíticas. Que se continuará luego de su producto final por la vía de la glucólisis aeróbica cuando el oxígeno se encuentre disponible. O bien podrá seguir la vía anaeróbica cuando haya restricción de este elemento.

Cuando la glucogenolisis comienza, se activan un pool de enzimas glucogenolíticas encargadas de catalizar cada una de las reacciones, dejando como resultado moléculas de glucosas libres. Esta glucosa disponible entrará a la vía de la glucólisis que de haber oxígeno disponible se continuará hacia el ciclo de krebs, dando como producto final 38 moléculas de ATP, listas para ser utilizadas por las miofibrillas. A diferencia de esto anterior mencionado, cuando no hay oxígeno disponible, seguirá ésta por la vía anaeróbica de la glucosa, dando como producto al ácido pirúvico, que por la falta de oxígeno se le añaden dos átomos de hidrógeno transformándose en ácido láctico mediado por la enzima lactato deshidrogenasa (LDH) , el cual comenzará a acumularse en el músculo que producirá una acidificación del medio.

En condiciones normales este ácido láctico es retirado de la musculatura a través del sistema venoso para evitar causar daño a las células, ya que si se acumula en grandes cantidades puede producir como efecto leve cansancio, fatiga y hasta dolor muscular pero en los casos más extremo la desnaturalización de las células con mayor cercanía a la molécula en cuestión o daños en mayor o menor medida aquellas células más sensibles a los cambios de pH.

El músculo de la canal faenada no detiene su metabolismo y continúa con su funcionamiento como lo hace normalmente, aunque sí puede notar los cambios de presión de oxígeno, el agotamiento de nutrientes o acumulación de desechos.

La etapa de oreo de la canal recién faenada es fundamental ya que es aquí donde el músculo del animal se termina transformando en carne para su aprovechamiento y consumo, gracias a una secuencia de cambios bioquímicos producidos en el músculo que afectan significativamente en el pH de la carne, un indicador clave de su calidad. Inicialmente, el pH muscular en animales vivos se mantiene alrededor de 7.0 a 7.2. Tras la muerte, cesa la circulación sanguínea y, por ende, el suministro de oxígeno, lo que provoca un cambio del metabolismo aeróbico al anaeróbico (Toldrá, 2017). En este estado anaeróbico, el glucógeno almacenado en el músculo se convierte en ácido láctico a través de la glicólisis anaeróbica, lo que resulta en un aumento de la acidez y una reducción gradual del pH .

Este descenso en el pH continúa hasta alcanzar un pH final de aproximadamente 5.5 en carnes como la de bovino, porcino y ovino, aunque el rango puede variar ligeramente dependiendo de la especie y del tipo muscular (Toldrá, 2017). Factores pre-mortem como el estrés, la nutrición y la actividad física del animal pueden influir significativamente en los niveles de glucógeno muscular al momento del sacrificio, y por tanto, en la magnitud y velocidad del cambio de pH post-mortem (Huff-Lonergan & Lonergan, 2005).

El pH de la carne tiene un impacto directo en sus características organolépticas, como la ternura, el color, el sabor y la jugosidad. Un pH elevado puede resultar en carne

oscura, firme y seca (DFD), mientras que un pH bajo puede conducir a carne pálida, blanda y exudativa (PSE), particularmente en carnes de cerdo (Huff-Lonergan & Lonergan, 2005). La carne DFD, que usualmente presenta un pH superior a 6.0, es más susceptible a la contaminación microbiana debido a su mayor capacidad de retención de agua y a su pH cercano al neutro, condiciones que favorecen el crecimiento bacteriano (Toldrá, 2017).

El pH tiene entonces un papel crucial en la estabilidad microbiológica de la carne. Carnes con un pH alto (DFD) proporcionan un ambiente más propicio para el crecimiento de patógenos y otros microorganismos, lo que puede resultar en un deterioro más rápido y un menor tiempo de vida útil (Toldrá, 2017). En contraste, un pH más bajo (PSE) puede inhibir cierto crecimiento bacteriano, pero las alteraciones en la estructura de la carne pueden hacerla susceptible a otros tipos de deterioro (Huff-Lonergan & Lonergan, 2005).

Según Seong, y otros (2016), el pH de los distintos cortes de carne de caballo muestra una gama que va desde 5.58 en el lomo hasta 5.95 en el paletilla-chuleta. Estos valores de pH están asociados con diferencias en la actividad metabólica y el contenido de glucógeno de los músculos pre-sacrificio. Los cortes con pH más alto, como el paletilla-chuleta, tienden a tener una menor degradación del glucógeno post-mortem, lo que se refleja en una mayor capacidad de retención de agua y una menor pérdida por cocción, indicativa de una calidad superior en términos de jugosidad y textura.

Un aspecto a tener en cuenta es el enfriamiento de las canales, ya que está directamente relacionado con la actividad enzimática, dando como resultado alteraciones en el descenso del pH. Un mayor tiempo a temperatura elevada en el oreo podrá conseguir un descenso más rápido del pH, pero existe un mayor riesgo de proliferación bacteriana. Y por el contrario, un descenso demasiado brusco de la temperatura de la canal puede afectar la actividad enzimática ocasionando retraso en el descenso del pH (Toldrá, 2017). Y si el músculo se enfría por debajo de los 10° C antes de la instauración del rigor mortis, se afectará fuertemente en una de las características organolépticas más importante a tener en cuenta en la actualidad que es la terneza. A este fenómeno se lo denomina “acortamiento por frío” (Warris, 2003).

Estas temperaturas bajas provocan la liberación de calcio del retículo sarcoplásmico, y que es volcado al citosol, es entonces que el calcio disponible más la presencia de ATP conduce a una contracción y acortamiento del músculo. Cabe resaltar que al momento del rigor mortis hay una contracción de las fibras musculares sostenida, pero este tipo de contracción del acortamiento por frío es mucho más fuerte dejando un sarcómero contraído sin espacios entre sus miofibrillas y que en la fase de maduración tendrá su impacto en la proteólisis al no poder acceder con facilidad estas enzimas (Toldra, 2017).

2.6.2 Maduración de la carne

La maduración o envejecimiento de la carne es un fenómeno que se produce luego de instaurado el rigor mortis hasta el consumo de la carne, y que se da en temperaturas superiores a 0° e inferiores a 5°.

Durante el periodo de envejecimiento se producen una serie de reacciones químicas que cambian el sabor, la textura y el aroma de la carne. Siendo el principal objetivo de la maduración ablandar la carne.

La tenderización de la carne surge de un proceso llamado proteólisis que no es más que una descomposición de las proteínas que constituyen las fibras musculares llevado a cabo mediante enzimas denominadas proteasas. Estas deben de cumplir con ciertos requisitos para ser consideradas importantes en la proteólisis. como estar localizadas dentro de las células del músculo esquelético, tener acceso a las proteínas miofibrilares y/o costaméricas, y tener la capacidad de degradar estas proteínas.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo de campo se realizó una recolección de datos en el matadero-frigorífico Solemar Alimentaria S.A, ubicado en la localidad de Chimpay, Río Negro. Los animales ingresados a dicha planta fueron identificados con su correspondiente número de tropa como es habitual, utilizando posteriormente esta información para mejorar la trazabilidad del estudio realizado, basado en el análisis de las canales equinas luego de la faena.

Para la recolección de la información de las variables a considerar previo al sacrificio, se utilizó la base de datos del sistema de trazabilidad de la empresa, donde se encuentra información explícita de la geolocalización del establecimiento de origen de las diferentes tropas estudiadas, hora de emprendimiento del viaje y hora de arribo a la planta faenadora, como también la respectiva planilla de existencia en corrales, donde se calculó el tiempo de estadía en corrales y también se utilizó como canal de información las planillas del grupo HACCP de la empresa referente a bienestar animal, donde se evalúa el paso por la manga previo al cajón de noqueo.

3.1 Método Estadístico

En cuanto al diseño experimental, se empleó un diseño de medidas repetidas, para lo cual se seleccionaron al azar de 3 faenas un total de 60 canales, sobre las cuales, una vez identificadas, se tomaron mediciones de pH y temperatura a cinco tiempos distintos después de la faena.

Los datos recolectados fueron cargados y analizados en el programa estadístico de código abierto de la universidad de Ámsterdam denominado JASP, mediante el cual se efectuó un ANOVA en un modelo lineal mixto y posteriormente uno de medidas repetidas con una comparación de medias, utilizando el test de Bonferroni ($\alpha=0,05$).

3.2 Determinación de pH

La recolección de los datos de pH sometidos a evaluación y la temperatura de cada lectura, se realizó posterior a el lavado y tipificado de la media res. Las cinco lecturas efectuadas a cada unidad experimental se midieron específicamente en el pasillo de oreo y cámara de refrigeración. Para esto se utilizó un medidor de pH digital serie YY-103 modelo YY-1030, de tipo pincha carne, calibrado con dos buffers de tipo comercial, buffer A (pH:6.86) y buffer B (pH:4.0). Además se utilizó un mini termómetro digital pincha carne, de marca “Testo” tipo Estanco, modelo TS-0560 1113 y calibrado con termómetro patrón de mercurio. La temperatura ambiente de cada sector se mide con termómetros digitales de marca comercial “Lemann”, provistos de una serie de sensores y sondas, dispuestos en las diferentes secciones de la planta, con sus respectivos indicadores digitales de temperatura, fácilmente visibles para el control de la cámara o sector. Este sistema cuenta con un software que registra en una pc los cambios de temperatura de todos las áreas de incubencia térmica cada 15 minutos (registro termográfico).

Para las determinaciones de pH, además se utilizó un mango de bisturí n° 8 con hoja de bisturí n° 24; 2 vasos de precipitado con capacidad de 750 ml, uno de ellos con alcohol al 70% para el esterilizado de los instrumento de uso directo con la media res y el otro con agua destilada, para el correcto enjuague del instrumental, que posteriormente se secó con toallas de papel absorbente.

Para las mediciones del pH y la temperatura de la canal, primero fueron seleccionadas aquellas destinadas al estudio, a medida que fueron llegando al pasillo de oreo, según el peso, dentro del rango comprendido entre 70 kg a los 250 kg de peso al gancho por cada media res, utilizando el método de tipificación de la empresa, que las clasifica con un código de letras, en el siguiente orden decreciente de pesos de medias reses: M, AJ, A, S e I, con pesos mayores a 140 kg para la categoría M y menos de 84 kg para la categoría I. (ver tabla n°3).

En este estudio se analizaron todas las categorías; “M”, “AJ”, “A”, “S” e “I”. Luego de seleccionar cada unidad experimental al azar, se tomó registro del número de garrón para su correcta identificación, especificando el peso, el sexo, la condicion corporal y cobertura de grasa de cada una.

Luego de esta identificación, se procedió a la esterilización de los elementos a utilizar (medidor de pH, termómetro, y bisturí), enjuagados y secados con papel absorbente en cada una de las mediciones para evitar posibles contaminaciones.

Sobre la cara interna de la media res seleccionada, se efectuaron las mediciones en el músculo Longissimus Dorsis a la altura de la costilla nº 12, es decir, en el décimo tercer espacio intercostal (imágenes nº1, 2, 3 y 4); realizando una incisión de 1 cm de largo por 4 cm de profundidad con el bisturí hasta penetrar el músculo Longissimus Dorsis, donde posteriormente se introdujo el medidor de pH, registrándose al mismo tiempo la temperatura muscular con el termómetro pinchacarne. Estos datos se cargaron en la planilla correspondiente y se tomó a esta primera medición como tiempo “1” (T1). El mismo procedimiento se realizó exactamente de la misma manera al minuto 60’ (T2), a las 3 (T3), 7 (T4), y 24 hs (T5) post sacrificio.

El procedimiento de lavado y desinfección de los materiales utilizados se realizó luego de cada lectura, para garantizar una correcta higiene, al mismo tiempo que se registró los datos arrojados de cada medición en una planilla de registro.

CATEGORÍA	PESO AL GANCHO
M	Mayores a 140 Kg
AJ	Desde 120 kg hasta los 139 kg
A	Desde 110 Kg hasta los 119 Kg
S	Desde 85 kg hasta los 109 kg
I	Menores a 84 Kg

Tabla nº 3: Tipificación de media res equina (modelo Solemar Alimentaria S.A)



Imagen N° 1

Imagen N°2

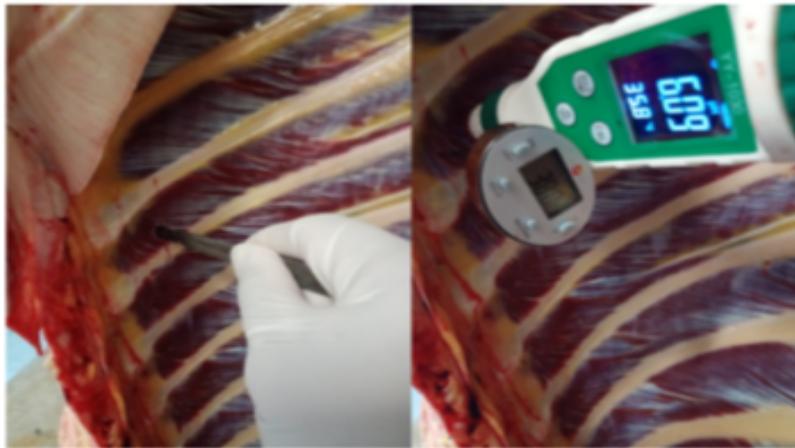


Imagen N°3

Imagen N°4

*Imágenes N° 1,2,3,4 muestran la metodología de medición de pH en las 12° costilla ,
(músculo longissimus dorsi equino)*

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Determinación de pH en las medias reses Equinas

Con los datos obtenidos de 60 animales faenados, con un total de 300 determinaciones (5 lecturas de pH y temperatura por cada unidad experimental), se realizó el análisis estadístico empleando un modelo lineal mixto, debido a su flexibilidad para realizar comparaciones entre muestras de medidas repetidas desbalanceadas y cuando además no se cumple el supuesto de esfericidad, además de que permite incluir en un mismo análisis variables de efectos aleatorios (variabilidad entre individuos) y variables de efectos fijos (como tiempo post faena, temperatura y categoría de faena o animal).

Esto permitió modelar una relación lineal entre una o más variables explicativas y una variable dependiente continua (valores de pH), en donde las observaciones no fueron independientes, sino que fueron agrupadas por factores de agrupación de efectos aleatorios (medidas repetidas entre participantes).

4.1 Interpretación de los Resultados

De las 60 unidades experimentales, se analizaron las siguientes cantidades por unidad experimental:

Categorías	I	S	A	AJ	M	Total
Unidades muestreadas	9	13	9	16	13	60

Porcentaje de analizados de cada categoría

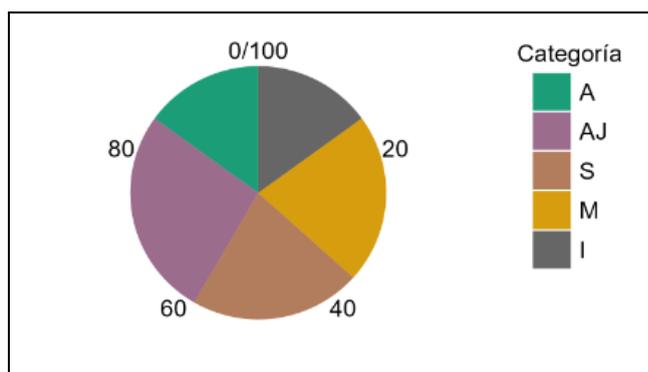


Gráfico n° 1: gráfico de torta donde expresa las categorías analizadas.

Con respecto a los resultados promedio de pH para cada tiempo de muestreo, por cada categoría, se obtuvieron los siguientes resultados, expresado, en la siguiente tabla:

	I	S	A	AJ	M
T1	6,631	6,557	6,519	6,508	6,423
T2	6,476	6,391	6,174	6,269	6,215
T3	6,27	6,179	6,138	6,043	5,865
T4	6,087	6,039	6,008	5,87	5,85
T5	6,013	5,82	5,727	5,7	5,688

Tabla n° 4: Variación promedio de pH a distintos tiempos después de la faena por categoría

Se observa que las categorías de menor peso como la I, tienen descensos de pH menores que las categorías más pesadas (M) con el paso del tiempo.

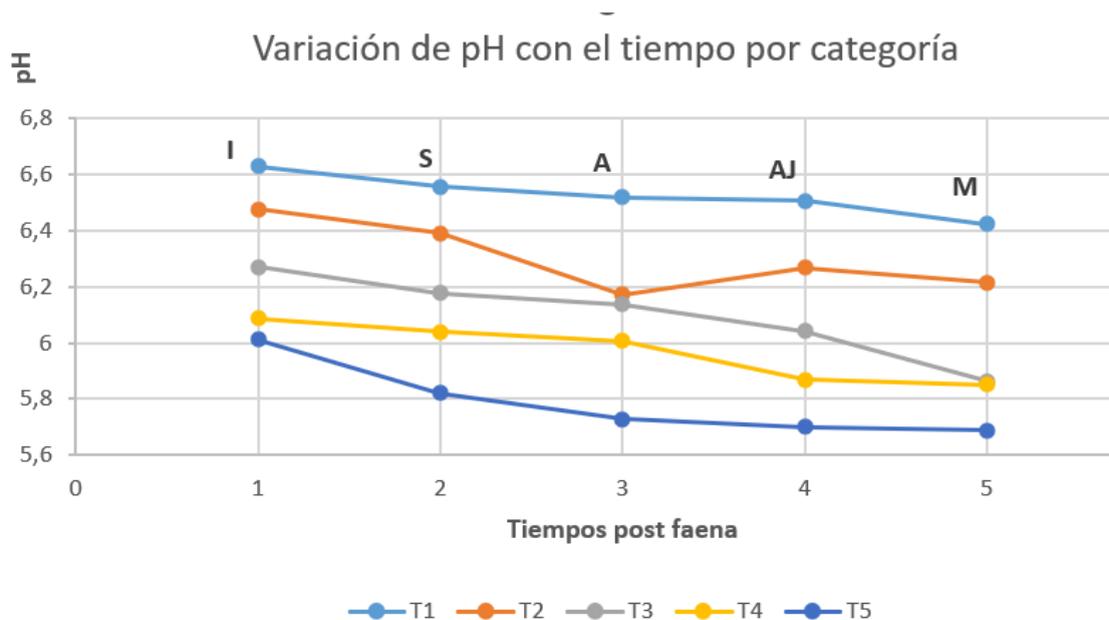


Gráfico n° 2: *Dispersión de ph por categoría en sus diferentes tiempos medidos.*

Si no tenemos en cuenta las categorías, el cambio de pH con el paso del tiempo se puede visualizar en el siguiente gráfico;

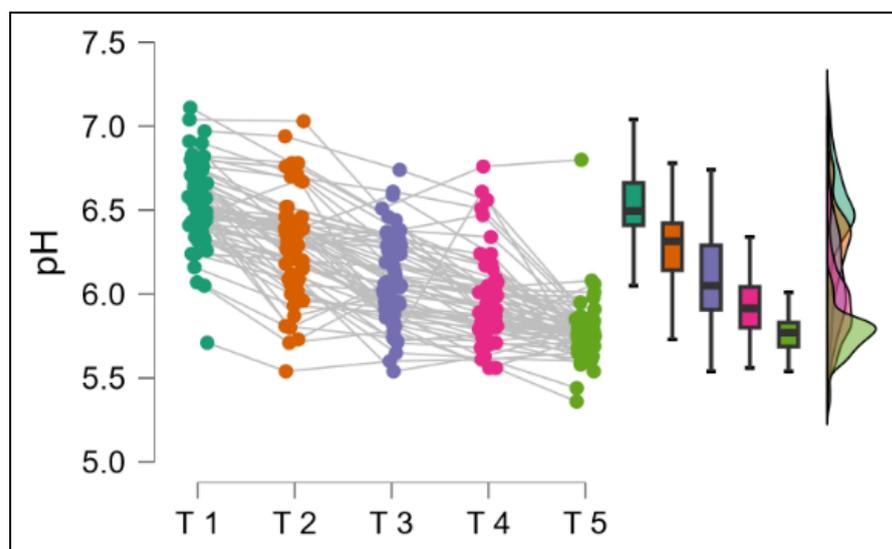


Gráfico n° 3: *Gráfico tipo nube de pH en función del tiempo*

Considerando los resultados anteriores, se examinaron los resultados de los efectos fijos para evaluar si tiempo, temperatura, categoría y la interacción

categoría*tiempo, tienen efectos significativos sobre el pH (observando el valor de p). Sólo el tiempo mostró un p valor < 0,001 (menor al 5% o 0,005) en la tabla de análisis de la varianza (tabla 5), es decir que fue la única variable que mostró incidencia estadísticamente significativa en las variaciones del pH.

<i>Resumen del ANOVA</i>			
Efecto	gl	ChiCuadr	p
Intercept	1	329.187	< .001
Temperatura	1	1.584	0.208
Categoría	4	7.487	0.112
Tiempo	4	32.076	< .001
Categoría * Tiempo	16	20.019	0.219

Nota. Elementos del modelo probados con el método Contrastes de ratio de verosimilitudes.

Tabla n° 5: Resumen ANOVA

Luego, para poder entender entre cuál o cuáles de los tiempos posteriores a faena, produjeron esas diferencias significativas entre los valores se continuó el análisis usando el modelo de medidas repetidas considerando sólo los datos de la variable dependiente (pH) y los distintos tiempos (5), después de la faena. Los distintos tiempos se encuentran especificados en la metodología.

Con esto el anova de medidas repetidas nos confirma que al menos uno de los tiempos luego de la faena es estadísticamente diferente en su efecto sobre la variación de pH luego de la faena.

ANOVA de medidas repetidas ▼								
<i>Efectos Dentro de los Sujetos</i>								
Casos	Corrección de Esfericidad	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrado Medio	F	p	ω^2	
pH a distintos tiempos post faena	Greenhouse-Geisser	20.419	3.412	5.984	190.174	< .001	0.514	
Residuals	Greenhouse-Geisser	6.335	201.321	0.031				

Nota. Suma de Cuadrados Tipo III

Tabla n° 6: Anova de medidas repetidas

Para poder establecer cuál o cuáles de esos tiempos generan esas diferencias, realizamos un análisis comparativo entre las distintas temperaturas (Tabla nº 7) utilizando el test de Bonferroni, indicado para series de datos como esta. En esta tabla se observa que de comparar todos los tiempos entre sí, los p valores asociados a esas comparaciones son significativos ($p < 0,001$).

Contrastes Post-hoc ▼					
<i>Comparaciones Post-hoc - pH a distintos tiempos post faena ▼</i>					
		Diferencia de Medias	ET	t	P _{Bonf}
T 1	T 2	0.220	0.024	9.035	< .001
	T 3	0.438	0.026	16.669	< .001
	T 4	0.565	0.029	19.214	< .001
	T 5	0.746	0.032	23.660	< .001
T 2	T 3	0.218	0.030	7.389	< .001
	T 4	0.345	0.030	11.403	< .001
	T 5	0.526	0.037	14.305	< .001
T 3	T 4	0.126	0.025	5.081	< .001
	T 5	0.308	0.033	9.200	< .001
T 4	T 5	0.181	0.031	5.930	< .001

Tabla nº 7: Muestra el análisis comparativo de temperatura

Para una mejor comprensión, lectura e interpretación de los datos, le pedimos al programa que exprese estos resultados de la forma en la que aparecen en la última tabla (Tabla nº 8), de forma tal que, para cada tiempo, cada letra asociada nos indica si hay diferencias significativas con los otros tiempos, asignando letras diferentes, si eso ocurre o letras iguales si no hay diferencias en el efecto que tienen sobre el pH.

pH a distintos tiempos post faena		Letter
T 1		e
T 2		d
T 3		c
T 4		b
T 5		a

Tabla nº 8: pH a distintos tiempos.

Las distintas letras indican diferencias significativas entre cada uno de los intervalos de tiempo transcurridos a partir de la faena.

4.2 Discusión de los resultados

Del análisis estadístico realizado en esta investigación se puede notar que los datos obtenidos por el programa JASP, permiten explicar algunas tendencias que se observan de las series de datos. Ya que los valores de pH final, para las diferentes categorías, luego de las 24 hs post mortem varían entre sí. De las cuales, tenemos que la categoría M posee un valor promedio de pH de 5,68; categoría AJ pH de 5,7; categoría A 5,72; y la categoría S un valor de 5,82.

Lo que indica, que el pH desciende según lo esperado en estas categorías mencionadas, dando resultados de pH que alcanzan valores dentro de los parámetros aceptables y normales, que coinciden con estudios similares realizados en carne equina por Beldarraín, *et al.* (2022), el cual en su estudio sobre la tenderización de la carne de caballo, estudiaron sobre muestras con pH de $5,60 \pm 0,09$, y define a esto como valores con descenso del pH normal de sus muestras en estudio.

Mientras que por el contrario la categoría tipo “I” obtuvo valores de pH promedio de 6,01, que en contraposición a lo mencionado, clasificaría como una carne de tipo DFD, por presentar valores mayores a 6 en su pH, lo que indica un descenso defectuoso de la acidez de la carne de ésta categoría. Estos datos concuerdan además con los obtenidos en el análisis de Toldrá et al , (2017).

Ante este resultado, es necesario considerar que el número de medias reses de la categoría I fueron 9 de un total de 60 canales estudiadas, siendo dicha categoría la de menor tamaño junto con la categoría A.

Teniendo en cuenta que los datos de pH son referidos a valores promedio, es necesario tener en cuenta, que ante una muestra demasiado pequeña, los valores extremos afectarán considerablemente al promedio, mientras que, de ser una muestra más grande, los valores promedio serán más representativos de esta población.

La tendencia de los valores de pH en esta categoría fueron elevados, y esto se lo podemos atribuir a varios aspectos, comenzando por mencionar que es la categoría con

menor peso al gancho (ver tabla n°1), de lo que podemos inferir que su descenso deficiente del pH post mortem es principalmente consecuencia de la baja reserva de glucógeno en sus músculos, datos que coinciden con López *et al.* (2024), quien encontró que el transporte desde el centro de acopio a la planta de faena, acentuó esta condición por un mayor estrés a causa de su condición corporal disminuida, en desventaja con relación a los demás animales (Miranda de la Lama, 2013).

Además, al ser la categoría más liviana y tener una mínima o nula cobertura grasa en su canal, esto contribuye a un descenso más rápido de la temperatura muscular post mortem en las cámaras de oreo y enfriamiento, ocasionándoles un ambiente desfavorable para la cinética de las enzimas glucogenolíticas y Lactato Deshidrogenasas (LDH), las cuales se verán afectadas por ser dependientes de este factor, generando mermas considerable de producción de ácido láctico, como expone en su análisis, Toldrá *et al.* (2017).

Este descenso acelerado de la temperatura de la canal, también podría afectar en una de las características organolépticas de mayor relevancia en la actualidad, que es la terneza, ya que temperaturas por debajo de los 10°C, y valores de pH por encima de 6 antes de instaurado el rigor mortis, conduciría al llamado acortamiento por frío (Warriss, 2006).

En cuanto a los resultados hallados del resto de las categorías, concuerdan con los estudios realizados por Seong *et al.* (2016), en donde expone el pH de los distintos cortes de carne de caballo en una gama que va desde 5.58 en el lomo, hasta 5.95 en cortes de la paletilla-chuleta, lo que nos permite inferir que en el equino existe una mayor amplitud en el rango de pH y que suele ser algo mayor a diferencia de lo que sucede en la especie bovina, ya que para bovinos el pH ideal de la carne a las 24 horas post mortem está entre 5,4 a 5,8 (Córdoba *et al.*, 2017, Warriss, 2000; Gallo y Tadich, 2008; Miranda, 2013).

Esta diferencia en los pH normal, de la carne de caballo con la carne bovina también se puede atribuir a las características del músculo del caballo, por poseer una mayor proporción de fibras musculares tipo 1 o rojas (metabolismo aeróbico), antes que fibras musculares tipo 2 o blancas (metabolismo anaeróbico) Toldra *et al.* (2017). Posiblemente esto sea a causa de la adaptación y la naturaleza propia del equino, por

ser un animal más atlético y disponer un sistema muscular aeróbico bien desarrollado, para soportar exigencias físicas de gran resistencia.

Entonces se puede decir que el poseer una elevada proporción de estas fibras musculares rojas, le confiere esa característica del color más rojo intenso con tonalidades marrones (Stanisławczyk, et al., 2023), como consecuencia de poseer una gran concentración de mioglobina, lo que explica la alta concentración de hierro en su carne (Ayala Vargas, 2018; Cipollone, 2012), y por lo tanto poseer un metabolismo principalmente oxidativo lo que mantiene condiciones aeróbicas por más tiempo, mostrando así una disminución lenta pero sostenida de pH.

Esta diferencia de proporción, en el tipo de fibras musculares, es mucho más grande entre caballos y cerdos por ejemplo, ya que en el cerdo tiene mayor predominio de fibras blancas tipo 2, con un metabolismo muy glucolítico y anaeróbico, lo que le confiere la particularidad del color típico a la carne de cerdo y su comportamiento al metabolismo muscular post mortem con su gran caída del pH (Toldra, 2017).

5. CONCLUSIÓN

Podemos concluir que los descensos del pH están directamente relacionados con la condición corporal y peso al gancho, como también la cobertura grasa, el tiempo y grado de enfriamiento de las canales.

Siendo que mientras más pesadas y con mayor cobertura grasa, el descenso de pH se verá afectado favorablemente, por disponer mayor concentración de glucógeno muscular para metabolizar hacia ácido láctico, y poseer un grado de enfriamiento más lento, que si bien la temperatura se evaluó, no obtuvo un p valor menor al 5%, por lo que no se pudo atribuirle efectos al descenso de pH, pero eso no quita de que existan esos efectos, tal como lo demostraron otros autores. Pero, sería óptimo poder evaluar la temperatura y sus efectos de manera particular, dejando este tema abierto a futuras investigaciones.

También podemos notar diferencia dentro de las categorías evaluadas ya que tenemos las categorías más pesadas con mejores resultados en cuanto a sus valores de pH. siendo la categoría “M” un valor promedio de pH de 5,68; categoría “AJ” valor promedio de pH 5,70; categoría “A” pH 5,72; y la categoría “S” un valor de 5,82. Mientras que la categoría “T” obtuvo un valor promedio de pH de 6,01. A lo que podemos decir que el valor de pH hallado es inversamente proporcional al peso al gancho (mientras más pesada la res menor valor de pH, y viceversa).

Con esta información podemos decir que mientras más pesadas sean nuestras mediarases, obtendremos carne de mejor calidad, capaz de expresar sus características sensoriales de manera sobresaliente, como también conservando y garantizando la calidad higiénico-sanitaria. Y que por otro lado, decimos que mientras más liviana y con menor cobertura grasa de las canales, aumenta la incidencia en la aparición de carnes de tipo DFD, afectando directamente a las características sensoriales por ser carnes de tipo oscura, firme, y seca. También generando un potencial impacto a evaluar en la calidad higiénico-sanitaria, debido a que la expone a posible riesgo de proliferación microbiológica del producto final, debiéndose extremar los cuidados en la manipulación de las canales y cortes de carne de estas categorías.

En base a la evidencia de los resultados, sería apropiado que la empresa donde se realizó esta investigación, pueda evaluar ciertos aspectos de la cadena productiva. Como por ejemplo, realizar ensayos referidos a la suplementación nutricional en los corrales de espera a estas categorías livianas, con dietas energéticas, ricas en carbohidratos, y de esta manera evaluar su efectividad o factibilidad, como también hacer estudios referidos a el proceso de enfriado de las canales, para poder desarrollar un procedimiento diferenciado de oreo y enfriamiento, respecto de las canales más pesadas, para conseguir un control térmico apropiado para esta categoría.

Con este trabajo de investigación se intentó sentar las bases en un tema poco desarrollado, donde la bibliografía disponible a nivel global es escasa, con la intención de que sirva como iniciativa para futuras investigaciones, proporcionando datos básicos pero con respaldo científico.

6. BIBLIOGRAFÍA

Cunzolo, S.A. (2015). Caracterización de Carne Equina por su Composición Centesimal y Perfil de Aminoácidos. Disponible en:

https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/198636/CONICET_Digital_Nro.37ceec_a1-636f-4c8b-a58a-9e501ba05409_C.pdf?sequence=5&isAllowed=y

Secretaria de Agricultura Ganadería y Pesca, (2022). Indicadores de Caena Equina.

Disponible en:

https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/equinos/informacion_estadistica_archivo_s//000002_Carne%20Equina/000000_Producci%C3%B3n%20de%20Carne%20Equina/002022_Indicadores%20Carne%20Equina%202022.pdf

SENASA. (2024). Resolución N° 290/2024. “Marco Reglamentario para la Provisión de Équidos para Faena”. Boletín oficial. Disponible en:

<https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/304700/20240313>

Álvarez Gurrea, J. (2015). Evolución de la contaminación de superficies durante los procesos productivos en Pymes del sector cárnico. Logroño: Universidad de la Rioja. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=46567>

Ayala Vargas, C. (2018). Importancia nutricional de la carne. Instituto de

Investigaciones Agropecuarias de Recursos Naturales , 54-61 Disponible en:

http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v5nEspecial/v5_a08.pdf.

Barbero, E. (2016). El caballo como industria: Descripción del subsistema de la carne de équidos en la Argentina. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.

FAUBA. [Tesis de Maestría]. Disponible en:

<https://repositorioubasibbi.uba.ar/gsdl/cgi-bin/library.cgi?e=q-10000-00---off-0a>

[agtesis--00-2----0-10-0---0---0direct-10--SU--4-----0-11--10-es-Zz-1---20-abou
t-GANADO+DE+CARNE--00-3-1-00-00--4----0-0-01-00-0utfZz-8-00&a=d&c
=aagtesis&srp=0&srn=0&cl=search&d=2016barberoeduardoesteban_oai](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174022000729)

Beldarraín, L., Sentandreu, E., Aldai, N., & Sentandreu, M. (2022). Horse meat tenderization in relation to post-mortem evolution of the myofibrillar sub-proteome. *Meat Science* 188, 1-9. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174022000729>

Cipollone, E. (2012). *Factibilidad productiva y económica de producción equina para carne*. Buenos Aires: Pontificia Universidad Católica Argentina [Tesis de grado]. Disponible en: <https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/385>

CODIGO ALIMENTARIO ARGENTINO. (s. f.).

https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/contenido/marco/CAA/Capitulo_06.htm

Consigli, R. (2001). ¿Qué es la calidad de la carne? *6ª Jornada El Negocio de la Carne. La Voz del Campo EEA INTA Manfredi*. (págs. 1-5). Manfredi: INTA.

Disponible en:

https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/21-que_es_la_calidad_de_la_carne.pdf

Córdoba, C.P; Correa, G; Barahona, R. y Tarazona, A. (2017). Comportamiento de machos cebú en corrales presacrificio y su relación con el pH de la carne. *Archivos de zootecnia* vol. 66, núm. 256, p. 580 . Disponible en:

<https://www.redalyc.org/pdf/495/49553571015.pdf>

DECRETO N° 4238/1968. *Reglamento De Inspección De Productos Y Subproductos Y Derivados De Origen Animal*. Extracto del CAPÍTULO I. PODER

EJECUTIVO NACIONAL (P.E.N.) SANIDAD ANIMAL. Disponible en:

<https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-4238-1968-24788>

Encinas Fierro, M., Robles Mascareño, J., Molina Barrios, R., & Hernández Chávez, J.

(2020). Evaluación de las características organolépticas y fisicoquímicas de carne de caballo comercializada en Ciudad Obregón. *La Sociedad Académica*

28(55), 26-30. Disponible en:

[https://www.itson.mx/publicaciones/sociedad-academica/Documents/LSA%205_5_compressed%20\(1\).pdf](https://www.itson.mx/publicaciones/sociedad-academica/Documents/LSA%205_5_compressed%20(1).pdf)

Fuente IPCVA (2004)., (Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina). *¿ Qué es la Calidad de la Carne? .*, 6ª Jornada El Negocio de la Carne. La Voz del Campo EEA INTA Manfredi. <https://www.ipcva.com.ar/vertext.php?id=124>.

Gallo, C. y Tadich, T. (2008). Bienestar animal y calidad de carne durante los manejos previos al faenamiento en bovinos. Disponible:

<https://www.redalyc.org/pdf/636/63617111001.pdf>

Horcada,A & Polvillo,O. (2010). Cap 5 Conceptos Básicos Sobre la Carne pág. 114. *La Producción de Carne en Andalucía*. Disponible en:

<https://idus.us.es/items/9b0b227b-6b62-4006-ad19-3986e94c339e>

Huff-Lonergan, E., & Lonergan, S. (2005). Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science* 71(1), 194-204. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22064064/>

Leduc, F. (2022). biosecurity risk review. Wellington: Ministry for Primary Industries of New Zealand. Obtenido de Disponible en:

<https://www.mpi.govt.nz/dmsdocument/50044-Risk-review-Horse-meat>

López, A. (10 de mayo de 2024). Importancia en el pH de la carne. Obtenido de Hanna instruments:

<https://hannachile.com/2024/05/10/importancia-en-el-ph-de-la-carne/>

Miranda de la Lama, G. (2013). Transporte y logística pre-sacrificio: principios y tendencias en bienestar animal y su relación con la calidad de la carne. *Veterinaria México* 44(1), [en línea] Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-50922013000100004.

Noia, M., Olivera, D., & Coll Cárdenas, F. (2009). Evaluación de los principales parámetros de calidad en carne equina. *Ciencia veterinaria* 11(1), 7-13. Disponible en: <https://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/veterinaria/article/view/1876>

Páginas web:

SAGyP 2022 carnes de exportación: Disponible en: https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/equinos/informacion_estadistica/archivos/000002_Carne%20Equina/000000_Exportaci%C3%B3n%20de%20Carne%20Equina/220200_Informe%20Exportaciones%20Carnes%20Equinas%202022.pdf

Santapaola, M. (2013). Ácidos orgánicos como método de intervención. Efecto sobre agentes patógenos y alteradores relevantes en la industria frigorífica. Empleo en carne equina. La Plata: Universidad Nacional de la Plata. Disponible en: <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/61033>

SENASA. (2015) Resolución 239/2015 Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-239-2015-248355/texto>

SENASA. (2021). Manual de Buenas Prácticas para el Bienestar Animal en el manejo de equinos para la producción de hemoderivados. Obtenido de Argentina.gob.ar: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/anexo_i_21.pdf

SENASA (2003) Resolución 19/2003. GANADO EQUINO. *Inscripción en el Registro Nacional de Proveedores de Equinos a Faena de los establecimientos pecuarios que remitan equinos para faena con destino a la Unión Europea u otros países. Registro Nacional Sanitario de Productores Agropecuarios*. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-19-2003-82679>

Seong, P., Park, K. M., Kang, G., Cho, S., Park, B., Chae, H., & Ba, H. (2016). The Differences in Chemical Composition, Physical Quality Traits and Nutritional Values of Horse Meat as Affected by Various Retail Cut Types . *Asian Australas. J. Anim. Sci.* 29(1), 89-99. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26732332/>

Stanisławczyk, R., Żurek, J., Rudy, M., Gil, M., Krajewska, A., & Dziki, D. (2023). Effect of Time and Temperature in Sous-Vide Heat Treatment on Selected Physicochemical Properties of Horsemeat. *Processes* 11, 1-13 Disponible en: <https://doi.org/10.3390/pr11113126>.

Toldrá, F. (2017). *Lawrie's meat science*. Duxford: Elsevier. Disponible en: <https://shop.elsevier.com/books/lawries-meat-science/toldra/978-0-08-100694-8>

Unión Europea. (2013). Guía de buenas prácticas para el transporte de caballos. Luxemburgo: Consorcio del Proyecto Guías de Transporte Animal. Disponible en: https://food.ec.europa.eu/document/download/74ad4dd4-da85-4696-ad4e-331f9f117891_es?filename=aw_platform_plat-conc_guide_donkeys_es.pdf

Uzcátegui Bracho, S., & Jerez Timaure, N. (2008). Factores que afectan la actividad de las proteasas dependientes del calcio y su relación con el proceso de ablandamiento de la carne. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 16(3), 177-186. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3329015>

Vanegas Azuero, A., & Gutiérrez, L. (2016). Carne equina: producción, consumo y valor nutricional. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 11(3), 86-103.

Disponible en: <https://revistas.ces.edu.co/index.php/mvz/article/view/4142>

Vergara, A, M. (2012). *Efecto del estrés sobre características de la canal, la respuesta fisiológica y pérdidas económicas por lesiones en bovinos al sacrificio*. Facultad De Medicina Veterinaria Y Zootecnia. Universidad Veracruzana [Tesis de grado]. Disponible en:

<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/676811>

Warris, P, D. (2003). *Ciencia de la carne*. Ed Acribia, S.A Zaragoza (España)

Disponible en:

https://www.casadellibro.com/libro-ciencia-y-tecnologia-de-la-carne-y-los-productos-carnicos/9788412774740/15864511?gad_source=1&gclid=Cj0KCCQiA88a5BhDPARIsAFj595j98UpNEchfjIZN8uHo4mdwX1K4KLOo0AISJDtJg4EVj9kbz86QvCQaAh8GEALw_wcB

Warriss, P.D. (2000). *Meat Science: An introductory text*. CABI Publishing. New York.

310

pp.

Disponible

en: https://www.lulu.com/spotlight/meatscience/?gad_source=1&gclid=Cj0KCCQiA88a5BhDPARIsAFj595jG0elko4_oFuooD_heNytvYPsGcTO9RhcCanoXwCVmdef7k-RPgi0aAvcaEALw_wcB