



- Informe de trabajo final de carrera -
Modalidad: Trabajo de investigación.
Área temática: Innovación en la industria cárnica.

ESTRATEGIAS DE ELABORACIÓN DE CHARQUI **PARA OPTIMIZAR SU ACEPTABILIDAD** **SENSORIAL COMO SNACK**

Alumno: Agustín Gutiérrez

N° de legajo: 28356/6

DNI: 40.667.959

Correo electrónico: gutierrezagustin2020@gmail.com

Teléfono: +54 9 2342 564634

Director: Dr. Cristian Matías Ortiz

Co-Director: Dr. Facundo Massolo

Lugar de trabajo: Curso de Agroindustrias y LIPA (Laboratorio de Investigación en Productos Agroindustriales). Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP.



Fecha de entrega: 27/12/2024

Este trabajo final de carrera fue realizado en el Curso de Agroindustrias y en el Laboratorio de Investigación en Productos Agroindustriales (LIPA), pertenecientes a la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (FCAyF) de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), para optar al grado académico de Ingeniero Agrónomo de la FCAyF de la UNLP.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento: *“sentimiento de gratitud o de deuda que una persona tiene respecto de otra que le ha brindado ayuda, cobijo, consuelo o cariño”.*

A mi familia, por haber estado a lo largo de tantos años, apoyando cada uno a su manera. Mención especial para mis abuelas: Quita y Stella, sin ellas nada de esto hubiese sido posible.

A mis amigos de la escuela, que les debo una parte de quien soy. Más de la mitad de mi vida juntos, sin dudas que cosechamos mucho más que un título.

A mis queridos amigos de la facultad, con quienes pasamos los peores momentos, pero también los mejores, siempre juntos. Los mates con pepas en la cursada, los exámenes desaprobados, las materias promocionadas, los infaltables asados en lo de Carlos. Un puñado de chicos del interior, con miedos, incertidumbre, pero con un sueño en común que nos hacía recobrar el aliento cada vez que parecíamos vencidos: ser Ingenieros Agrónomos. Gracias por el día a día de todos estos años. Los ojos se inundan de lágrimas al escribir este párrafo, sabiendo que casi todos hemos cumplido el objetivo.

A mi director, Dr. Cristian Matías Ortiz, por haberme acompañado desde el momento en que me aparecí en la cátedra de Agroindustrias buscando ayuda para poder elaborar charqui. Por haber aceptado sin dudar aún sin conocerme, por habértela rebuscado siempre para poder hacerte un hueco para nuestro proyecto, más allá del muy poco tiempo disponible que tenías, muchas gracias Cris.

A mi co-director, Dr. Facundo Massolo, por estar siempre dispuesto a colaborar con cualquier cosa que surja. Gracias por esas jornadas de trabajo donde aprendí mucho.

Al Curso de Agroindustrias y al Laboratorio de Investigación en Productos Agroindustriales (LIPA), a todos ellos. Gracias por tener siempre la mejor disposición para colaborar con lo que sea. Esa buena energía que transmiten, que es pura y genuina. Mención especial para el Dr. Ariel Vicente, que además de lo anterior, también fue consejero a lo largo de mi último año.

Al Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de los Alimentos (CIDCA) y al Dr. Martin Torrez, por la posibilidad de permitirnos

utilizar equipos de laboratorio imprescindibles para poder llegar a los resultados obtenidos.

A la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata, por darme la posibilidad de cumplir mi sueño. Gracias a los docentes y no docentes que nos han formado de la mejor manera, con el mayor de los respetos y siempre haciéndonos sentir como en casa.

Por último, quiero agradecer a ese chico de 18 años que llegó a una ciudad desconocida y nunca bajó los brazos a pesar de las circunstancias muchas veces negativas. Lo logramos.

Gracias a todos.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	1
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE FIGURAS	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
RESUMEN	8
1. INTRODUCCIÓN	10
1.1. El charqui en Argentina.....	10
1.2. Valor nutricional y tendencias de consumo.....	11
1.3. Aspectos generales en la elaboración de charqui.....	12
2. OBJETIVOS	16
2.1. Objetivo general.....	16
2.2. Objetivos específicos e hipótesis.....	16
3. MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1. Selección de una formulación y método de elaboración de charqui en base a carne vacuna entera.....	17
3.2. Evaluación del uso de carne vacuna entera o procesada sobre la calidad y aceptabilidad sensorial de charqui.....	18
3.3. Evaluación de la temperatura de secado sobre la calidad y aceptabilidad sensorial de charqui a partir de carne entera o procesada.....	19
3.4. Determinaciones analíticas.....	20
3.4.1. <i>Color superficial</i>	20
3.4.2. <i>Contenido de agua</i>	20
3.4.3. <i>Actividad de agua (a_w)</i>	20
3.4.4. <i>Capacidad de rehidratación</i>	20
3.4.5. <i>Calidad sensorial</i>	21
3.5. Análisis estadístico.....	21
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
4.1. Selección de una formulación y método de elaboración de charqui en base a carne vacuna entera.....	22
4.2. Evaluación del uso de carne vacuna entera o procesada sobre la calidad y aceptabilidad sensorial de charqui.....	23
4.3. Evaluación de la temperatura de secado sobre la calidad y aceptabilidad sensorial de charqui a partir de carne entera o procesada.....	26

5. CONCLUSIONES	34
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Registros históricos vinculados a la producción de charqui en comunidades indígenas (A) y en saladeros a principios del siglo XIX (B).....	10
Figura 2. Charqui comercialmente disponible en Argentina en su envase habitual de venta (A y B); y apariencia del producto listo para su consumo (C).....	12
Figura 3. Métodos de deshidratación para obtener charqui: al sol (A y B); con calor generado por combustión como un horno hogareño (C); y en estufas eléctricas (D).....	14
Figura 4. Estufa de convección empleada en el proceso de secado de todos los lotes de charqui realizados en el trabajo final de carrera (A). Apariencia del charqui previo al proceso de secado en estufa a 55 °C (B).....	18
Figura 5. Obtención de carne procesada para la elaboración de charqui (CP) (A). Bandejas planas conteniendo la lámina de carne procesada con ingredientes ya incorporados para ingresar a la etapa de secado en estufa (B).....	19
Figura 6. Muestras de charqui acondicionadas para determinar su contenido de agua según AOAC (2005) (A); y equipo empleado en la determinación de actividad de agua o a_w (B).....	21
Figura 7. Apariencia del charqui elaborado con la formulación seleccionada.....	23
Figura 8. Pérdidas de peso (% p/p) de charqui elaborado con carne vacuna entera (CE) o charqui elaborado con carne vacuna procesada (CP). Letras diferentes indican diferencia significativa (test de Fisher, $\alpha = 0,05$).....	24
Figura 9. Capacidad de rehidratación (% p/p) de charqui comercial empleado como control (CC), charqui elaborado con carne vacuna entera (CE), o charqui elaborado con carne vacuna procesada (CP). Letras diferentes indican diferencia significativa (test de Fisher, $\alpha = 0,05$).....	26
Figura 10. Pérdida de peso (% p/p) de charqui elaborado con carne vacuna entera secado a 40 (CE ₄₀) o 55 °C (CE ₅₅); o charqui elaborado con carne vacuna procesada secado a 40 (CP ₄₀) o 55 °C (CP ₅₅). Letras diferentes indican diferencia significativa (test de Fisher, $\alpha = 0,05$).....	27
Figura 11. Capacidad de rehidratación (% p/p) de charqui comercial empleado como control (CC), charqui elaborado con carne vacuna entera secado a 40 (CE ₄₀) o 55 °C (CE ₅₅); o charqui elaborado con carne vacuna procesada secado a 40 (CP ₄₀) o 55 °C (CP ₅₅). Letras diferentes indican diferencia significativa (test de Fisher, $\alpha = 0,05$)...	29
Figura 12. Puntaje en apariencia (escala hedónica de 0 a 9 puntos) de charqui elaborado con carne vacuna entera secado a 40 (CE ₄₀) o 55 °C (CE ₅₅); o charqui elaborado con carne vacuna procesada secado a 40 (CP ₄₀) o 55 °C (CP ₅₅). Letras diferentes indican diferencia significativa (test de Fisher, $\alpha = 0,05$).....	29

Figura 13. Puntaje en aroma (escala hedónica de 0 a 9 puntos) de charqui elaborado con carne vacuna entera secado a 40 (CE ₄₀) o 55 °C (CE ₅₅); o charqui elaborado con carne vacuna procesada secado a 40 (CP ₄₀) o 55 °C (CP ₅₅). Letras diferentes indican diferencia significativa (test de Fisher, $\alpha = 0,05$).....	30
Figura 14. Puntaje en sabor (escala hedónica de 0 a 9 puntos) de charqui elaborado con carne vacuna entera secado a 40 (CE ₄₀) o 55 °C (CE ₅₅); o charqui elaborado con carne vacuna procesada secado a 40 (CP ₄₀) o 55 °C (CP ₅₅). Letras diferentes indican diferencia significativa (test de Fisher, $\alpha = 0,05$).....	30
Figura 15. Puntaje en textura (escala hedónica de 0 a 9 puntos) de charqui elaborado con carne vacuna entera secado a 40 (CE ₄₀) o 55 °C (CE ₅₅); o charqui elaborado con carne vacuna procesada secado a 40 (CP ₄₀) o 55 °C (CP ₅₅). Letras diferentes indican diferencia significativa (test de Fisher, $\alpha = 0,05$).....	31
Figura 16. Puntaje en aceptabilidad global (escala hedónica de 0 a 9 puntos) de charqui elaborado con carne vacuna entera secado a 40 (CE ₄₀) o 55 °C (CE ₅₅); o charqui elaborado con carne vacuna procesada secado a 40 (CP ₄₀) o 55 °C (CP ₅₅). Letras diferentes indican diferencia significativa (test de Fisher, $\alpha = 0,05$).....	32
Figura 17. Preferencia porcentual de los evaluadores al posicionar en primer lugar la elección de charqui comercial empleado como control (CC), charqui elaborado con carne vacuna entera secado a 40 (CE ₄₀) o 55 °C (CE ₅₅).....	32

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Formulación inicial del marinado para la elaboración de charqui.....	17
Tabla 2. Formulación modificada del marinado para la elaboración de charqui.....	22
Tabla 3. Parámetros de color L*, ángulo Hue, y variación de color o ΔE de charqui comercial empleado como control (CC), charqui elaborado con carne vacuna entera (CE), o charqui elaborado con carne vacuna procesada (CP). Letras diferentes indican diferencia significativa (test de Fisher, $\alpha = 0,05$).....	24
Tabla 4. Contenido de agua (% p/p) y actividad de agua o a_w de charqui comercial empleado como control (CC), charqui elaborado con carne vacuna entera (CE), o charqui elaborado con carne vacuna procesada (CP). Letras diferentes indican diferencia significativa (test de Fisher, $\alpha = 0,05$).....	25
Tabla 5. Parámetros de color L*, ángulo Hue, y variación de color o ΔE de charqui elaborado con carne vacuna entera secado a 40 (CE ₄₀) o 55 °C (CE ₅₅); o charqui elaborado con carne vacuna procesada secado a 40 (CP ₄₀) o 55 °C (CP ₅₅). Letras diferentes indican diferencia significativa (test de Fisher, $\alpha = 0,05$).....	27
Tabla 6. Contenido de agua (% p/p) y actividad de agua o a_w de charqui comercial empleado como control (CC), charqui elaborado con carne vacuna entera secado a 40 (CE ₄₀) o 55 °C (CE ₅₅); o charqui elaborado con carne vacuna procesada secado a 40 (CP ₄₀) o 55 °C (CP ₅₅). Letras diferentes indican diferencia significativa (test de Fisher, $\alpha = 0,05$).....	28

RESUMEN

El charqui o charque es un producto tradicional de carne deshidratada típico de las regiones andina y meridional de América del Sur. Es originario de los pueblos precolombinos, y se solía preparar para conservar carne de guanaco o llama por períodos prolongados. Con la llegada de los españoles, se comenzó a popularizar su uso a partir de carne vacuna. El método de preparación constaba en cortar la carne en tiras y colgarla en lugares secos, ventilados y soleados hasta lograr deshidratarlos. Este proceso podía o no emplear sal para favorecer su conservación, eventualmente especias, y en algunos casos un proceso de ahumado. En la actualidad este tipo de productos se siguen haciendo de manera artesanal en zonas del norte argentino. Sin embargo, la industria cárnica ha despertado un original interés en el charqui dado su alto contenido de proteínas y capacidad de conservación para potenciar su consumo como *snack*. En este sentido, se vincula su comercialización a nichos de mercado específicos como los deportistas de alto rendimiento (*running*, *trekking*, alpinismo, entre otros). La posibilidad de aumentar su difusión y crecimiento del mercado radica en generar estrategias para aumentar su aceptabilidad sensorial, sobre todo en términos de sabor y textura al tratarse de un producto listo para consumir (*ready to eat*) si se lo propone como *snack*. En este trabajo se evaluaron cuatro procesos de elaboración de charqui en base a carne vacuna a partir de *i*) el uso de carne vacuna entera (CE) o carne vacuna procesada (CP), y *ii*) la temperatura de secado en estufa con convección a 40 °C (CE₄₀ o CP₄₀) o 55 °C (CE₅₅ o CP₅₅). Un charqui comercial en base a carne vacuna fue empleado como control (CC). El charqui obtenido en cada caso se caracterizó según su contenido de agua (% p/p), actividad de agua o a_w , color superficial (CIELAB), capacidad de rehidratación (% p/p), y su calidad sensorial. En todos los casos se obtuvo un producto con apariencia e identidad de charqui, aunque con coloración más oscura, mayor contenido de agua y mayor capacidad de rehidratación que el CC. Los valores de a_w se ubicaron en el rango 0,750-0,890, lo que garantizaría la inocuidad del producto en todos los casos dada la inhibición del crecimiento de bacterias. Sin embargo, la correcta capacidad de conservación del producto debería proponerse con un envasado en baja tensión de oxígeno para prevenir el crecimiento de mohos (envasado al

vacío o en atmósfera modificada) ya que en ese rango de a_w existiría la posibilidad proliferación de este grupo de microorganismos. En cuanto a la calidad sensorial, el proceso que incluyó el uso de carne vacuna procesada y secado a 40 °C (CP₄₀) resultó en un producto con la mejor aceptabilidad global, el cual se podría recomendar si se elabora charqui en similares condiciones a las de realización de este trabajo final de carrera.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. El charqui en Argentina

El charqui o charque es un producto tradicional de carne deshidratada típico de las regiones andina y meridional de América del Sur. Es originario de los pueblos precolombinos, y se solía preparar para conservar carne de guanaco o llama por períodos prolongados, dada la escasez de recursos y la necesidad de prolongar la vida útil de los alimentos (**Mamani-Linares & Cayo, 2011; Ayala Vargas, 2018**). Con la llegada de los españoles, se comenzó a popularizar su uso a partir de carne vacuna (**Hasheider, 2015; Herman Wurst Hauss, 2024**). El método de preparación constaba de cortar la carne en tiras, eventualmente salarla, y colgarla en lugares secos, ventilados y soleados hasta lograr deshidratarlos. Este proceso podía o no emplear especias, y en algunos casos un proceso de ahumado para favorecer su conservación y resaltar su sabor (**Prieto Pérez, 2013; Mahogany Smoked Meats, 2024**).

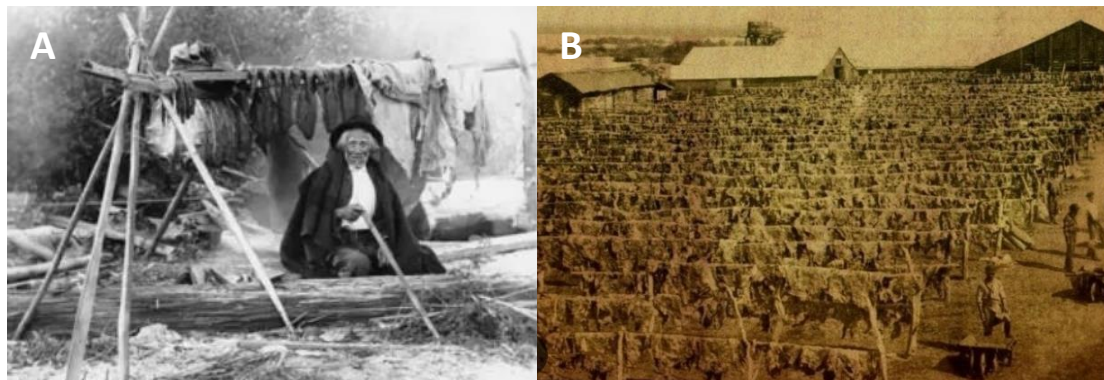


Figura 1. Registros históricos vinculados a la producción de charqui en comunidades indígenas (A) y en saladeros a principios del siglo XIX (B).

En Argentina el charqui representa un producto con profundas raíces en la cultura gauchesca y la historia del país, sobre todo en regiones del noroeste y el sur argentino. Esto se refleja por ejemplo en la localidad de Isla Larga (Provincia de Catamarca), donde se celebra el Festival del Charqui como muestra de la intención de valorización de este producto en esa región del país (**INTA, 2024**). El charqui en base a carne vacuna es el más difundido, aunque también se suele encontrar charqui de llama o cabra (**Acurio, 2008**). La preparación artesanal, transmitida de generación en generación, implica salar la carne y secarla al sol o mediante métodos

de ahumado, lo que no solo preserva el alimento, sino que también le confiere un sabor característico (**Mahogany Smoked Meats, 2024**). La legislación argentina define al charqui como una salazón, es decir “*órganos, trozos de carne o de tejidos adiposos que han sufrido un proceso destinado a su conservación mediante la sal, adicionada en forma masiva acorde a la tecnología y método del producto a elaborar*”, y se aclara que “*es una salazón preparada con carne magra de las especies de consumo permitido, secada al aire, al sol, con calor artificial o al humo con adición de sal*” (**CAA, 2024**).

En la actualidad, el charqui ha experimentado un resurgimiento en su consumo, y la industria cárnica no ha tardado en responder a esta tendencia (**The Inca Trail, 2019; Leal, 2021; Charquiqui, 2024; Mit Jerky, 2024; Mountain America Jerky, 2024**). Se ha comenzado a valorar no solo su riqueza nutricional dado su alto contenido de proteínas, sino también su versatilidad como *snack* dada su óptima capacidad de conservación (**Torres et al., 1994; Kim et al., 2021**). Su comercialización se vincula a nichos de mercado específicos como los deportistas de alto rendimiento (*running, trekking*, alpinismo, entre otros) (**Mountain America Jerky, 2024**). Incluso existen numerosas recetas gastronómicas que emplean al charqui como ingrediente principal, y en la mayoría de los casos se suele rehidratar antes de su uso para semejarlo a la carne fresca (**Mahogany Smoked Meats, 2024**). La posibilidad de aumentar su difusión y crecimiento del mercado radica en generar estrategias para aumentar su aceptabilidad sensorial, sobre todo en términos de sabor y textura al tratarse de un producto listo para consumir (*ready to eat*) si se lo propone como *snack* (**Bhattacharya, 2023**).

1.2. Valor nutricional y tendencias de consumo

El principal componente del charqui es carne magra, rica en proteínas de alta calidad que proporcionan los aminoácidos esenciales necesarios para el organismo (**Soladoye et al., 2015**). Por cada 100 gramos de charqui, se pueden encontrar aproximadamente entre 35 y 65 gramos de proteína, dependiendo del tipo de carne utilizada y el proceso de elaboración (**USDA, 2024**). Además de su contenido proteico, el charqui es una fuente significativa de minerales como hierro, zinc y fósforo (**USDA, 2024**).

El bajo contenido de grasas, especialmente en las versiones elaboradas con carne magra, lo convierte en una opción adecuada para quienes buscan controlar su

ingesta calórica (**Ministerio de Agricultura de Chile, 2024**). Sin embargo, es importante considerar que el proceso de salado utilizado en su preparación puede resultar en un alto contenido de sodio, lo que debe ser tenido en cuenta por personas con restricciones dietéticas relacionadas con la presión arterial o problemas renales (**Soladoye et al., 2015**). Desde el punto de vista tecnológico, este último punto representa un desafío actual (al igual que otros productos cárnicos) en cuanto a la reducción de sodio en este tipo de productos (**JerkyGent, 2024**).

En el mercado interno la oferta de charqui como *snack* aún no está del todo consolidada, con una oferta limitada y una demanda que se proyecta en creces (**Figura 2**). Es su alto valor nutricional lo que lo ha convertido en una opción atractiva para quienes buscan alternativas de *snacks* en el mercado (**Leal, 2021**). Las estrategias comerciales han diversificado sus presentaciones en el mercado, desde porciones individuales hasta mezclas con frutos secos y especias (**Charquiqui, 2024; Mit Jerky, 2024**). En este sentido, toda mejora de proceso y producto que traccione en posicionar al charqui como *snack* se traduce en una innovación tecnológica en la que la industria cárnica actual manifiesta real interés (**Nummer et al., 2004; Konieczny et al., 2007; Liu et al., 2022; He et al., 2023**). Estos posibles avances tecnológicos permitirían satisfacer las expectativas del consumidor moderno y potenciar la presencia del charqui en el mercado de *snacks* como alimento *ready to eat*.



Figura 2. Charqui comercialmente disponible en Argentina en su envase habitual de venta (**A y B**); y apariencia del producto listo para su consumo (**C**).

1.3. Aspectos generales de la elaboración de charqui

La elaboración de charqui implica una serie de pasos que garantizan la conservación de la carne y su transformación en un alimento nutritivo y sabroso (**Soladoye et al.,**

2015; Merayo et al., 2022). A continuación, se describen los métodos más comunes utilizados en su preparación tradicional:

i) Selección de la carne: La calidad de la carne es fundamental para obtener un buen charqui. Se suelen utilizar cortes de carne magros, de óptima calidad higiénica y sanitaria (**CAA, 2024**), y libres de grasa excesiva. La elección del corte, debido a la fisiología y localización de cada uno, influye en la textura y el sabor final del producto (**Passos Pequeño, 2019**).

ii) Salado: La carne se corta en tiras finas y se cubre generosamente con sal (cloruro de sodio). Esto no solo ayuda a conservar la carne, sino que también potencia su sabor (**Pilco et al., 2018**). El tiempo de salado puede variar, generalmente entre varias horas y un par de días, dependiendo de la técnica y el grosor de la carne (**Celso, 2018**).

iii) Deshidratación: Una vez salada, la carne se deshidrata, un proceso crucial para prolongar su vida útil (**Bravo Herrera, 2016**). Existen varios métodos de deshidratación (**Guajardo, 2023**): secado al sol (el más tradicional, se aprovechan las altas temperaturas y la baja humedad ambiente si las condiciones climáticas lo permiten); deshidratación por calor a combustión (a gas natural o leña, como en muchas elaboraciones caseras); deshidratadores eléctricos (permiten un control más preciso de la temperatura y el tiempo, garantizando una deshidratación uniforme y eficiente); y/o ahumado (algunas variantes del charqui se ahuman durante el proceso de deshidratación, lo que añade un sabor distintivo y actúa como conservante natural; puede realizarse en parrillas o ahumadores específicos) (**Mahogany Smoked Meats, 2024**).

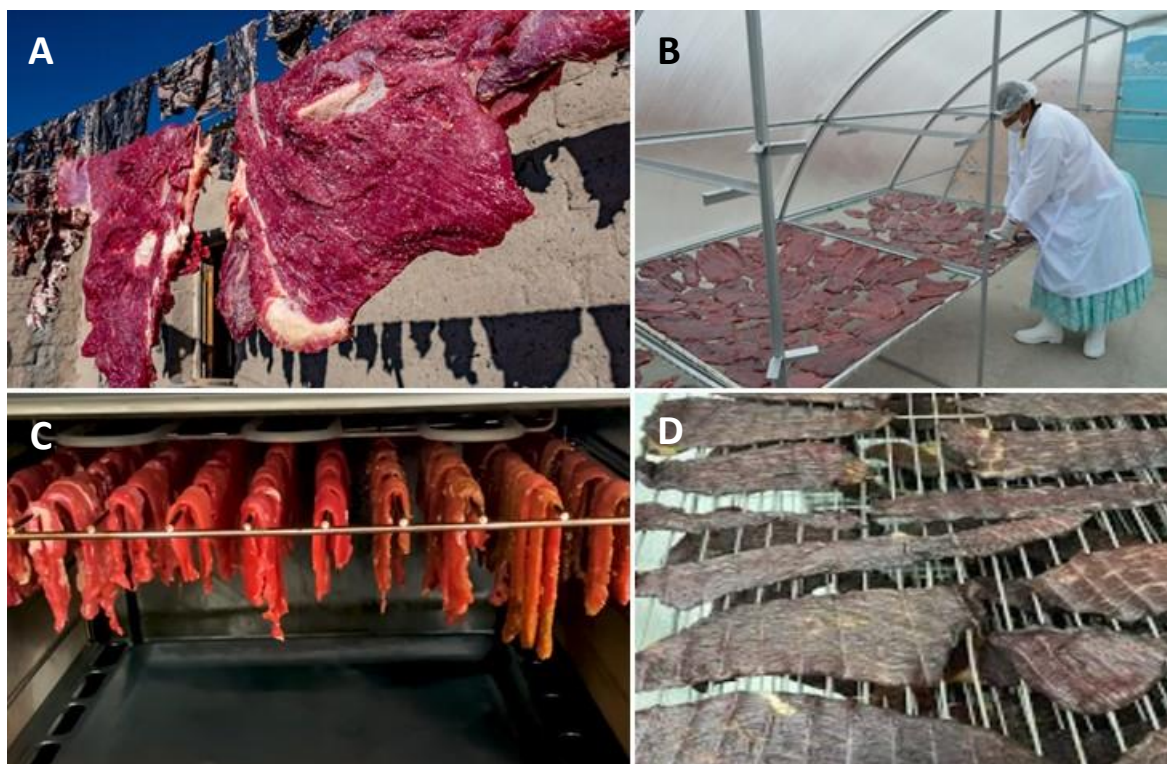


Figura 3. Métodos de deshidratación para obtener charqui: al sol (**A** y **B**); con calor generado por combustión como un horno hogareño (**C**); y en estufas eléctricas (**D**).

iv) Envasado: Ya deshidratado, el charqui se enfría y se corta en porciones adecuadas. El envasado se realiza en condiciones higiénicas para evitar la contaminación (**Lara et al., 2003; Ingham et al., 2006; Lee, 2010**). Se pueden usar envases al vacío o bolsas selladas que protegen el producto de la humedad y el aire, prolongando su calidad y vida útil (**Álvarez et al., 2018**).

v) Sazonado adicional (opcional): Para mejorar el perfil de sabor, algunos productores optan por marinar la carne antes de deshidratarla, utilizando mezclas de especias, hierbas y salsas naturales. Esto permite la creación de variedades de charqui con diferentes sabores y aromas, adaptándose a las preferencias del consumidor moderno (**Charquiqui, 2024**). Estos métodos de elaboración no sólo garantizan la conservación del charqui, sino que también permiten la innovación en su preparación, adaptándolo a las tendencias actuales de consumo (**Impak Corporation, 2024**).

La combinación de técnicas tradicionales y modernas puede resultar en un producto de alta calidad (**Landi Plasencia, 2013**) que respete la herencia cultural mientras satisface las demandas contemporáneas y el volumen de producción para responder a mercados crecientes. En este sentido, y con pocos antecedentes en la industria

argentina, las estrategias de elaboración a mayor escala involucran el empleo adicional de aditivos tecnológicos (**Hasheider, 2015**). Entre ellos se pueden destacar como más frecuentemente empleados los aditivos antioxidantes (como el ácido eritórbito o sus sales), conservantes (como los nitratos y nitritos), y los estabilizantes como los polifosfatos (**CAA, 2024**). Más allá de considerar ingredientes y aditivos, para lograr optimizar el producto es necesario avanzar en el conocimiento referido a los procesos de elaboración. En este sentido, como alternativa al uso de cortes delgados de carne en tiras, resulta de interés procesar carne y reconstruir charqui con el mismo formato que el tradicional para su análisis, algo que aún no ha sido reportado en la literatura.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto del uso de carne entera o procesada en la elaboración de charqui sobre su aceptabilidad sensorial como *snack*.

2.2. Objetivos específicos e hipótesis

2.2.1. Seleccionar una formulación y método de elaboración de charqui en base a carne vacuna entera.

Hipótesis 1: El uso de una formulación basada en sal (cloruro de sodio), especias, y aditivos conservantes y antioxidantes aplicada por masajeo seguido de una etapa de reposo en refrigeración (marinado), y un posterior proceso de secado en estufa de convección, permite obtener charqui a escala planta piloto.

2.2.2. Evaluar el efecto del uso de carne vacuna entera o procesada sobre la calidad de charqui.

Hipótesis 2: Es posible obtener charqui a escala planta piloto a partir del uso de carne procesada con similar calidad final respecto al obtenido de manera tradicional con carne entera.

2.2.3. Evaluar el efecto de la temperatura de secado sobre la calidad y aceptabilidad sensorial de charqui a partir de carne entera o procesada.

Hipótesis 3: Al disminuir la temperatura de secado, la calidad final y la aceptabilidad sensorial será superior aunque el tiempo de secado probablemente sea mayor.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Las actividades se llevaron adelante en el Curso de Agroindustrias y en el Laboratorio de Investigación en Productos Agroindustriales (LIPA) de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (FCAyF) de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP).

3.1. Selección de una formulación y método de elaboración de charqui en base a carne vacuna entera

A partir de una exhaustiva búsqueda bibliográfica, en esta sección se formuló una primera versión de charqui a escala planta piloto. Para ello se utilizó 1 kg de cuadrada vacuna (adquirida siempre en una misma carnicería de la ciudad de La Plata), la que se cortó en bifes de 7 mm de espesor y se uniformó su tamaño a rectángulos de 8 cm de ancho por 12 cm de largo. Los bifes fueron sometidos a un proceso de masajeo con los ingredientes y aditivos de la **Tabla 1** y se almacenaron a 4 ± 1 °C en un recipiente cubierto con film de PVC para evitar la deshidratación.

Tabla 1. Formulación inicial del marinado para la elaboración de charqui.

Ingrediente	Cantidad (% p/p respecto a carne)
Azúcar (Ledesma, Argentina)	1,0
Jugo de limón natural	0,8
Sal fina (Dos Anclas, Argentina)	0,7
Aditivo antioxidante en base a ácido ascórbico, eritorbato de sodio y dextrosa (Bernesa SACI, Argentina)	0,3
Aditivo conservante en base a nitritos y nitratos (Bernesa SACI, Argentina)	0,1

Luego de 48 h los bifes fueron secados a 55 °C en estufa de convección (**Figura 4**) hasta alcanzar una pérdida de peso del 54 % (valor establecido en ensayos preliminares no mostrados).

Al charqui obtenido se le realizó una evaluación organoléptica entre alumno y directores, y en base a los atributos de calidad obtenidos se definió repetir el proceso con cambios en la formulación una vez más.

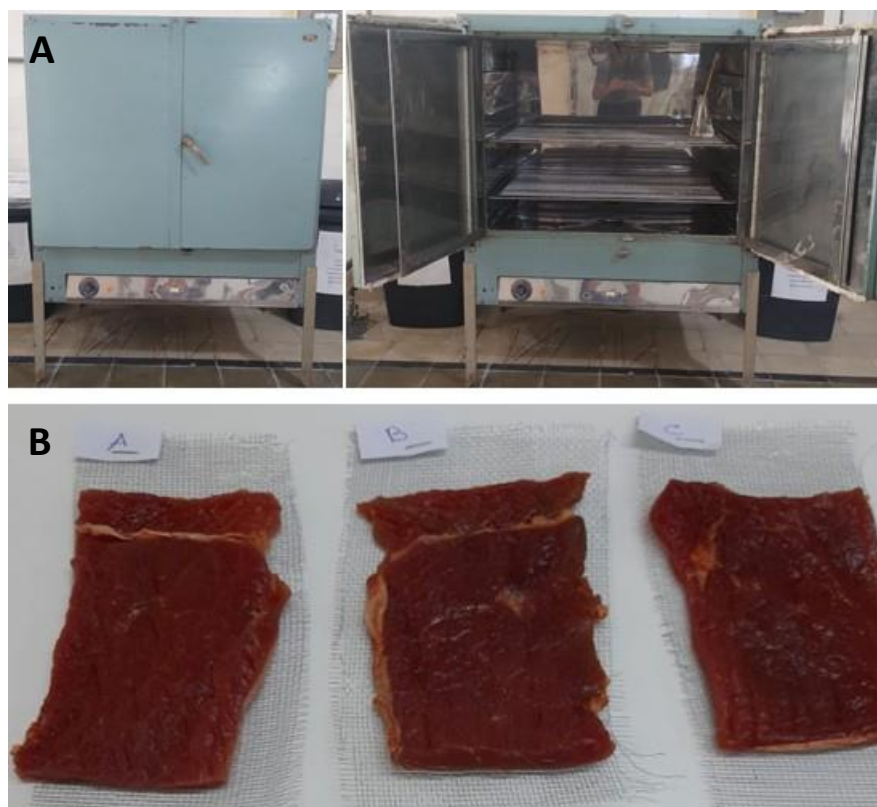


Figura 4. Estufa de convección empleada en el proceso de secado de todos los lotes de charqui realizados en el trabajo final de carrera (A). Apariencia del charqui previo al proceso de secado en estufa a 55 °C (B).

3.2. Evaluación del uso de carne vacuna entera o procesada sobre la calidad y aceptabilidad sensorial de charqui

A partir de la formulación seleccionada en la **sección 3.1** para elaborar charqui a partir de carne entera (CE), se propuso la elaboración de charqui en base a carne procesada (CP).

Para la formulación del lote de charqui en base a carne entera (CE) se empleó 1 kg de cuadrada vacuna la que se desgrasó y separó de tejidos conectivos, se cortó en bifés de 7 mm de espesor y se uniformó su tamaño a rectángulos de 8 cm de ancho por 12 cm de largo. Los bifés fueron sometidos a un proceso de masaje con los ingredientes y aditivos seleccionados (**Tabla 2**), y se almacenaron a 4 ± 1 °C en un recipiente cubierto con film de PVC para evitar la deshidratación. Luego de 48 h los bifés fueron secados a 55 °C en estufa de convección hasta alcanzar una pérdida de peso del 54 %.

Por otro lado, el lote de charqui de carne procesada (CP) se elaboró a partir de 1 kg de cuadrada vacuna la que se desgrasó y separó de tejidos conectivos, y luego se procesó en una picadora de carne N° 32 con un disco de corte de 12 mm (Blaybar,

Argentina) como se muestra en la **Figura 5.A**. La carne procesada se amasó manualmente junto a la misma mezcla de ingredientes y aditivos que CE (**Tabla 2**). La mezcla se depositó en una bandeja plana y se distribuyó de manera de obtener una lámina homogénea de 7 mm de espesor (**Figura 5.B**). Se realizaron cortes en formas de rectángulos de 8 x 12 cm en la misma bandeja, y se almacenaron a 4 ± 1 °C recubriéndolas con film de PVC para evitar la deshidratación. Luego de 48 h los rectángulos de carne procesada fueron secados a 55 °C en estufa de convección hasta alcanzar una pérdida de peso del 54 %.

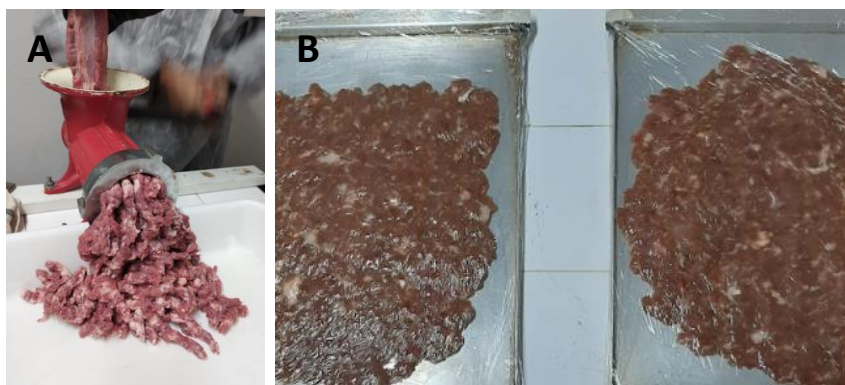


Figura 5. Obtención de carne procesada para la elaboración de charqui (CP) (**A**). Bandejas planas conteniendo la lámina de carne procesada con ingredientes ya incorporados para ingresar a la etapa de secado en estufa (**B**).

A ambos lotes de charqui (CE y CP) se les determinó su color superficial, contenido de agua (% p/p), actividad de agua (a_w), y su capacidad de rehidratación (% p/p). Un charqui comercial en base a carne vacuna fue empleado como control (CC).

3.3. Evaluación de la temperatura de secado sobre la calidad y aceptabilidad sensorial de charqui a partir de carne entera o procesada

A partir de la metodología descrita en **sección 3.1** y **3.2**, se empleó cuadrada vacuna para elaborar con 1,5 kg un nuevo lote de CE, y con 1,5 kg un nuevo lote de CP. El secado se realizó a 40 °C (CE₄₀ y CP₄₀) y 55 °C (CE₅₅ y CP₅₅) en estufa de convección hasta alcanzar una pérdida de peso del 54 %, de manera de poder evaluar el efecto de la temperatura de secado sobre la calidad final y aceptabilidad sensorial del charqui obtenido.

A todos los lotes de charqui (CE₄₀, CE₅₅, CP₄₀ y CP₅₅) se les determinó su color superficial, contenido de agua (% p/p), actividad de agua (a_w), capacidad de

rehidratación (% p/p), y su calidad sensorial. Un charqui comercial en base a carne vacuna fue empleado como control (CC).

3.4. Determinaciones analíticas

3.4.1. Color superficial: Se determinó en forma instrumental empleando un colorímetro (Linshang LS171, China) evaluando los parámetros de la escala CIELAB L^* , a^* , b^* . Se realizaron 20 lecturas por muestra y tratamiento. Los resultados se expresaron en base a los valores de luminosidad o brillo (parámetro L^*), tono o ángulo Hue (**ecuación 1**) y variación de color o ΔE (**ecuación 2**):

$$\text{Hue} = 180 - \text{tg}^{-1} (b^*/a^*) \quad \text{Ecuación 1}$$

donde el espacio de color tridimensional se representa con el parámetro b^* (azul a amarillo) y a^* (rojo a verde).

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad \text{Ecuación 2}$$

donde L^* es luminosidad o brillo (negro a blanco); y Δ es la diferencia entre el valor de cada parámetro medido respecto a los correspondientes al charqui control (CC).

3.4.2. Contenido de agua: Se determinó por método gravimétrico luego del secado de las muestras (**Figura 6.A**) a 105 °C durante 24 h (**AOAC, 2005**). Las determinaciones se realizaron por triplicado y el resultado se expresó en contenido de agua (CA) % p/p.

3.4.3. Actividad de agua (a_w): Se determinó sobre el charqui a partir del empleo de un higrómetro de punto de rocío con sensor de capacitancia (Aqualab Modelo 4 TEV, USA) como se muestra en la **Figura 6.B**. Las determinaciones se realizaron por triplicado y el resultado se expresó en un valor numérico adimensional.

3.4.4. Capacidad de rehidratación: Se determinó por método gravimétrico a partir de la diferencia de pesada de 20 g de charqui antes y después de estar dentro de un

Erlenmeyer conteniendo 100 mL de agua destilada durante 24 h a 20 °C. Luego de este tiempo, los trozos de charqui rehidratados se sustrajeron, se dejaron escurrir en papel de forma estandarizada y se volvieron a pesar. Finalmente, por diferencia se obtuvo la cantidad de agua incorporada. La determinación se realizó por triplicado y el resultado se expresó en % p/p de rehidratación.

3.4.5. Calidad sensorial: Se analizó empleando 80 evaluadores no entrenados, mediante dos ensayos: i) aplicando una escala hedónica de 9 puntos evaluándose los parámetros de apariencia, aroma, sabor, textura y aceptabilidad global de CE₄₀, CE₅₅, CP₄₀ y CP₅₅; y ii) a partir de una prueba de ordenamiento por preferencia (3 posiciones) empleando CC, CE₄₀, y CE₅₅. Todas las evaluaciones se realizaron “a ciegas”, codificando en todos los casos las muestras con números al azar.

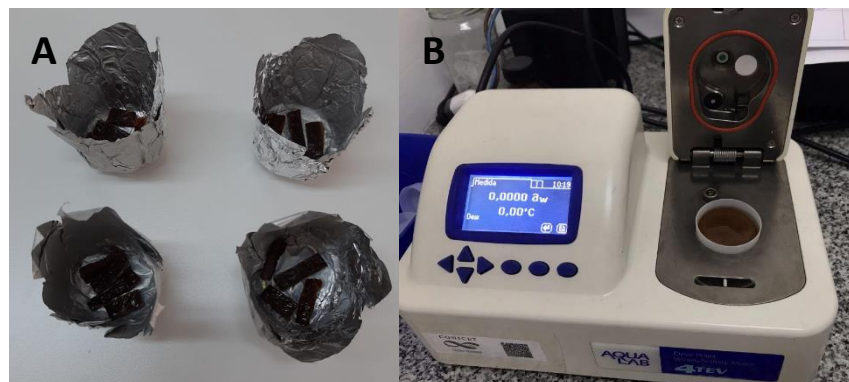


Figura 6. Muestras de charqui acondicionadas para determinar su contenido de agua según AOAC (2005) (A); y equipo empleado en la determinación de actividad de agua o a_w (B).

3.5. Análisis estadístico

Los resultados obtenidos se analizaron según un diseño factorial, siendo los factores evaluados para los diferentes ensayos el tipo de carne (entera o procesada) y la temperatura de secado (40 o 55 °C). Los datos se analizaron empleando el paquete InfoStat versión 2010 (Grupo Infostat, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina). Se realizó un análisis de varianza (ANAVA) y posteriormente las medias se compararon mediante un test de Fisher con un nivel de significancia de 0,05.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Selección de una formulación y método de elaboración de charqui en base a carne vacuna entera

Fue posible obtener un producto con identidad de charqui a partir de la formulación de la **Tabla 1 (sección 3.1)**, con sabor y apariencia apreciables según criterio de directores y alumno. El producto presentó características organolépticas propias del charqui (**Hasheider, 2015**), pero sin embargo la textura resultó muy dura y seca, y el aroma y sabor si bien respondían al esperado, aún faltaba algo más de intensidad.

En base a la experiencia anterior, se reformuló una nueva versión del producto con los cambios que se señalan en la **Tabla 2**. En la misma se observa que la proporción de todos los ingredientes iniciales se mantuvo, sumando la incorporación de tres nuevos ingredientes: i) miel de abejas (para contrarrestar el efecto seco, ya que este insumo es higroscópico y presenta baja actividad de agua o a_w lo que favorece la capacidad de conservación del producto terminado); ii) aditivo estabilizante en base a polifosfatos (para lograr retener algo de humedad y sumarlo como estrategia para mejorar la textura); y iii) pimentón ahumado (para intensificar el aroma y sabor del charqui como *snack*). De esta manera el producto obtenido cumplió con las expectativas (**Hasheider, 2015**) y este método de elaboración y formulación de la **Tabla 2** fue seleccionado para la obtención de charqui en base a carne vacuna entera para el desarrollo de todas las demás actividades del presente trabajo final de carrera.

Tabla 2. Formulación modificada del marinado para la elaboración de charqui.

Ingrediente	Cantidad (% p/p respecto a carne)
Miel de abejas*	1,50
Azúcar (Ledesma, Argentina)	1,00
Jugo de limón natural	0,80
Sal fina (Dos Anclas, Argentina)	0,70
Aditivo estabilizante en base a polifosfatos (Bernesa SACI, Argentina)*	0,50
Aditivo antioxidante en base a ácido ascórbico, eritorbato de sodio y dextrosa (Bernesa SACI, Argentina)	0,30
Pimentón ahumado*	0,25
Aditivo conservante en base a nitritos y nitratos (Bernesa SACI, Argentina)	0,10

(* Nuevos ingredientes incorporados a la formulación.

El agregado de miel de abejas, aditivo estabilizante en base a polifosfatos, y pimentón ahumado fue efectivo para lograr la mejora sensorial esperada en el charqui a partir de carne vacuna entera. En sumatoria, todos los ingredientes detallados en la **Tabla 2** fueron totalmente solubles al momento de masajear los trozos de carne previo a la etapa de marinado, logrando una correcta distribución de los mismos en todo el lote de producto elaborado y sin dejar aromas o sabores no deseados.

En cuanto a la apariencia, el producto obtenido en esta última instancia presentó una coloración superficial esperada a carne curada y deshidratada, aspecto agradable, algo de brillo, y formato adecuado para su consumo como *snack* (**Figura 7**), incluso con semejanza a charqui comercial (**Charquiqui, 2024; Mit Jerky, 2024**).



Figura 7. Apariencia del charqui elaborado con la formulación seleccionada.

4.2. Evaluación del uso de carne vacuna entera o procesada sobre la calidad y aceptabilidad sensorial de charqui

Fue factible obtener charqui a partir de carne vacuna entera (CE) y carne vacuna procesada (CP) en las condiciones propuestas en esta sección del trabajo final de carrera. En todos los casos el producto obtenido presentó apariencia, identidad y características organolépticas acordes al charqui, con semejanza a un charqui comercial (**Charquiqui, 2024; Mit Jerky, 2024**).

La finalización del proceso de secado fue monitoreado estrictamente a partir del control de la pérdida de peso de cada uno de los dos lotes de charqui elaborados, llegando a valores del 54 % en todos los casos (**Figura 8**).

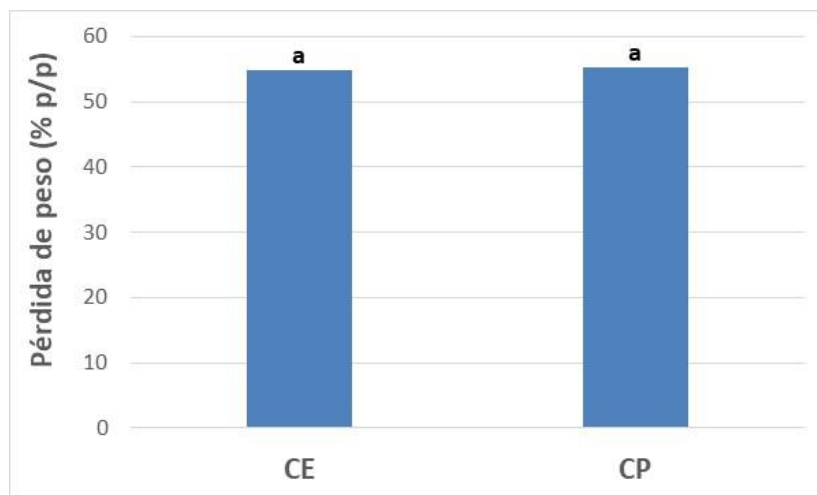


Figura 8. Pérdidas de peso (% p/p) de charqui elaborado con carne vacuna entera (CE) o charqui elaborado con carne vacuna procesada (CP). Letras diferentes indican diferencia significativa (test de Fisher, $\alpha = 0,05$).

A partir del valor de luminosidad o L^* (**Tabla 3**) pudo observarse que el charqui elaborado con carne vacuna entera (CE) o carne vacuna procesada (CP) resultó más oscuro que el charqui comercial empleado como control (CC). Sin embargo no se evidenciaron diferencias en cuanto a este parámetro entre CE y CP. En cuanto al tono de color o ángulo Hue, hubo diferencias significativas entre CC y CP, con tono de color mayormente rojizo y violáceo oscuro respectivamente. El CE no difirió de estos, presentando un tono de color intermedio.

Tabla 3. Parámetros de color L^* , ángulo Hue, y variación de color o ΔE de charqui comercial empleado como control (CC), charqui elaborado con carne vacuna entera (CE), o charqui elaborado con carne vacuna procesada (CP). Letras diferentes indican diferencia significativa (test de Fisher, $\alpha = 0,05$).

Tratamiento	L^*	Hue	ΔE
CC	29,14 a	38,36 a	0,00 c
CE	23,85 b	33,03 ab	5,85 b
CP	24,14 b	25,77 b	6,91 a

Por otro lado y para complementar el análisis, se estableció el color de CC como parámetro base y se evaluó cuánto distaban respecto a este los tratamientos CE y CP calculando la variación de color o ΔE . Se observó que para CE y CP este parámetro difirió significativamente del color de CC, y a su vez CE y CP también mostraron diferencias entre sí. El procesado de la carne vacuna para la elaboración de charqui (CP) modifica la coloración superficial del producto final, probablemente

debido a i) mayor ocurrencia de pardeamiento no enzimático o reacción de Maillard (**Cheftel, 1998**) en superficie ya que el procesado expone en mayor medida las proteínas de la carne en presencia de azúcares endógenos y añadidos en la formulación; y ii) a la distribución homogénea de la grasa y demás ingredientes del marinado en toda la matriz del producto y su efecto en la absorción de la luz visible si se lo compara con el uso de la carne vacuna entera (CE).

En la **Tabla 4** se pueden observar los valores de contenido de agua y actividad de agua o a_w de CC, CE y CP. El contenido de agua del CC superó significativamente ($\approx 10\%$) al contenido de agua de ambos lotes de charqui elaborados en este estudio. Sin embargo el contenido de agua de CE y CP fue similar, denotando así la importancia de controlar el punto final del proceso de secado hasta un 54 % como se indicó en la **sección 3.2**. En cuanto a la a_w , si bien difirió significativamente entre CC, CE y CP, los valores numéricos no implican riesgo microbiológico o de inocuidad al corto plazo ya que todos los valores están comprendidos en el rango 0,750-0,890 (**Kim et al., 2021**), en el que el crecimiento de bacterias se vería retardado, aunque no ocurriría lo mismo con el crecimiento de mohos (**Cheftel, 1998**). Es necesario considerar estos valores de a_w desde el punto de vista comercial, de manera de optar por una forma correcta de envasado y condiciones de almacenamiento. El envasado al vacío o en atmósferas modificadas (con bajas tensiones de oxígeno) sería una estrategia tecnológica imprescindible para conservar el producto adecuadamente (**Cheftel, 1998**). Como resultado llamativo, se observó que CP, la muestra con menor contenido de agua, presentó el mayor valor de a_w . Esto estaría reflejando que el procesamiento de la carne afectaría la movilidad interna del agua en el producto, probablemente por efecto plastificante e impermeabilizante de los trozos de grasa al amasarlos y distribuirlos en toda la masa durante el proceso de elaboración.

Tabla 4. Contenido de agua (% p/p) y actividad de agua o a_w de charqui comercial empleado como control (CC), charqui elaborado con carne vacuna entera (CE), o charqui elaborado con carne vacuna procesada (CP). Letras diferentes indican diferencia significativa (test de Fisher, $\alpha = 0,05$).

Tratamiento	Contenido de agua (% p/p)	a_w
CC	51,36 a	0,86 b
CE	42,49 b	0,84 c
CP	40,54 b	0,89 a

En la **Figura 9** puede evidenciarse que CP duplicó la capacidad de rehidratación de CC y además dicha muestra recuperó el 50% del peso respecto del charqui seco, por lo que podría ser adecuada para consumir como un producto alternativo al charqui, con características similares a la carne cocida tradicional (**Mahogany Smoked Meats, 2024**). Por otro lado, CE mostró una tendencia a superar a CC aunque las diferencias no resultaron significativas.

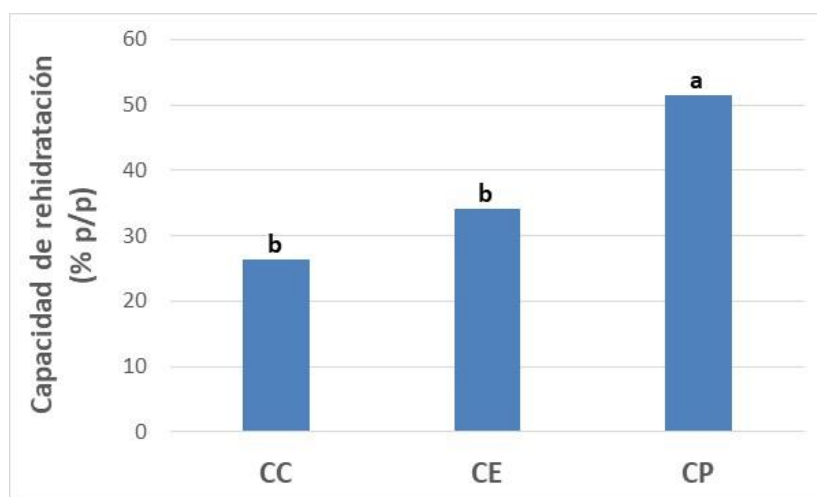


Figura 9. Capacidad de rehidratación (% p/p) de charqui comercial empleado como control (CC), charqui elaborado con carne vacuna entera (CE), o charqui elaborado con carne vacuna procesada (CP). Letras diferentes indican diferencia significativa (test de Fisher, $\alpha = 0,05$).

4.3. Evaluación de la temperatura de secado sobre la calidad y aceptabilidad sensorial de charqui a partir de carne entera o procesada

Se obtuvieron satisfactoriamente lotes de charqui a partir de carne entera (CE) y carne procesada (CP) secando en estufa de convección a 40 y 55 °C (CE₄₀, CP₄₀, CE₅₅ y CP₅₅ respectivamente).

La pérdida de peso del charqui hacia el final del secado fue similar en los cuatro casos (**Figura 10**), parámetro sumamente cuidado en las cuatro elaboraciones para obtener una intensidad de secado idéntica en todos los casos.

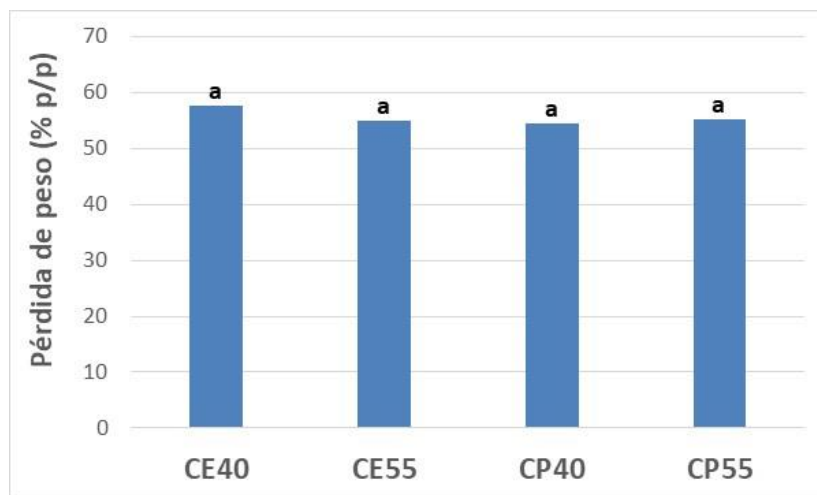


Figura 10. Pérdida de peso (% p/p) de charqui elaborado con carne vacuna entera secado a 40 (CE₄₀) o 55 °C (CE₅₅); o charqui elaborado con carne vacuna procesada secado a 40 (CP₄₀) o 55 °C (CP₅₅). Letras diferentes indican diferencia significativa (test de Fisher, $\alpha = 0,05$).

El charqui control (CC) presentó el mayor valor de luminosidad o brillo (**Tabla 5**), seguido de los productos obtenidos a 40 °C y 55 °C respectivamente, sin existir diferencias de importancia entre el empleo de carne entera o procesada. Tal como ya fue descrito, el oscurecimiento superficial es debido al pardeamiento no enzimático o reacción de Maillard (**Cheftel, 1998**). Dado que esta reacción se potencia a mayor temperatura, es evidente que las diferencias entre secado a 40 o a 55 °C justifiquen esos valores, siendo mayor el oscurecimiento a mayor temperatura.

Tabla 5. Parámetros de color L*, ángulo Hue, y variación de color o ΔE de charqui elaborado con carne vacuna entera secado a 40 (CE₄₀) o 55 °C (CE₅₅); o charqui elaborado con carne vacuna procesada secado a 40 (CP₄₀) o 55 °C (CP₅₅). Letras diferentes indican diferencia significativa (test de Fisher, $\alpha = 0,05$).

Tratamiento	L*	Hue	ΔE
CC	29,14 a	38,36 a	0,00 d
CE ₄₀	26,37 b	28,11 b	5,05 b
CE ₅₅	23,85 c	33,03 ab	5,85 b
CP ₄₀	26,80 b	18,30 c	3,92 c
CP ₅₅	24,14 c	26,12 b	6,91 a

Por otro lado, la variación de color o ΔE fue significativamente diferente para los 4 lotes de charqui elaborados respecto al CC, siendo CP₄₀ la muestra más similar y CP₅₅ la más distinta de todas. En cuanto al tono de color o ángulo Hue, tanto CE₄₀, CE₅₅, CP₄₀ y CP₅₅ se ubicaron en la gama de los marrones. Dado que se trata de

una combinación de colores puros o primarios la evaluación del ángulo Hue es compleja. De todas formas, podemos decir que en general el tono de CC difirió significativamente del resto de los lotes de charqui elaborados, siendo CE₅₅ la excepción, ya que no llega a presentar esta significancia con su control.

El mayor contenido de agua lo presentó el CC, mientras que todos los lotes de charqui obtenidos a 40 y 55 °C presentaron un 10% menos de agua aproximadamente (**Tabla 6**). La actividad de agua o a_w suele aumentar al incrementarse el contenido de agua, comportamiento que se observa al comparar CC con los valores numéricos del resto de los tratamientos, salvo para CP₅₅. En este último caso lo que podría justificar la mayor a_w observada es que la combinación del modo de obtención (carne procesada) con la mayor temperatura de secado (55 °C) haya generado una mayor ruptura de los tejidos musculares, y que, por lo tanto, el agua del producto haya quedado menos fuertemente retenida y, en consecuencia, más disponible.

Tabla 6. Contenido de agua (% p/p) y actividad de agua o a_w de charqui comercial empleado como control (CC), charqui elaborado con carne vacuna entera secado a 40 (CE₄₀) o 55 °C (CE₅₅); o charqui elaborado con carne vacuna procesada secado a 40 (CP₄₀) o 55 °C (CP₅₅). Letras diferentes indican diferencia significativa (test de Fisher, $\alpha = 0,05$).

Tratamiento	Contenido de agua (% p/p)	a_w
CC	51,36 a	0,860 b
CE ₄₀	41,88 b	0,795 c
CE ₅₅	42,49 b	0,839 b
CP ₄₀	37,27 b	0,750 d
CP ₅₅	40,54 b	0,890 a

En relación a la capacidad de rehidratación (**Figura 11**), tanto CC como CE₅₅ presentaron el menor valor, seguido de CP₄₀ y CP₅₅, mientras que CE₄₀ fue el que más agua incorporó. Independientemente de la temperatura de secado empleada, el procesamiento pareciera haber estabilizado el grado de reincorporación de agua del charqui. La influencia del procesamiento afectaría más drásticamente la estructura del tejido muscular que el incremento de temperatura, lo cual afecta directamente a la rehidratación del producto.

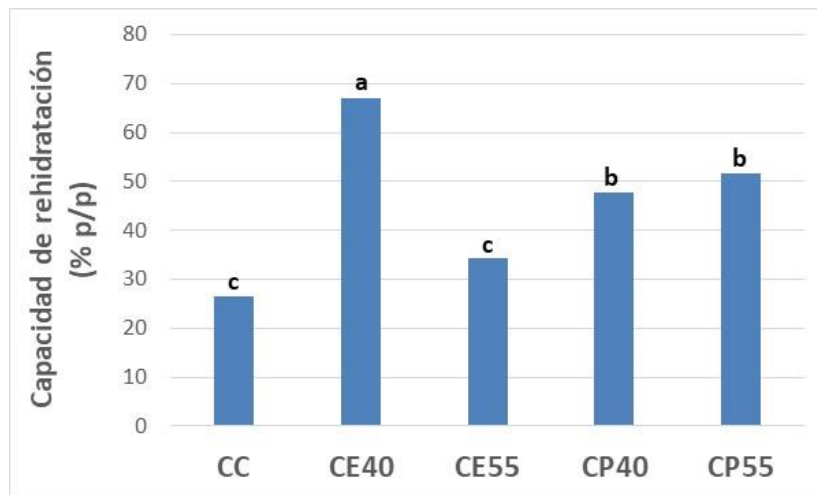


Figura 11. Capacidad de rehidratación (% p/p) de charqui comercial empleado como control (CC), charqui elaborado con carne vacuna entera secado a 40 (CE₄₀) o 55 °C (CE₅₅); o charqui elaborado con carne vacuna procesada secado a 40 (CP₄₀) o 55 °C (CP₅₅). Letras diferentes indican diferencia significativa (test de Fisher, $\alpha = 0,05$).

Caracterizando la calidad sensorial, la apariencia (**Figura 12**) de los 4 lotes de charqui elaborados fueron puntuados con valores medios muy similares entre sí, por lo que no resultó una variable a considerar al momento de decidir entre un producto u otro.

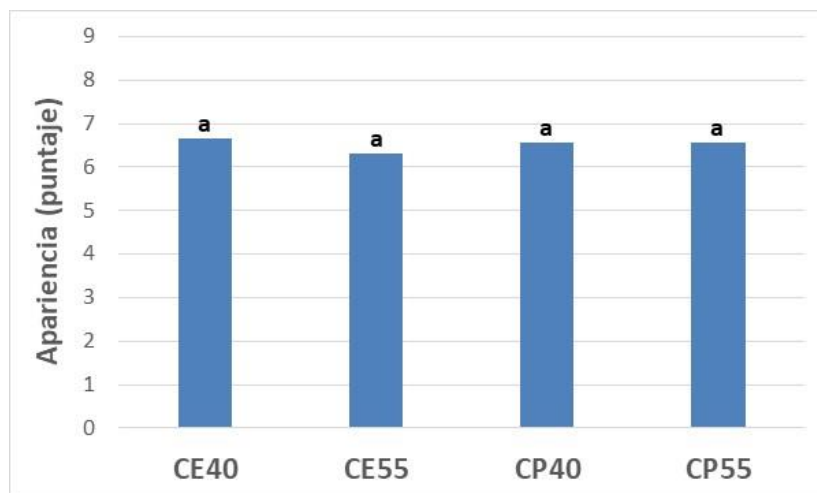


Figura 12. Puntaje en apariencia (escala hedónica de 0 a 9 puntos) de charqui elaborado con carne vacuna entera secado a 40 (CE₄₀) o 55 °C (CE₅₅); o charqui elaborado con carne vacuna procesada secado a 40 (CP₄₀) o 55 °C (CP₅₅). Letras diferentes indican diferencia significativa (test de Fisher, $\alpha = 0,05$).

En cuanto al aroma, se obtuvo una diferencia clara a favor de CP₄₀ respecto de CP₅₅, donde evidentemente la mayor temperatura influyó de manera tal en el producto que redujo la puntuación por este atributo (**Figura 13**). Los productos de

charqui en base a carne vacuna entera presentaron una apreciación de aroma intermedia.

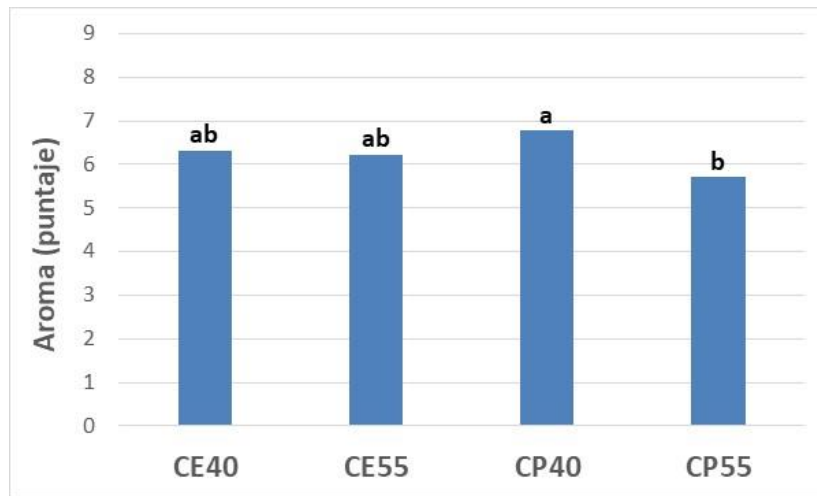


Figura 13. Puntaje en aroma (escala hedónica de 0 a 9 puntos) de charqui elaborado con carne vacuna entera secado a 40 (CE₄₀) o 55 °C (CE₅₅); o charqui elaborado con carne vacuna procesada secado a 40 (CP₄₀) o 55 °C (CP₅₅). Letras diferentes indican diferencia significativa (test de Fisher, $\alpha = 0,05$).

Los evaluadores no apreciaron diferencias de sabor entre los 4 productos (**Figura 14**). El valor medio ($\approx 6,5$) superó el 70% del valor en una escala porcentual, por lo que el sabor de cualquiera de estos productos podría considerarse como aceptable.

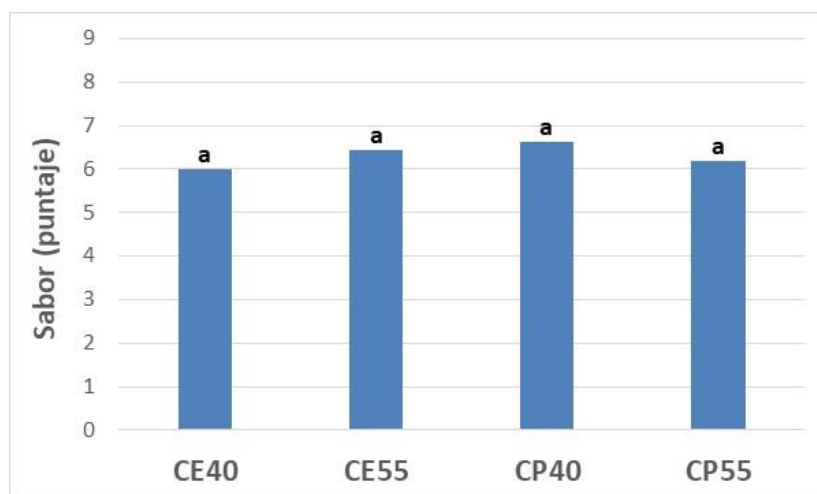


Figura 14. Puntaje en sabor (escala hedónica de 0 a 9 puntos) de charqui elaborado con carne vacuna entera secado a 40 (CE₄₀) o 55 °C (CE₅₅); o charqui elaborado con carne vacuna procesada secado a 40 (CP₄₀) o 55 °C (CP₅₅). Letras diferentes indican diferencia significativa (test de Fisher, $\alpha = 0,05$).

La muestra que mayor puntuación de textura obtuvo fue CP₄₀ (**Figura 15**), alcanzando un 80% del máximo esperado por los evaluadores en la escala hedónica, seguido de CE₅₅ que no llegó a presentar diferencias significativas respecto de la primera. A estos les siguió CE₄₀, quedando en último lugar CP₅₅. Aunque la elección del tipo de corte de carne es una variable muy importante para la textura final del producto (**Passos Pequeño, 2019**), la combinación de un secado a bajas temperaturas (en este caso 40 °C) con el procesamiento de la carne puede ser una variable a considerar a futuro tal vez para la confección de charqui con cortes de carne alternativos, incluyendo tal vez algunos de mayor dureza.

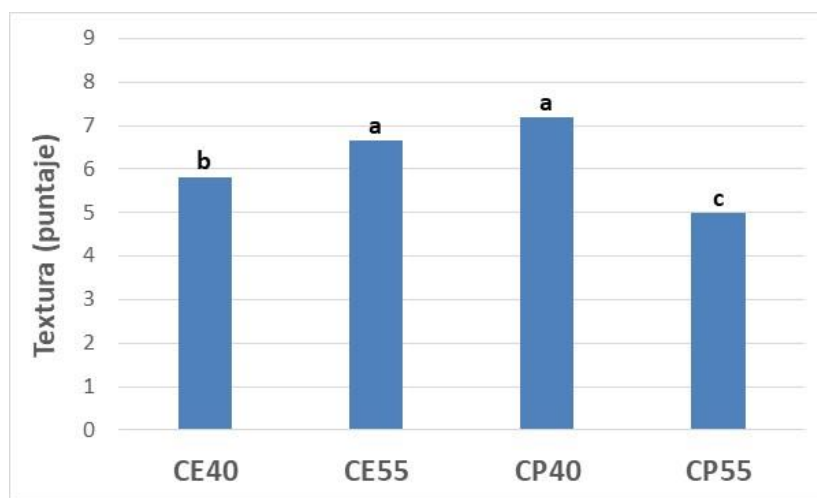


Figura 15. Puntaje en textura (escala hedónica de 0 a 9 puntos) de charqui elaborado con carne vacuna entera secado a 40 (CE₄₀) o 55 °C (CE₅₅); o charqui elaborado con carne vacuna procesada secado a 40 (CP₄₀) o 55 °C (CP₅₅). Letras diferentes indican diferencia significativa (test de Fisher, $\alpha = 0,05$).

En cuanto a la aceptabilidad global (**Figura 16**), puede observarse una tendencia a la preferencia por CP₄₀, seguido más abajo por los lotes de charqui elaborado con músculo entero (CE₄₀ y CE₅₅), y quedando en último lugar CP₅₅. La preferencia por CP₄₀ puede verse mayoritariamente influenciada por poseer una textura más agradable respecto del charqui sin procesar y por el mejor aroma respecto del producto procesado obtenido a mayor temperatura (CP₅₅). Además de sumar alternativas en las formas de consumo, como lo es el producto rehidratado, nuevas estrategias de producción como el procesamiento de la carne antes del secado a temperaturas bajas, pueden influir positivamente en el producto seco, mejorando así su aceptabilidad global (**Bhattacharya, 2023**).

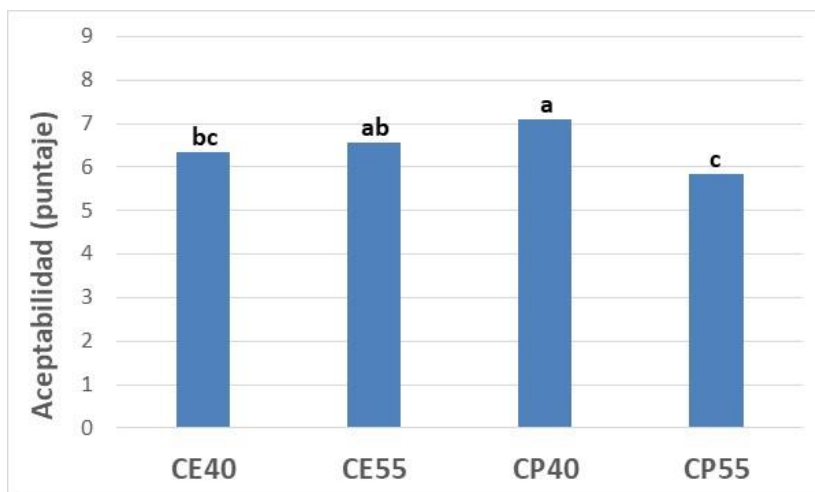


Figura 16. Puntaje en aceptabilidad global (escala hedónica de 0 a 9 puntos) de charqui elaborado con carne vacuna entera secado a 40 (CE₄₀) o 55 °C (CE₅₅); o charqui elaborado con carne vacuna procesada secado a 40 (CP₄₀) o 55 °C (CP₅₅). Letras diferentes indican diferencia significativa (test de Fisher, $\alpha = 0,05$).

En una segunda instancia de caracterización de la calidad sensorial, los evaluadores realizaron una prueba de ordenamiento por preferencia (con 3 posiciones). En la misma las muestras evaluadas fueron CC, CE₄₀, y CE₅₅, y los resultados se ilustran en la **Figura 17**. Por circunstancias propias de tiempos experimentales y costos de elaboración, esta caracterización sensorial no pudo realizarse con el charqui en base a carne vacuna procesada (CP).

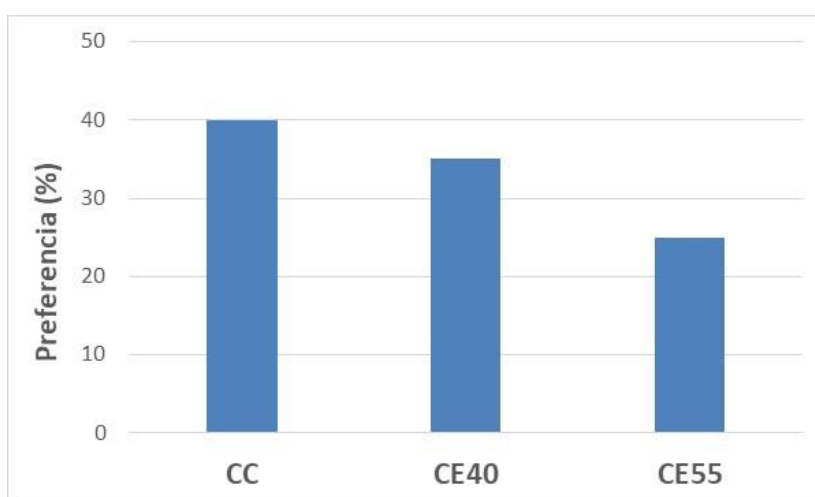


Figura 17. Preferencia porcentual de los evaluadores al posicionar en primer lugar la elección de charqui comercial empleado como control (CC), charqui elaborado con carne vacuna entera secado a 40 (CE₄₀) o 55 °C (CE₅₅).

Si bien los evaluadores posicionaron mayoritariamente en el primer lugar al charqui comercial empleado como control (CC), el charqui elaborado con carne vacuna

entera y secado a 40 °C (CE₄₀) fue mayormente escogido en primer lugar respecto al secado a mayor temperatura (CE₅₅). Nuevamente se evidencia que el secado a menor temperatura en las condiciones de este trabajo final de carrera potencia la calidad sensorial.

5. CONCLUSIONES

En este estudio se logró obtener un producto con calidad organoléptica e identidad a charqui, tanto con carne vacuna entera (CE) como procesada (CP). Además se evaluó el efecto de la temperatura de secado a 40 (CE₄₀, CP₄₀) y 55 °C (CE₅₅, CP₅₅), empleando un charqui comercial en base a carne vacuna como control (CC).

Todos los lotes de charqui elaborados en este trabajo final de carrera presentaron una coloración más oscura, mayor contenido de agua y mayor capacidad de rehidratación que el CC. Los valores de a_w se ubicaron en el rango 0,750-0,890, lo que garantizaría la inocuidad del producto en todos los casos dada la inhibición del crecimiento de bacterias. Sin embargo, la correcta capacidad de conservación del producto debería proponerse con un envasado en baja tensión de oxígeno para prevenir el crecimiento de mohos (envasado al vacío o en atmósfera modificada) ya que en ese rango de a_w existiría la posibilidad proliferación de este grupo de microorganismos. En cuanto a la calidad sensorial, el proceso que incluyó el uso de carne vacuna procesada y secado a 40 °C (CP₄₀) resultó en un producto con la mejor textura y aceptabilidad global. Este proceso se podría recomendar si se elabora charqui en condiciones similares a las realizadas en este trabajo final de carrera.

En función de todos estos resultados, la combinación de bajas temperaturas de secado junto con el procesamiento de la carne puede ser considerada a futuro para ofrecer nuevas texturas de charqui que se va a consumir directamente como *snack*, así como para preparaciones alternativas que surgen de su rehidratación, con buena aceptación por parte del consumidor.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acurio G. 2008. Larousse de la gastronomía peruana: diccionario gastronómico ilustrado. Q.W. Editores. Lima pp. 400.
- Álvarez T., Pilco S., Ayala C., Cochi N., Laime V., & Mita Y. 2018. Evaluación del charqui de llama preparado con cuatro medios de empaque. RIIARN 5: 156-168.
- AOAC. 2005. Official methods of analysis of the AOAC. Association of Official Analytical Chemists, 18th ed. AOAC, Arlington, VA.
- Ayala Vargas C. 2018. Caracterización del proceso de transformación y conservación de la carne de camélidos (Charqui). RIIARN 5: 142-146.
- Bhattacharya S. 2023. Snack Foods. Processing and technology. Ed.: Suwendu Bhattacharya. Academic Press. pp. 117-150.
- Bravo Herrera C.E. 2016. Elaboración de charqui a partir de cuartos traseros de corderos magallánicos. Tesis de grado. Universidad de Concepción, Chile. pp. 67.
- CAA, Código Alimentario Argentino. 2024. Capítulo VI: Alimentos cárneos y afines. Disponible en: [Sitio web](#). Último acceso: julio 2024.
- Celso A. 2018. Caracterización del proceso de transformación y conservación de la carne de camélidos (Charqui). RIIARN. Vol.5.
- Charquiui. 2024. Nuestra versión del charqui argentino. Disponible en: [Sitio web](#). Último acceso: agosto 2024.
- Cheftel, J. (1998). Introducción a la bioquímica y tecnología de alimentos. Vol. 1. Zaragoza. Acribia.
- Guajardo R.S. 2023. Elaboración de charqui caprino en secador solar para las comunidades rurales de Malargüe. Tesis de grado. Universidad Nacional de Cuyo, Argentina. pp. 67.
- Hasheider P. 2015. The complete book of jerky: how to process, prepare, and dry beef, venison, turkey, fish, and more. Voyageur Press. Quarto Publishing Group USA Inc. pp. 335.
- He J., Jia W., Lin Z., Zhang Y., Zhao Y., & Fang Y. 2023. Improving the quality and processing efficiency of beef jerky via drying in confined conditions of pre-stretching. Food Research International 172: 113171.
- Hermann Wurst Haus. 2024. History of jerky. Disponible en: [Sitio web](#). Último acceso: septiembre 2024.
- Impak Corporation. 2024. One stop jerky packaging. Disponible en: [Sitio web](#). Último acceso: octubre 2024.
- Ingham S.C., Searls G., Mohanan S., & Buege D.R. 2006. Survival of *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes* on Vacuum-Packaged Beef Jerky and Related Products Stored at 21 °C. Journal of Food Protection 69: 2263-2267.
- INTA, Instituto Nacional de Tecnología Industrial. 2024. Valorización de comidas ancestrales en el festival del charqui. Disponible en: [Sitio web](#). Último acceso: septiembre 2024.
- JerkyGent. 2024. Low sodium beef jerky. Disponible en: [Sitio web](#). Último acceso: octubre 2024.
- Kim S., Kim T., Cha J.I., Kang M., Lee J.H., Yong H.I., & Choi Y. 2021. Novel processing technologies for improving quality and storage stability of jerky: A review. LWT 151, 112179.
- Konieczny P., Stangierski J., & Kijowski J. 2007. Physical and chemical characteristics and acceptability of home style beef jerky. Meat Science 76: 253-257.
- Landi Plasencia M.E. 2013. Producción de carne deshidratada macas 2012. Tesis de grado. Escuela superior politécnica de Chimborazo, Ecuador. pp. 87.
- Lara J.A.F., Senigalia S.W.B., Oliveira T.C.R.M., Dutra I.S., Pinto M.F., & Shimokomaki M. 2003. Evaluation of survival of *Staphylococcus aureus* and *Clostridium botulinum* in charqui meats. Meat Science 65: 609-613.

- Leal M. 2021. Snacks cárnicos, una alternativa saludable. Disponible en: [Sitio web](#). Último acceso: octubre 2024.
- Lee K.T. 2010. Quality and safety aspects of meat products as affected by various physical manipulations of packaging materials. *Meat Science* 86: 138-150.
- Liu Z., Zheng W., Shen C., Yang H., He M., Zhang Y., Zhao C., & Zhao Z. 2022. Effect of different drying methods on the physical properties of pork jerky. *International Journal of Gastronomy and Food Science* 30: 100619.
- Mahogany Smoked Meats. 2024. How to cure beef jerky. Disponible en: [Sitio web](#). Último acceso: octubre 2024.
- Mamani-Linares W., & Cayo F.R. 2011. Características físico-químicas del charqui de llama. *Rev. Inv. Vet. Perú* 22: 290-300.
- Merayo M., Barrio D., & Grigioni G.M. 2022. Elaboración de un snack cárnico a base de carne ovina: ensayos exploratorios. VIII CICyTAC 2022, Córdoba, Argentina.
- Ministerio de agricultura de Chile. 2024. Producción de snacks de carne bovina. Disponible en: [Sitio web](#). Último acceso: octubre 2024.
- Mit Jerky. 2024. ¿Qué es el jerky? Disponible en: [Sitio web](#). Último acceso: julio 2024.
- Mountain America Jerky. 2024. Handmade, Craft Jerky Smoked to Perfection Daily. Disponible en: [Sitio web](#). Último acceso: octubre 2024.
- Nummer B.A., Harrison J.A., Harrison M.A., Kendall P., Sofos J.N., & Andress E.L. 2004. Effects of Preparation Methods on the Microbiological Safety of Home-Dried Meat Jerky. *Journal of Food Protection* 67: 2337-2341.
- Passos Pequeño A. 2019. Anatomía de los cortes de la carne. Disponible en: [Sitio web](#). Último acceso: octubre 2024.
- Pilco S., Ayala C., Rodríguez T., Condori G., & Cochi N. 2018. Nuevos procesos en la elaboración del charqui de llama. *RIIARN* 5: 147-155.
- Prieto Pérez D.S.C. 2013. Elaboración de charqui a partir de carne de ovejas y cabras de descarte. Tesis de grado. Universidad de Concepción, Chile.
- Soladoye O.P., Juarez M.L., Aalhus J.L., Shand V., & Estévez M. 2015. Protein oxidation in processed meat: Mechanisms and potential implications on human health. *Comprehensive Reviews in Food Science & Food Safety* 14: 106-122.
- The Inca Trail. 2019. Charqui alrededor del mundo, una historia de la carne seca. Disponible en: [Sitio web](#). Último acceso: octubre 2024.
- Torres E.A.F.S., Shimokomaki M., Franco B.D.G.M., & Landgraf M. 1994. Parameters determining the quality of charqui, an intermediate moisture meat product. *Meat Science* 38: 229-234.
- USDA (Departamento de Agricultura de USA). 2024. USDA nutrient data base. Disponible en: [Sitio web](#). Último acceso: octubre 2024.