

Evaluación sensorial y fisicoquímica de la maduración de carne bovina con cloruro de sodio, bicarbonato de sodio y envasado al vacío


Sensory and physicochemical evaluation of beef maturation with sodium chloride, sodium bicarbonate and vacuum packaging

*Lobo Rosales¹, Yobana Lizeth¹
Escoto Reyes², Shirley Janubia²
Acosta Ulloa³, Fany Jullieth³
Mejía Calix⁴, Luis Fernando⁴
Lorenzo Domínguez⁵, Antonio⁵
Álvarez Aguirre⁶, Selvin⁶
Reyes Puerto⁷, Ever Adolfo^{7*}
Erazo Cortes⁸, Dilcia María⁸*

^{1,2,3,4,5,6,7,8} Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Tegucigalpa, Honduras

¹yobana.lobo@unah.hn  <https://orcid.org/0009-0006-1849-2949>

²shirley.escoto@unah.hn  <https://orcid.org/0009-0007-1524-7611>


³facostau@unah.hn  <https://orcid.org/0009-0008-1624-4807>

⁴fernandocalix@unah.hn  <https://orcid.org/0009-0003-5347-8219>

⁵lorenzo.dominguez@unah.hn  <https://orcid.org/0009-0007-4333-3998>

⁶selvin.alvarez@unah.edu.hn  <https://orcid.org/0009-0009-0587-5686>

⁷ever.reyes@unah.edu.hn  <https://orcid.org/0000-0003-1327-0555>

⁸dmerazo@unah.hn  <https://orcid.org/0009-0000-6939-2258>

Recibido/received: 15/12/2024 Corregido/revised: 20/03/2025 Aceptado/accepted: 18/04/2025

Resumen: La investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto en la calidad sensorial y fisicoquímica de la maduración de carne bovina con sales minerales y envasada al vacío vía húmeda. Se aplicaron dos métodos de maduración vía húmeda, empacada al vacío y con sales minerales. El corte empacado al vacío con sales minerales se sometió a 14 días de maduración utilizando sal común y bicarbonato de sodio a concentraciones entre 3% y 6% p/p. Se evaluaron diferentes parámetros de calidad, incluyendo la temperatura de maduración, la calidad sensorial y la calidad fisicoquímica. Los resultados mostraron que la maduración en húmedo produjo una mayor terniza en comparación con la maduración con sales minerales. Sin embargo, la maduración con sales minerales produjo una mayor intensidad de sabor y un pH más bajo. La terniza y el sabor varía según el método de

* Autor de correspondencia



Correo: ever.reyes@unah.edu.hn Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-SinDerivar 4.0

maduración utilizado, reflejando mejores resultados para la ternera y olor en maduración de 14 días y en sabor en maduración de 7 días. El método de maduración con una solución salina al 6% fue la favorita del panel sensorial, calificándola con un me encantó; siendo dicha escala de valoración de 5. El pH tomado a los 7 días y a los 14 días presentó una disminución hasta llegar a 5.4 y no hubo diferencias significativas en valor de pH respecto al tratamiento utilizado. La maduración en húmedo fue el mejor para mejorar la ternera, mientras que la maduración con sales minerales mejora el sabor y el pH.

Palabras clave: Maduración en húmedo; cortes de carne bovina; sales minerales; envasado al vacío; calidad sensorial; propiedades fisicoquímicas; ternera de la carne; pH de la carne

Abstract: The objective of this study was to evaluate the effect of beef aging with mineral salts and vacuum packaging on sensory and physicochemical quality. Two wet aging methods were applied: vacuum packaging alone and vacuum packaging with mineral salts. The cut subjected to vacuum packaging with mineral salts was aged for 14 days using common salt and sodium bicarbonate at concentrations ranging from 3% to 6% w/w. Various quality parameters were assessed, including aging temperature, sensory attributes, and physicochemical characteristics. The results showed that wet aging improved tenderness compared to mineral salt aging. However, mineral salt aging produced a more intense flavor and a lower pH. Tenderness and flavor varied depending on the aging method, with better results in tenderness and odor at 14 days, and in flavor at 7 days. The 6% saline solution aging method was the sensory panel's favorite, receiving a top rating of "I loved it" on a 5-point scale. The pH measured at 7 and 14 days decreased to 5.4, with no significant differences in pH values among treatments. Wet aging was preferable for improving tenderness, whereas mineral salt aging enhanced flavor and reduced pH.

Keywords: Wet aging; beef cuts; mineral salts; vacuum packaging; sensory quality; physicochemical properties; meat tenderness; meat pH

Introducción

La maduración de la carne produce cambios fisicoquímicos y sensoriales donde se ven modificadas la ternera, la jugosidad, el color y el olor, principalmente, las cuales se encuentran influenciadas por la especie, la raza, la edad, el sexo, el manejo de los animales, la alimentación, el tipo de músculo y el sentido de corte. La ternera es uno de los atributos de la carne más importantes y se ha encontrado que la dureza sensorial es, en la mayoría de los casos, la causa de inacceptabilidad de la carne por los consumidores (Torres et al., 2012).

La ternera de la carne se define como la facilidad con la que se puede cortar o masticar. Dentro de los métodos de determinación, se encuentran aquellos de apreciación objetiva y los de apreciación subjetiva. Existen varias formas de conocer la fuerza de corte de la carne. La primera es a través de

un panel sensorial que, con el entrenamiento adecuado, puede responder como un instrumento confiable y reproducible. La segunda es mediante métodos instrumentales que determinan la fuerza que debe aplicarse a una porción estandarizada del material para producir un corte de carne, simulando el efecto de los incisivos cuando se realiza una mordida (Molina et al., 2022).

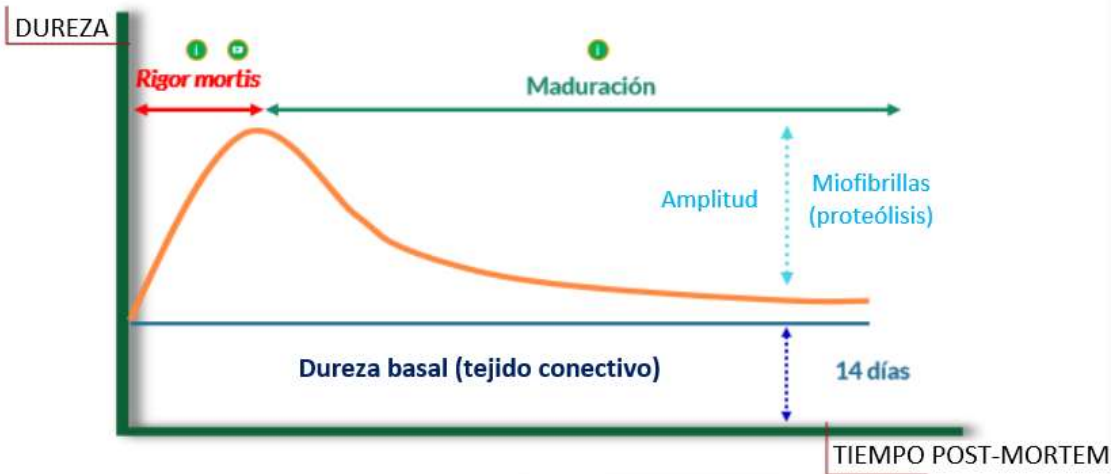
La ternera es afectada ante mortem por la edad, la raza, el sexo, el estrés y la alimentación. En general, las características sensoriales de la carne pueden verse afectadas por los cambios que ocurren durante la conversión de músculo a carne. En etapas postmortem la ternera de la carne se ve afectada por procesos como el oreo de las canales, la estimulación eléctrica, el colgado horizontal, el uso de cloruro de calcio, el ablandamiento mecánico, la inmersión de la carne en soluciones salinas o ácidas, el uso de enzimas proteolíticas y la maduración (Rojas et al., 2013).

Para Madhusankha y Thilakarathna (2021) la ternera de la carne se considera una de las principales percepciones de los clientes a la hora de comprar productos cárnicos. Por lo tanto, se necesita una puntuación alta en la aceptación del cliente en la venta de productos cárnicos procesados y no procesados. De todos los parámetros sensoriales, la apariencia, la jugosidad, el amargor, el sabor y la ternera de la carne desempeñan un papel destacado y se consideran un atributo sensorial decisivo que afecta directamente la calidad del consumo de la carne.

La maduración de la carne puede definirse como el periodo de tiempo comprendido desde que el animal es sacrificado hasta que su carne es consumida. Se caracteriza, principalmente, por un ablandamiento de esta (aumento de la ternera) y la generación de aromas particulares. Este fenómeno está íntimamente relacionado con el método de conservación empleado. A temperatura ambiente el ablandamiento será más rápido, intermedio si la carne es refrigerada, pero se interrumpirá si la carne es sometida a congelación (Consigli, 2023). Cuando el animal es sacrificado las fibras musculares intentan sobrevivir para seguir cumpliendo con sus funciones de contracción.

Es importante destacar que para la contracción de la célula muscular hace falta calcio (se forman los enlaces de actomiosina) mientras que para la relajación (ruptura de estos enlaces) se necesita ATP (Trifosfato de Adenosina) proveniente del glucógeno muscular. El glucógeno se termina primero, debido a la disminución del pH postmortem y la desnaturalización de las proteínas se produce por la ruptura del retículo sarcoplásmico de la célula provocando la liberación de calcio. Agotado el ATP, pero en presencia de calcio se produce un fenómeno conocido como rigor mortis o rigidez cadavérica (figura 1), que se presenta varias horas después de la muerte del animal dependiendo de varios factores. Se observa en el gráfico que, en el momento de aparición del rigor mortis, la dureza del músculo es máxima (Consigli, 2023). En Costa Rica, se define como carne madura, la que ha sufrido un proceso enzimático natural que busca incrementar la suavidad de la carne fresca, modifica el sabor y cuyo efecto depende del tiempo, la temperatura y el método de almacenamiento (Rojas et al., 2013).

Figura 1
Características del músculo y terneza



Fuente: (Consigli, 2023) AgroGlobal

Leites, Techera, y Torres (2022) hacen referencia a una definición del pH de la carne, ya que la consideran como una de las principales características que determinan la calidad del producto. Está influida por muchos factores que pueden interactuar entre sí determinando la curva de su descenso. Este rasgo es el factor principal en determinar las características organolépticas color, olor y terneza de la carne, además juega un papel fundamental en la capacidad de retención de agua, determinando la jugosidad del producto.

Para Torres et al., (2012) el pH durante el comienzo del rigor influencia directamente la terneza de la carne, la capacidad de retención de agua y el color de la carne a través de sus efectos sobre la proteólisis, la desnaturalización de proteínas y el encogimiento de las miofibrillas. Amaya (2019) refiere a otros investigadores en cuanto a la maduración en húmedo la cual conlleva envasar y sellar los cortes en bolsas a las cuales se les extrae el aire, minimizando así el contacto con gases y humedad en el ambiente. Esto aumenta la vida útil de la carne considerablemente, ya que impide la actividad y desarrollo de bacterias que generan la descomposición, al mismo tiempo que permite que el proceso de maduración y ablandamiento de la carne se mantengan sin interrupción. Demostraron que el empacado al vacío mejora no solo la aceptación, la inocuidad y vida útil, sino también la suavidad de la carne evidenciado por una menor fuerza de corte.

La maduración al vacío es un proceso que, aunque puede ser de corta duración, permite conservar la humedad natural de la carne. Se puede realizar con la carne envasada al vacío o sin envasar, manteniendo los músculos unidos al hueso para minimizar la pérdida de jugos. Si bien este método

reduce las mermas y acelera el proceso de maduración, para alcanzar una maduración completa se recomienda continuar el proceso con la carne envasada al vacío (Ponce y Velásquez, 2020).

Timaure et al., (2020) en su artículo, los autores señalan que el envasado al vacío modifica el color de la carne, dándole una tonalidad rojo púrpura apagada debido a la falta de oxígeno. Si bien este cambio de color puede resultar poco atractivo para el consumidor, es una reacción reversible. Al abrir el envase y exponer la carne al aire, el color se revierte, recuperando su tonalidad rojo brillante característica.

Martinicorena, Morixe, y Martinicorena (2021) en su investigación refiere que el color es un importante indicador de calidad en la carne fresca. No obstante, durante el almacenamiento ocurren cambios visibles en la superficie del músculo que tienen influencia en la aceptación por el consumidor. Tal situación determina que la industria continúe esforzándose para incrementar la estabilidad del color postmortem de los distintos cortes de carne, manteniendo el color rojo brillante, correspondiente al estado de oximioglobina. La apariencia del color de carne es determinada por el estado de la mioglobina, determinando el rechazo por los consumidores de aquellos cortes que no tengan una apariencia de carne fresca.

Consigli y Aleu, 2022 indican que hay diversos mecanismos que intervienen en el proceso de maduración de la carne y, por lo tanto, en su ablandamiento. Por un lado, se encuentran los procesos fisicoquímicos como el pH y el aumento de la presión osmótica. Si bien tienen su grado de responsabilidad en la maduración, serán los procesos enzimáticos los mayores responsables de este ablandamiento o aumento de la ternura.

El fosfato se usa a menudo como retenedor de agua, agente y ablandador en el procesamiento de carne marinada. El fosfato mejora el pH y la fuerza iónica, a la vez que la presencia de iones metálicos facilita la disociación de la actomiosina. El fosfato también es barato, eficaz y fácil de manejar (Pinton et al., 2021). Sin embargo, la adición de fosfato a los productos cárnicos también puede alterar la proporción óptima de calcio y fósforo en el cuerpo humano. Varios estudios encontraron que el Bicarbonato de Sodio (NaHCO_3) podría usarse en lugar de fosfato para mejorar la capacidad de retención de agua y la ternura de la carne y productos del mar (KANG et al, 2022).

Del uso específico del Bicarbonato de Sodio se encontró un estudio de alto nivel elaborado por (KANG et al., 2022) donde comentan los autores que se investigaron los efectos de la adición de NaHCO_3 (0,2-0,8 %) sobre el color, la fuerza de corte y la distribución del agua de la carne marinada, cruda y cocida. Se encontró que el pH y el rendimiento de cocción aumentaron significativamente ($P < 0,05$), y la fuerza de corte, los valores L^* y b^* disminuyeron significativamente con cantidades crecientes de NaHCO_3 , excepto para las muestras con 0,6 % y 0,8 % de NaHCO_3 , para las cuales el rendimiento de cocción y la fuerza de corte no se vieron afectados. Además, los tiempos iniciales de relajación T21 y T22 de la carne de res adobada se redujeron, y la movilidad del agua en la carne de res marinada cruda se redujo ($P < 0,05$) con el aumento del contenido de NaHCO_3 .

Esto se debió a que la producción de dióxido de carbono interrumpió la estructura de la carne durante el proceso de calentamiento. Se encontró que mejoraba la movilidad del agua en la carne marinada

cocida. En conclusión, la adición de NaHCO_3 mejoró la capacidad de retención de agua y la ternura de la carne marinada. El estudio anterior indica que existe todo un mundo de posibilidades para el uso de bicarbonato de sodio como agente químico adicional en los procesos de maduración. La sal es otro elemento muy usado tanto en maduración en seco como al vacío. Se registran buenos resultados usados en cualquiera de los dos métodos mencionados.

La maduración de las carnes es un proceso que aporta características sensoriales apetecibles al consumidor, sin embargo, en Honduras y departamentos productores de carne de res como lo es Olancho no ofrecen este tipo de productos al consumidor; sino, que tradicionalmente se consumen cortes de res empacados congelados o refrigerados, así como las carnes procesadas; esto debido a la cultura de la población, de las condiciones, visión del procesador de carne y el poder adquisitivo medio del consumidor; ya que una carne madurada debido al proceso y las condiciones a las que se somete permiten aumentar el precio. Igual, en Costa Rica según Araya y González (2022) el conocimiento sobre la maduración de carne de res es escaso, por lo que el proceso es ignorado o ejecutado erróneamente, provocando pérdidas de producto, carnes de baja calidad y gastos extra. Debido a ello, es importante para el sector industrial conocer aspectos de la ejecución del proceso como la identificación del tiempo de maduración más eficiente por corte, la temperatura ideal para madurar y así resaltar los atributos de calidad que busca el consumidor, para satisfacerlo y ubicarse estratégicamente en el mercado. El objetivo de la esta investigación fue evaluar el efecto de la maduración de carne bovina con sales minerales (bicarbonato de sodio y sal común) y envasada al vacío vía húmeda sobre la calidad sensorial y fisicoquímica, sometida a maduración en fase de siete y catorce días.

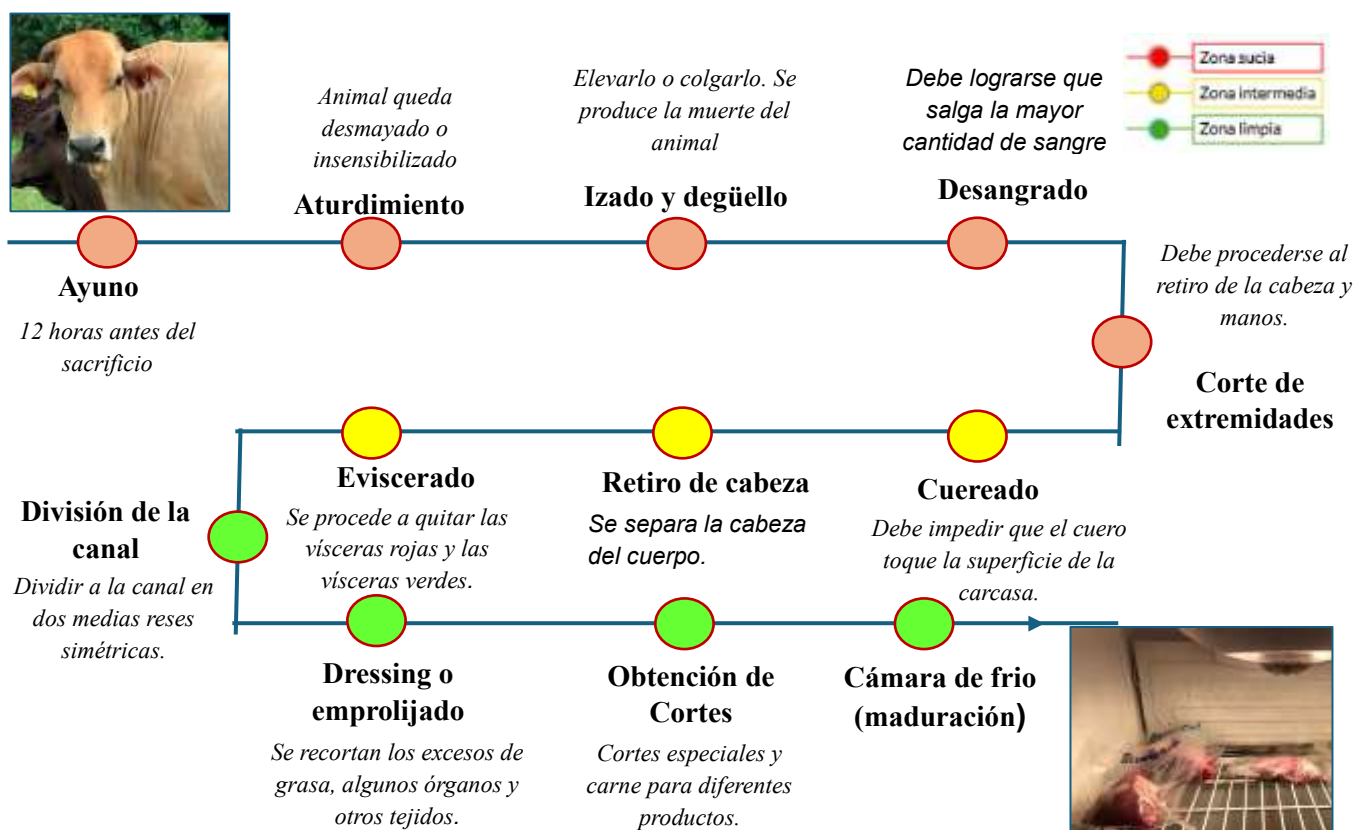
Material y Métodos

La investigación es del tipo experimental debido a la manipulación de la variable independiente denominada maduración y su efecto sobre las variables dependientes denominadas calidad sensorial y fisicoquímica, cada una de estas variables tiene sus respectivas dimensiones que fueron medidas por medio de indicadores. El tipo de estudio de acuerdo al momento de recolección de los datos es longitudinal descriptivo, debido a que las muestras de carne madurada fueron dispuestas a degustación al séptimo día después de haber sido empacada al vacío, puesta en congelación, y al día catorce cuando en teoría la carne ha conseguido el nivel óptimo de maduración. También tuvo un enfoque cuantitativo debido a que las variables maduración, calidad sensorial y fisicoquímica, fueron medidas a través de una escala de calificación después de degustar las unidades de estudio que en este caso se refiere a la carne madurada.

Las etapas del proceso fueron: 1) maduración de cortes de carne bovina envasada al vacío con sales minerales y 2) maduración de cortes de carne bovina envasada al vacío. En la figura 2 se observa el proceso realizado para la obtención de los cortes de carne bovina que se sometieron a proceso de maduración, proceso general que se siguió para ambos métodos y tipos de maduración.

Figura 2

Diagrama del proceso para la obtención de cortes de res sometidos a procesos de maduración



Descripción del Experimento

Método 1. Maduración de cortes de carne bovina envasada al vacío con sales minerales

El montaje del experimento para la maduración al vacío con sales minerales (figura 3) fue el siguiente:

El experimento consistió en la maduración al vacío de una mano de piedra obtenida de una res de sexo macho de la raza Brahman de 24 meses. Se prepararon 5 muestras con las siguientes características: La primera muestra, denominada 00, se maduró al vacío de manera natural sin agregar ningún aditivo durante un período de 14 días. La segunda muestra, denominada 13, fue madurada al vacío adicionando una mezcla de sal y agua con una concentración del 3% p/p, es decir, 3 g de sal por cada 100 g de agua. Se aplicaron alrededor de 20 ml de esta solución al corte de aproximadamente 200 g.

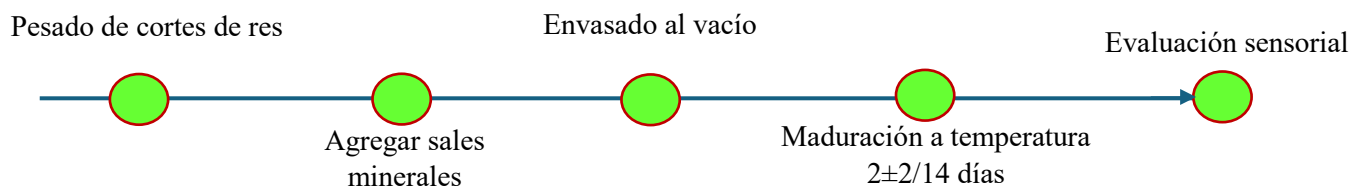
La tercera muestra, denominada 16, fue madurada al vacío adicionando una mezcla de sal de bicarbonato de sodio y agua con una concentración del 6% p/p, es decir, (6) g de sal por cada 100 g de agua. Se aplicaron alrededor de 20 ml de esta solución al corte de aproximadamente 200 g. La cuarta muestra, denominada 23, fue madurada al vacío adicionando una mezcla de bicarbonato de

sodio y agua con una concentración del 3% p/p, es decir, 3 g de sal por cada 100 g de agua. Se aplicaron alrededor de 20 ml de esta solución al corte de aproximadamente 200 g. La quinta muestra, denominada 28, fue madurada al vacío adicionando una mezcla de bicarbonato de sodio y agua con una concentración del 6% p/p, es decir, 6 g de sal por cada 100 g de agua. Se aplicaron alrededor de 20 ml de esta solución al corte de aproximadamente 200 g.

El corte madurado al vacío se mantuvo en un ambiente controlado a una temperatura de $2\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante todo el proceso de maduración, manteniendo una cadena de frío en todo momento, desde su producción hasta su consumo final. Una vez que la carne completó el proceso de maduración estipulado, se sometió a un análisis sensorial por un panel de 10 personas. Se les pidió que evaluarán tres características de la carne; terneza, sabor y olor. Aunque el objetivo principal del experimento era evaluar la terneza, también se buscó registrar el impacto de los tratamientos en el sabor y el olor de la carne, características muy valoradas por los consumidores.

Figura 3

Proceso desarrollado en el experimento de maduración con sales minerales



Método 2: maduración de cortes de carne bovina envasada al vacío

El montaje del experimento para la maduración al vacío fue el siguiente (figura 4): El bovino sacrificado usado en estudio destaca en sus características una variedad de pardo suizo con Brahman de 48 meses de edad, peso promedio en canal de 220.6 kg y peso vivo promedio de 530 kg, se procedió a extraer la media canal derecha, y retirar la pieza del lomo completo (músculo *longissimus*) para realizar la inspección del corte que se despostó. A las 12 horas *post mortem*, se tomaron tres muestras de la pieza que fueron seccionadas en corte de Beef Steak de dos pulgadas de ancho de la carne en fresco, obteniendo un total de seis libras de masa cárnica cortada.

Se realizó la prueba de pH en la carne fresca antes de empacarla al vacío y exponerla a bajas temperatura. En total se sometieron las 6 libras de masa cárnica; separando en tres muestras de dos libras cada una, las cuales fueron empacadas al vacío cada muestra en su bolsa de vacío correspondiente. Se almacenó en cuarto frío sometiéndolas a una temperatura oscilante de 2 ± 2 , manteniendo esta temperatura durante siete días de maduración para la primera prueba antes de llegar a la fase dos que correspondió a un tiempo de 14 días almacenada en un cuarto frío.

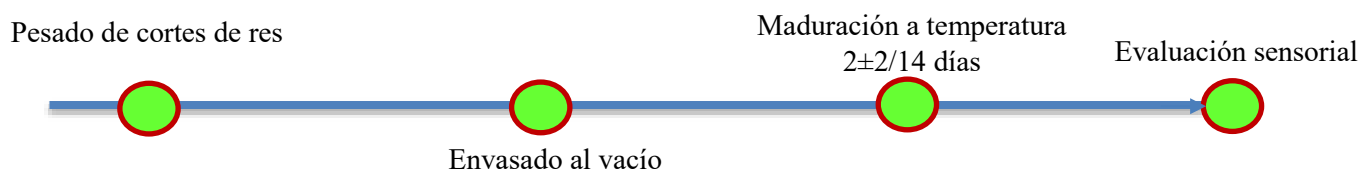
Para evaluar cada fase de maduración, se llevó a cabo una prueba a los siete días, en el cual se requirió abrir las muestras y obtener una libra de carne de cada muestra denominadas M1, M2 y M3, tomándose pruebas de pH como parte de los indicadores de la variable calidad fisicoquímica, en cuanto a la evaluación de la calidad sensorial la muestra se sometió a pruebas de degustación siendo un total de tres libras utilizadas en las primeras pruebas anteriormente mencionadas de la fase uno. Las tres libras de unidades restantes de muestra se empacaron nuevamente; para dar continuidad con la segunda fase de maduración completándose a los 14 días de empacadas y refrigeradas a temperaturas entre 2 ± 2 ; cumpliéndose dicho tiempo se tomaron medidas de los indicadores de calidad fisicoquímica (pH) y evaluación sensorial de la misma forma que se llevó a cabo con las muestras de la fase uno.

Dicho análisis se centró en el indicador pH; tomando la medida mediante el instrumento pH-metro, tomado en la fase uno de maduración es decir a los siete días cumplidos, replicándose a los 14 días cumplida la segunda fase del proceso de maduración. En el análisis sensorial se realizaron pruebas de aceptación y de preferencia, en el Centro Universitario (UNAH Olancho) mismas instalaciones donde se encuentra la planta y cuarto frío donde se prepararon las muestras y se almacenaron para su debida investigación. La evaluación se realizó mediante un panel sensorial integrado por 23 jueces o panelistas (cuyas edades oscilaban entre 18 a 50 años), considerados del tipo consumidor o cliente. Para cada persona se dispuso de un facilitador que instruyó sobre el llenado de la encuesta y aclaró las dudas que se suscitaron durante el proceso. Las muestras que se tomaron pesaban una libra cada una de su clasificación (M1, M2 y M3), sazonadas con sal común (NaCl) y aromatizadas con cebolla, muestras que se cortaron en piezas de 20 gramos después de realizada su cocción, siendo un total de 23 partes por cada muestra.

Las muestras (cubitos) fueron servidas a una temperatura aproximada de 37°C - 40°C , en el mismo plato separadas por indicadores que representaban M1, M2 y M3 y se instruyó a los panelistas que debían degustar cada muestra con debido tiempo para así registrar su evaluación.

Figura 4

Proceso desarrollado en el experimento de maduración envasada al vacío



Los consumidores expresaron mediante la boleta sensorial su opinión sobre la aceptabilidad del producto mediante la apreciación individual (terneza, sabor y olor) o en conjunto (impresión general) de sus atributos sensoriales. Dicha prueba se organizó a los siete días de maduración y se replicó a los 14 días de maduración. Los panelistas calificaron mediante escalas hedónicas establecidas en la siguiente denominación: 1 detesté, 2 no me gustó, 3 indiferente, 4 me gustó, 5

me encantó, en relación con los siguientes atributos: terneza, sabor y olor.

Análisis de datos: Se realizó un análisis de inferencias significativas de muestras 1, 2 y 3 mediante la comparación de medias por prueba t para una muestra mediante el programa SPSS versión 25. El objetivo de este método es identificar las diferencias entre las medias en las características de Terneza, Sabor y Olor, tomando referentes los niveles de significancias los cuales establecen el grado de confiabilidad de valoración de los resultados para las 3 muestras en los días 7 y 14 de ser aplicado el método de maduración húmeda.

El análisis de los datos de las pruebas de preferencia y aceptabilidad se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA) y la metodología de valoración de diferencias de comparación de medias mediante la prueba t- student para una muestra y su significación de aceptabilidad en los parámetros $p < 0.01$ para un valor de nivel de confiabilidad del 99% y una significación de $p < 0.05$ para un nivel de 95% de confianza, sustentando las inferencias estadísticas de comparación de las medias con los gráficos descriptivos y sus respectivos valores porcentuales.

Así mismo los resultados se analizaron mediante estadísticos descriptivos para la valoración de frecuencias porcentuales, agrupados mediante gráfico de barras, el mismo análisis permitió establecer una conclusión sobre los criterios de los panelistas en cuanto a las características en evaluación, denotando la concentración o agrupamiento de porcentajes en las características de mala aceptación (“Detesté”, “No me gustó”) y buena aceptación (“Me gustó”, “Me encantó”).

Resultados y discusión

Durante la maduración se producen diversos cambios positivos sobre las características de la carne, como: a) Disminución de la dureza de la carne: la carne se vuelve más tierna. b) Desarrollo del aroma, el olor y el sabor característicos de la carne. c) Incremento de la jugosidad de la carne. Estos cambios se tienen que llevar hasta un punto óptimo donde la carne se ablande, pero donde el aroma y sabor sigan siendo agradables y aceptables por el consumidor final (García, 2013).

Maduración de cortes de carne bovina envasada al vacío con sales

Considerando lo planteado por García (2013) que la terneza de la carne es sin duda, uno de los parámetros de calidad más importantes para el consumidor, incluso por encima del color o el sabor, para el corte de res sometido a proceso de maduración con sales minerales se evaluó la terneza como principal atributo, considerado como el grado de dureza o que tan blanda o tierna se valora la carne.

En la figura 5 se muestra el corte de res durante los 14 días del proceso de maduración, los que presentaron un cambio de color. Las carnes tratadas con la solución salina se oscurecieron sustancialmente, lo mismo sucedió con la carne madurada sin sales adicionales. Se observó que el

color de la carne continuó oscurecido en las muestras maduradas al vacío, maduradas con solución salina al 3% y maduradas con solución salina al 6%, mientras que las carnes maduradas con bicarbonato de sodio mantuvieron un color más cercano al día uno.

Figura 5

Corte de res Mano de Piedra sometida a proceso de maduración envasada al vacío con sales minerales.



Según Consigli (2023) debe aclararse que, si la carne es envasada al vacío, siempre presentará un color oscuro ante la ausencia de oxígeno dentro del envase. Sin embargo, una vez abierto dicho envase la carne tomará un color rojo vivo luego de unas pocas horas de estar en contacto con el oxígeno del aire. La gran ventaja de este tipo de envasado es su larga vida útil (2 a 3 meses). La decoloración de la carne es una función combinada de oxidación del pigmento muscular (oximioglobina a metamioglobina) y oxidación lipídica que ocurre en la grasa intramuscular, grasa intermuscular y/o fosfolípidos de la membrana (Franco et al., 2020).

Referente al sabor, olor y ternura de la carne, se registra sólo un cambio superficial. El bicarbonato de sodio influye en el pH de la carne madurada, lo que a su vez afecta la conservación de su color. Para Kang et al., (2021) el bicarbonato de sodio es un químico que se ha utilizado ampliamente en productos cárnicos para mejorar la ternura y la capacidad de retención de agua de la carne de pechuga de pollo y de res. El color de un corte de carne bovina cruda, en el momento de su comercialización, tiene especial importancia porque es el atributo de calidad sensorial que más tienen en cuenta los consumidores de todo el mundo en el momento de la compra, prefiriendo los colores claros o vivos a los colores oscuros. El color de la carne fresca depende de muchos factores involucrados en la producción del animal vivo, el transporte a planta frigorífica, su faena o sacrificio, y el manejo de la carcasa y la carne a lo largo de la cadena de frío. Esto involucra también la manipulación de la carne y el tipo de envasado.

De acuerdo con lo expresado por Consigli (2023) la hemoglobina es el principal pigmento responsable del color de la sangre, como la mioglobina lo es del músculo. En la carne fresca la mioglobina puede presentarse en tres estados químicos diferentes: oximioglobina (rojo vivo), metamioglobina (rojo amarronado), desoximioglobina (rojo opaco), lo que está condicionado por múltiples factores (sobre todo tipo de envasado, tiempo de contacto con el oxígeno, antioxidantes, etc.). Igual Araya y González (2022) expresan que el manejo y conservación de la carne (tipo de

empaque, duración y temperatura de conservación) también influyen en el color percibido por el consumidor; la ausencia de oxígeno del empaque al vacío prolonga la vida útil del producto y genera un color rojo oscuro como resultado del cambio metabólico a metamioglobina al retirar la carne del empaque y exponerla al oxígeno del aire, la desoximioglobina se oxigena y pasa al estado oximioglobina, cuyo tono ideal es rojo cereza.

Evaluación Sensorial

El corte de res se sometió a la evaluación sensorial, donde los panelistas valoraron la terneza, sabor y olor de cada tratamiento. En la tabla 1 se observa que en cuanto al atributo de la terneza el tratamiento del corte envasado al vacío con sal de mesa o Cloruro de Sodio (NaCl) al 6% fue el mejor valorado por los panelistas, evaluándolo como el mejor en cuanto a terneza, igual en el mismo tratamiento se observa una excelente calificación en los atributos de sabor y olor.

Evaluaron la maduración al vacío con sal de mesa al 3% y al 6% como las mejores, seguidas por la maduración al vacío sin aditivos. En cuanto a la maduración con bicarbonato de sodio, la concentración al 6% fue la mejor valorada, mientras que la del 3% obtuvo la menor puntuación.

Tabla 1. *Valores de medias de atributos en corte de carne madurado*

Tratamiento	Atributos Sensoriales		
	Terneza	Sabor	Olor
Maduración al Vacío	4.10	4.60	4.20
Maduración al Vacío (Sal de Mesa al 3%)	4.20	4.90	4.60
Maduración al Vacío (Sal de Mesa al 6%)	4.50	4.80	4.70
Maduración al Vacío (Bicarbonato de Sodio al 3%)	3.00	2.70	2.90
Maduración al Vacío (Bicarbonato de Sodio al 6%)	3.80	4.10	3.80

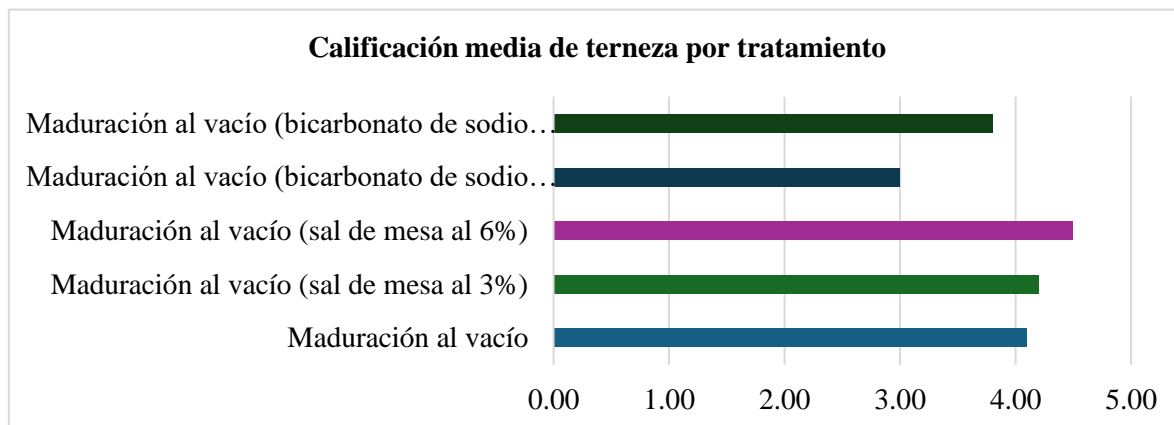
Las muestras mejor calificadas (5 es la calificación más alta), fueron las soluciones al 3% y 6% con sal (NaCl) y agua fueron las mejor calificadas en cuanto a la variable de mayor interés a este experimento. Para Pinton et., al (2021) el Cloruro de Sodio (NaCl) y los fosfatos son aditivos comúnmente utilizados en la fabricación de productos cárnicos. El NaCl actúa como conservante, además de dar el sabor salado a los productos cárnicos, mejorando el sabor y aroma y reduciendo la percepción del sabor amargo de algunos compuestos.

Se puede observar que el método de maduración con una solución salina al 6% fue la favorita del panel de participantes en el análisis sensorial (figura 6). El método con menor calificación consistentemente (respaldado por las medidas de tendencia central) fue la maduración con bicarbonato de sodio (al 3%) que obtuvo las calificaciones más bajas en las tres variables. En las muestras maduras al vacío, tanto con bicarbonato de sodio como con sal de mesa, la concentración

al 6% obtuvo la mejor calificación. Esto sugiere que aumentar la concentración del agente químico podría mejorar los resultados en los procesos de maduración.

Figura 6

Media de calificación de terneza por tratamiento de maduración



Aleu y Zogbi (2023) indican que la sal (cloruro de sodio) ha sido por siglos conocida como el principal conservante utilizado en la industrialización de productos y subproductos de origen animal, desde la producción de tasajo, bacalao, salazones varias y charqui. El más conocido es el cloruro de sodio (NaCl), conocido como sal de mesa, en distintos formatos según granulometría (fina, entrefina y gruesa), normalmente enriquecida con yodo. Dado a que el sodio (Na) en cantidades excesivas y acompañadas por una vida sedentaria pueden ser adversos para la salud, la industria se encuentra en el proceso de reducción del sodio y reemplazo de otras sales, como el cloruro de potasio (KCl) cloruro de magnesio (MgCl₂) y/o cloruro calcio (CaCl₂), que habitualmente conocemos como sales “light” o reducidas en sodio, al realizar reemplazos parciales en la formulación.

Se debe aclarar que eliminar totalmente el cloruro de sodio puede ser perjudicial para la salud, siempre y cuando no se incorporen otras tecnologías de proceso. Esto se da porque el cloruro de sodio genera en el producto cárnico una acción antimicrobiana y/o bacteriostática al disminuir la actividad de agua (Aw) del producto. Tiene un rol importante en la extracción y solubilización de las proteínas miofibrilares, aumentando la capacidad de retención de agua (CRA) y mejorando la capacidad de liga, fundamental para productos que van a ser loncheados o feteado. Aporta a su vez sabores y aromas característicos, sin la cual el producto puede transformarse en desabrido o soso (Aleu y Zogbi, 2023).

Como se ha comentado, la dureza de la carne va disminuyendo a medida que avanza el tiempo de maduración. Este “ablandamiento” es necesario para que la carne alcance su punto óptimo de calidad para el consumo. Sin embargo, la velocidad de tenderización y, por lo tanto, el tiempo óptimo de maduración de la carne dependerá de cada producto, ya que existen numerosos factores que influyen sobre la terneza final de la carne. Algunos son “intrínsecos” del producto, como los relacionados con diferencias entre raza, sexo, genética, alimentación, peso vivo y estrés antemortem y perimortem, y otros dependen de los cambios postmortem en la arquitectura e integridad de la célula

muscular, de cambios en la longitud sarcomérica, de la cantidad de tejido conectivo y grado de enlaces cruzados, del tamaño y cantidad de depósitos de grasa intramuscular y también de la actividad de enzimas proteolíticos sobre proteínas miofibrilares y sarcomérica, que podrían explicar la mayor parte de la variación en la carne madurada (García, 2013).

En la tabla 2 se muestra los resultados de la prueba estadística del ANOVA de los atributos sensoriales evaluados por tratamientos, los que evidencia que no hay diferencias significativas en la evaluación de los panelistas con respecto a los atributos evaluados.

Tabla 2. *Análisis de Varianza ANOVA de valores medios de atributos evaluados*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	F	Prob > F¹
Entre grupos	0.125	2	0.087141751	0.91731097
Dentro de los grupos	6.455	9		

¹Valores $p \leq 0.05$ indican diferencias significativas

La maduración con bicarbonato no presentó mejores resultados que la maduración sin la presencia de esta sal, lo que pudo deberse a la cantidad de la sal utilizada. Para el caso del bicarbonato, el ingrediente activo de la solución representó un 0.3% y un 0.6% para las soluciones al 3% y 6% de bicarbonato respectivamente. El estudio realizado por KANG et al., (2022) muestra mejoras en la carne con respecto a maduración sin la presencia de esta sal. Lo anterior podría deberse a que la carne fue preparada de manera asincrónica, es decir, las muestras con bicarbonato fueron las primeras en ser preparadas, y llegaron ligeramente menos calientes a los miembros del panel de análisis sensorial, lo que afecta sustancialmente la terneza de la carne cocinada por la temperatura al momento de servir y degustar. Esto se mejoraría corrigiendo los tiempos de cocción, o utilizando otros métodos para medir la terneza como una prueba de fuerza de corte total, similar al presentado en el experimento realizado por KANG et al., 2022.

A continuación, se presentan los resultados del proceso de maduración de corte de res bovino solamente envasada al vacío.

Maduración de cortes de carne bovina envasada al vacío

En este tipo de maduración se trabajó con tres muestras del corte de res, el cual se sometió a condiciones de maduración. Para evaluar el efecto de la maduración envasada al vacío en corte de res, se montó experimento que luego fue sometido a un análisis sensorial con 23 panelistas considerados consumidores activos de carne.

Al realizar las pruebas estadísticas de diferenciación de medias se encontraron algunos hallazgos los cuales la media referente a la terneza destaca un valor de 4.17 para la muestra 3 (tabla 3), valor

de 4 para la muestra 2 y una diferencia marcada por 3.95 en la muestra 1, infiriendo con un valor de significancia de ($p < 0.01$) explicando que la muestra 2 y la muestra 3 no se encontraron diferencias por las percepciones y participaciones de calificación por los 23 panelistas, mientras que la muestra 1 si se encontró una diferencia de la media, se contrasta con Maldonado (2009) relacionando el valor de la terneza su diferenciación marcada en el día 7 con una significación de ($p < 0.05$), resultados que refleja que los consumidores pueden detectar diferencias en la terneza en el séptimo día de aplicado el método de maduración.

Tabla 3. Prueba t atributo de terneza valoración por los panelistas

Terneza	t	Diferencias de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
			Inferior	Superior
Muestra 1 a los 7 días	26.88	3.957	3.56	4.26
Muestra 2 a los 7 días	20.12	4.000	3.59	4.41
Muestra 3 a los 7 días	24.00	4.174	3.81	4.53

En la muestra 1, el 21.74% de los panelistas calificaron la terneza como "me encanta", el 52.17% como "me gusta" y el 26.09% se mostraron indiferentes.

Los resultados de la evaluación de terneza en la muestra 2 mostraron que el 34.78% de los panelistas la consideró me encantó, el 39.13% la encontró me gustó ("me gusta"), el 17.39% no mostró preferencia "indiferente" y el 8.70% no le gustó. La suma de las categorías "me gustó" y "me encantó" revela que el 73.91% de los panelistas tuvo una buena impresión de la terneza de la muestra 2. En la muestra 3, el 36.13% de los panelistas la calificó como "me encantó", el 43.48% como "me gustó", el 13.04% como "indiferente" y el 4.35% como "no me gustó". Un 79.61% de los panelistas valoró positivamente la terneza de la muestra 3."

Al realizar las pruebas estadísticas de diferenciación de medias se encontraron algunos hallazgos referente al valor promedio en la terneza, destacando un valor de 4.00 para la muestra 3 (tabla 4), valor de 3.87 para la muestra 2 y una diferencia marcada por 3.65 en la muestra 1, infiriendo con un valor de significancia de ($p < 0.01$) explicando que la muestra 2 y la muestra 3 sus diferencias no son muy significativas en la media, mientras que la muestra 1 si reflejó diferencias en relación a las demás muestras en las características de percepción valoradas por los 23 participantes panelistas se contrasta con (Maldonado, 2009) relacionando el valor de la terneza su diferenciación marcada en el día 7 y en el día 14 con una significación de ($p < 0.05$), resultados que refleja que los consumidores pueden detectar aun diferencias en la terneza en el día catorce de aplicado el método de maduración

Tabla 4. Prueba t atributo de terneza valoración por los panelistas

Terneza	t	Diferencias de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
			Inferior	Superior
Muestra 1 a los 14 días	18.740	3.652	3.25	4.06
Muestra 2 a los 14 días	17.547	3.870	3.41	4.33
Muestra 3 a los 14 días	18.387	4.000	3.55	4.45

Las muestras sometidas al proceso de maduración durante 14 días fueron valoradas por un panel sensorial. Para la muestra 1 el 17.39% de los panelistas lo evaluaron como “Me encantó”, el 43.48% valoró con un “Me gustó” la terneza de la carne madurada a los 14 días, 26.09% como “Indiferente”, y el 13.04 % con un “No me gustó”, estableciendo un valor de suma que el 60.87% tiene una buena aceptación de la terneza de la muestra 1. La muestra 2 valorada por los panelistas, el 30.43% con un “Me encantó”, el 39.13% “Me gustó”, el 21.74% valoro con un “Indiferente”, mientras que el 4.35% reflejaron el “No me gustó” y “Detesté”, ambas con el mismo porcentaje, sin embargo, se denota que la sumatoria de buena aceptabilidad obtuvo un 69.56% en su totalidad sobre la muestra dos. La valoración de la muestra 3 en cuanto a la terneza, refleja que el 39.13% seleccionó “Me encantó”, el 34.78% “Me gustó”, y en el caso de “Indiferente” y “No me gustó” se obtuvo una valoración porcentual del 13.04%, sumando el nivel de buena aceptabilidad con un porcentaje de 73.91% sobre la muestra 3.

En síntesis, los panelistas valoraron cada muestra presentada, evaluando corte madurado a los 7 días y 14 días. En la tabla 5 se observa que los panelistas lograron discriminar las diferencias en los tiempos de maduración para el atributo de terneza y olor, observando que a los 14 días se muestran mejores resultados y en cuanto al sabor el proceso de maduración al día 7 fue mejor evaluado por el panel sensorial. La terneza en la investigación se midió a través de una evaluación sensorial, sin embargo, también se puede determinar a través del método de Warner-Bratzler que mide la fuerza de corte de la carne; la cual determina la suavidad de la carne, característica relacionada con la terneza. Según los resultados del estudio realizado por Araya y González (2022) las fuerzas de corte registradas se acercaron al punto de inflexión y disminuyeron conforme transcurrió el periodo de maduración, así mismo indican que el cambio en la fuerza de corte se minimiza a partir de 14 días de maduración. Según Madhusankha y Thilakarathna (2021) se ha revelado que los cortes de carne de primera calidad para asar, que representan el 10% del total de los cortes de carne de vacuno, son relativamente más tiernos.

Tabla 5. Corte de res se sometió a dos procesos de maduración envasadas al vacío

Tratamiento y proceso de maduración	Atributos		
	Terneza	Sabor	Olor
7 días de maduración	67.83%±2.19%	61.45%±4.66%	48.70%±3.14%
14 días de maduración	70.14%±4.24%	51.59%±4.62%	66.67%±3.54%

pH en cortes de res madurado

En la tabla 6 se presentan los datos de pH de cortes de carne madurado de tres tratamientos que se trabajaron, tomados a los 7 días y a los 14 días; observando que el pH tuvo una disminución hasta llegar a 5.4, valor considerado como el punto isoeléctrico de la carne. Según Araya y González, (2022) el punto isoeléctrico es el pH al cual la carga de la molécula proteica es neutra; es decir, el número de cargas positivas igual a las negativas, por lo que la carga neta es cero. El punto isoeléctrico de las proteínas de la carne ocurre a un pH de 5.4. Explica que la CRA depende del pH y que hay un punto mínimo de la CRA donde las proteínas llegan a ser insolubles en agua debido a la anulación de fuerzas en el punto isoeléctrico. La rápida disminución del pH de la canal puede incrementar las pérdidas de agua al desnaturizarse las proteínas estructurales de la membrana celular (entre ellas conectina y desmina), lo que disminuye la CRA entre las fibras; a partir de ello se observan cortes con mayor o menor cantidad de líquido perdido y por tanto se obtienen carnes exudativas.

Tabla 6. Medición de pH en procesos de maduración al vacío

pH de maduración de corte de carne Tratamientos	ANOVA			
	7 días	14 días	F	Prob > F ²
1	5.8	5.6	0.52	0.51
2	5.7	5.6		
3	5.4	5.4		

²Valores $p \leq 0.05$ indican diferencias significativas

En la tabla 6 también se observan datos del ANOVA de los valores medios obtenidos del pH de los tratamientos evaluados, reflejando que en ningún caso hubo diferencias significativas en valor de pH respecto al tratamiento.

Los valores de pH en los cortes de lomo de res en promedio fueron de 5.5 (día 1, 15, 30 y 45) similares a los encontrados en estudio realizado por Amaya (2019), estos valores son atribuidos a la adecuada conversión de glucógeno en ácido láctico permitiendo un pH óptimo. Según Consigli (2023) hay diversos mecanismos que intervienen en el proceso de maduración de la carne y, por lo tanto, en su ablandamiento. Por un lado, se encuentran los procesos fisicoquímicos como el pH y el aumento de la presión osmótica, sin embargo, los procesos enzimáticos son los mayores responsables de este ablandamiento o aumento de la terneza.

Conclusiones

Se sometieron al proceso de maduración dos tipos de corte de carne de res mediante dos procesos; envasado al vacío y envasado al vacío con sales minerales. De acuerdo con los datos obtenidos de las valoraciones del panel sensorial la maduración permitió mejorar las características sensoriales, un proceso importante que mejoró la ternura, suavidad en el corte, color y aroma. El color de la carne de res no se vio significativamente afectado por el uso de bicarbonato de sodio durante el proceso de maduración. Esto sugiere que la industria cárnica puede considerar el bicarbonato de sodio como una alternativa al uso de sales minerales para la maduración de la carne, ya que este ayuda a mantener el color sin afectar negativamente otros atributos como la ternura, el sabor y el olor.

La adición de sal común (NaCl) en el proceso de maduración puede mejorar significativamente la ternura de la carne. El uso de sal común, a una concentración del 6%, se puede considerar como una opción para la industria cárnica para obtener una carne más tierna, mejorando así la experiencia del consumidor. Los cortes de res sometidos a procesos de maduración con sales minerales, específicamente con bicarbonato de sodio presentaron un cambio significativo en cuanto a la ternura, el olor y sabor. El uso de cloruro de sodio al 6% de concentración fue mejor valorado por el panel sensorial, igual que el de 3% de concentración presentó buenos resultados. El uso de sales minerales es una opción para la maduración en carnes.

Se determinó que el pH de la carne podría ser un indicador útil para determinar el punto óptimo de maduración. Para la industria cárnica es importante que implemente un control de pH durante el proceso de maduración para determinar con precisión el momento en que la carne alcanza su punto óptimo de ternura y sabor. Esto podría ayudar a estandarizar la calidad del producto final y reducir las pérdidas por un proceso de maduración inadecuado.

Contribución de Autoría CRediT

En el presente estudio, todos los autores contribuyeron de manera equitativa en todas las etapas de la investigación. La *conceptualización* del estudio, el diseño de la *metodología*, la implementación del *programa estadístico*, la *validación* de los resultados y el *análisis formal* fueron desarrollados en conjunto. Asimismo, todos participaron en la *investigación*, incluyendo la recolección y análisis de datos, la gestión de *recursos*, y la *validación de datos* para su posterior reutilización. La *redacción del borrador original*, así como la *revisión y edición* del manuscrito, fueron realizadas colaborativamente. Además, la *supervisión y la administración del estudio* fueron llevadas a cabo de manera conjunta, asegurando la adecuada ejecución y finalización del estudio. En consecuencia, se declara que todos los autores han tenido una participación equitativa en cada aspecto del trabajo.

Declaración de intereses contrapuestos

Los autores declaran que no tienen intereses financieros en conflicto ni relaciones personales conocidas que pudieran haber influido en el trabajo presentado en este artículo.

Disponibilidad de datos

Los conjuntos de datos generados y/o analizados durante el estudio actual están disponibles del autor correspondiente a solicitud razonable.

Agradecimientos y financiamiento

Este estudio no recibió ninguna subvención específica de ninguna agencia de financiación del sector público, comercial o sin fines de lucro.

Referencias

- Aleu, G., y Zogbi, A. P. (2023). *Productos cárnicos: importancia del correcto uso de sales*. *AgroGlobal Digital*. <https://agroglobalcampus.com/productos-carnicos-importancia-del-correcto-uso-de-sales/?v=ac4a2766028a>
- Amaya, M. F. (2019). *Efecto de la maduración húmeda y masajeo en características físicas, microbiológicas y sensoriales en Longissimus dorsi de res*. [Tesis de grado, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano]. Zamorano Digital. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/970d3a5f-16ce-4d98-99d9-6b4160188731/content>
- Araya, D. A., y González, J. R. (2022). *Efecto de la maduración en húmedo sobre características físicas en siete músculos de toretes Brangus*. *AGROINNOVACIÓN en el Trópico Húmedo*, 29-37. doi:10.18845/rath.v3i2.6614
- Consigli, R. I. (2023). *La importancia del color de la carne fresca en el momento de su venta*. *AgroGlobal Digital*. <https://agroglobalcampus.com/la-importancia-del-color-de-la-carne-fresca-en-el-momento-de-su-venta/?v=ac4a2766028a>
- Consigli, R., y Aleu, G. (2022). *La maduración de la carne bovina*. *AgroGlobal Digital*. <https://agroglobalcampus.com/la-maduracion-de-la-carne-bovina/?v=59ca4f8bbb97>
- Franco, J., Simeone, Á., Beretta, V., Realini, C., Saadoun, A., Terevinto, A., . . . Bentancur, O. (2020). *Efecto de la suplementación con selenio orgánico sobre la calidad de la canal y la vida útil de la carne de vaquillonas terminadas en feedlot*. *Veterinaria (Montevideo)*. doi:10.29155/vet.56.214.5
- García, M. O. (2013). *Efecto del tiempo de maduración sobre la calidad organoléptica de la carne de vacuno*. *Tecnología Alimentaria*.

- <https://ria.asturias.es/RIA/bitstream/123456789/3501/1/Archivo.pdf>
- KANG, Z.-L., GAO, Z.-S., ZOU, X.-L., LI, Y.-P., y MA, H.-J. (2022). *Effects of NaHCO₃ on the colour, tenderness, and water distribution of raw and cooked marinated beef*. *Food Science and Technology*. doi:10.1590/fst.96521
- Kang, Z.-L., Zhang, X.-h., Li, K., Li, Y.-p., Lu, F., Ma, H.-j., . . . Zhu, M.-m. (2021). *Efectos del bicarbonato de sodio sobre las propiedades del gel, la distribución del agua y la movilidad de los rebozados de cerdo bajos en sal*. *LWT-food Science and Technology*, 136, 110567. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110567>
- Leites, C. C., Techera, T. G., y Torres, L. L. (2022). *Evaluación del tipo de maduración dry y wet durante 21 y 39 días sobre la calidad instrumental y sensorial de la carne de cordero*. [Tesis de grado]. *Universidad de la República Digital*. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/37776/1/FV-35315.pdf>
- Madhusankha, G., y Thilakarathna, R. (2021). *Meat tenderization mechanism and the impact of plant exogenous proteases: A review*. *Arabian Journal of Chemistry*, 102967. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2020.102967>
- Maldonado, I. L. (2009). *Efecto del tiempo de maduración y edad cronológica sobre características organolépticas de carne de res de Puerto Rico*. *Universidad de Puerto Rico*. <http://bovinosparcarne.uprm.edu/publication/lopezmaldonado%5B1%5D.pdf>
- Martincorena, I. B., Morixe, M. P., y Martincorena, T. W. (2021). *Evaluación del tipo de maduración (dry y wet) sobre la calidad instrumental de la carne vacuna durante 30 y 60 días*. *Udelar.FV*. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/36922>
- Molina, D. R., Vargas, J. L., Gutiérrez, J. B., Torres, K. C., y Amariles, V. A. (2022). *Determinación de algunas características de calidad de nuevos cortes primarios del cuarto delantero de canales bovinas colombianas*. *DINÁMICA*, 90-98. <https://doi.org/10.15446/dyna.v89n220.97467>
- Pinton, M. B., Santos, B. A., Lorenzo, J. M., Cichoski, A. J., Boeira, C. P., y Campagnol, P. C. (2021). *Green technologies as a strategy to reduce NaCl and phosphate in meat products: an overview*. *Current Opinion in Food Science*, 40, 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.03.011>
- Ponce, J. A., y Velásquez, A. I. (2020). *Estudio del proceso de maduración de los cortes finos de carne de res en el restaurante Azar Parrilla Argentina en el cantón Ambato, Tungurahua*. *UNIANDÉS*. <http://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/12043>
- Rojas, R. A., Peraza, E. M., Jones, R. W., & Villaplana, S. C. (2013). *Maduración del solomo (Biceps femoris) en vacas de descarte Bos indicus y Bos taurus*. *Agronomía Mesoamericana*. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212013000200020&lang=es
- Timaure, N. J., Berkhoff, M., Leal, M., Pérez, V., y Díaz, P. (2020). *Influencia de los métodos combinados de conservación por frío y tipo de envasado sobre la calidad de la carne bovina cruda y cocida*. *Nacameh*, 1-15. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7503491>

Torres, G., Sánchez, I., Restrepo, L., y Albarracín, W. (2012). *Estudio de la maduración de carne de cordero empleando electroforesis SDS-PAGE*. *Revista Colombiana de Química*. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012028042012000200007&lang=es

Semblanza de los autores

Ever Adolfo Reyes Puerto: Es máster en Procesamiento de Alimentos en la Universidad Nacional de Ingeniería (2019), Nicaragua y graduado de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional Autónoma de Honduras-UNAH (2014). Actualmente es Profesor en la UNAH a nivel de grado, en la carrera de Ingeniería Agroindustrial. Posee diplomados en Formación Pedagógica en Educación Superior por la FUNDA-UPNFM, Estadística Aplicada Facultad de Ingeniería por la Escuela de Matemáticas UNAH, en Investigación Científica por la DICIHT-UNAH y Vinculación Universidad Sociedad. Además, posee experiencia en el área de Ciencia, Formulación y Evaluación de Proyectos Agroindustriales, Tecnología de Alimentos, Procesamiento de Alimentos y Calidad Total, diseño de plan de Higiene y Seguridad para laboratorios de alimentos, formulación y coordinación de proyectos de vinculación, Innovación Educativa e investigación.