

## TÉCNICAS DE COCCIÓN Y FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA CARNE DE CERDO

Carlos Daniel Basto-Us<sup>1</sup>, Fidel Morales-Couoh<sup>2</sup>,  
Orlando Adrián Chan-May<sup>3</sup>, Lilian Viviana Catzin-Navarrete<sup>4</sup>

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

Recibido: 29/01/2024      Aceptado: 07/05/2024

**Resumen.-** La ganadería intensiva ha revolucionado la producción y consumo de carne, consolidándose como una fuente esencial de grasas y proteínas. Este trabajo recopila datos sobre las técnicas de cocción, su influencia en las propiedades nutricionales de la carne porcina y los factores que inciden en su calidad. Los métodos de cocción de la carne de cerdo resultan en pérdidas considerables de materia, las cuales varían dependiendo del proceso y el músculo utilizado. También pueden provocar la desnaturalización de proteínas y afectar sus propiedades físicas, incluyendo la distribución del agua, textura y color. Estos métodos de cocción afectan las propiedades sensoriales y la composición nutricional, incluso las reacciones químicas, como la de Maillard, encargada de generar sabores y aromas distintivos. La intensidad de esta reacción aumenta en la medida que el tiempo y la temperatura se incrementan. Las variaciones en las propiedades nutricionales destacan la necesidad de elegir la técnica adecuada para cocinar la carne porcina, además de considerar el sabor y textura. Los métodos de cocción desempeñan un papel crucial en la variación de la calidad nutricional de la carne de cerdo.

**Palabras Clave:** Carne, cerdo, cocción, proteínas, grasas.

## COOKING TECHNIQUES AND FACTORS AFFECTING THE QUALITY OF PORK

**Abstract.-** Intensive livestock farming has revolutionized meat production and consumption, establishing itself as an essential source of fats and proteins. This work compiles data on cooking techniques, their influence on the nutritional properties of pork, and the factors that impact its quality. Cooking methods for pork result in considerable losses of matter, which vary depending on the process and the muscle used. They can also lead to protein denaturation and affect its physical properties, including water distribution, texture, and color. These cooking methods affect sensory properties and nutritional composition, including chemical reactions such as the Maillard reaction, responsible for generating distinctive flavors and aromas. The intensity of this reaction increases as time and temperature increase. Variations in nutritional properties highlight the need to choose the appropriate technique for cooking pork, in addition to considering flavor and texture. Cooking methods play a crucial role in varying the nutritional quality of pork.

**Keywords:** Meat, pork, cooking, proteins, fats.

### Introducción

La cría intensiva de animales ha cambiado la perspectiva y enfoque sobre la producción y consumo de carne, debido a la cría de una gran variedad de especies, destinadas para el consumo humano (Broad, 2020) y la urbanización; se estima que en los próximos diez años habrá un incremento en el consumo de carne (OECD/FAO, 2021).

La carne es una fuente significativa de grasas, proteínas, aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales, destacados como la vitamina A, complejo B, zinc, selenio, hierro, fósforo y cobre, todos fundamentales para mantener una dieta equilibrada y nutritiva (Smith et al., 2022). La calidad de la carne de cerdo está determinada por factores como el bienestar, manejo de los animales y la composición genética (Auqui et al., 2019; Martins et al., 2020; Večerek et al., 2020). La cocción de la carne desencadena una serie de reacciones químicas, siendo la reacción de Maillard una de las más relevantes. Esta reacción, influenciada por factores como tiempo y temperatura, resulta en la formación de compuestos volátiles que confieren a la carne su característico sabor y aroma. Además, la cocción a altas temperaturas

<sup>1</sup>Estudiante del TecNM, campus Sur del Estado de Yucatán. Correo: l201t0019@suryucatan.tecnm.mx  
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-9732-8668>

<sup>2</sup>Docente del TecNM, campus Sur del Estado de Yucatán. fmorales@suryucatan.tecnm.mx, <https://orcid.org/0000-0002-3424-7656>

<sup>3</sup>Docente del TecNM, campus Sur del Estado de Yucatán. ochan@suryucatan.tecnm.mx, <https://orcid.org/0000-0002-8120-6945>

<sup>4</sup>Docente del TecNM, campus Sur del Estado de Yucatán. lcatzin@suryucatan.tecnm.mx, <https://orcid.org/0000-0003-1014-3040> (Autor Corresponsal).

puede provocar una mayor oxidación de los lípidos en la carne, lo que puede influir en la calidad y sabor final del producto (Wang et al., 2023; Cheng et al., 2023).

La cocción de la carne implica una pérdida considerable de materia; estos rendimientos varían según el corte y proceso efectuado (Gerber et al., 2009). La aplicación de diversos métodos de cocción puede resultar en la desnaturalización de proteínas, lo que altera la estructura de la carne y tiene un impacto en sus propiedades físicas, incluyendo la distribución del agua, la textura y el color (Song et al., 2021). Por ejemplo, en el asado, a temperaturas más elevadas, la carne pierde humedad y concentra una mayor cantidad de grasas extraíbles (Gaffield et al., 2020). Mientras que al freír lonchas de cerdo, la composición de la carne, ya sea magra o grasa, afecta la migración del agua durante la cocción, lo que tiene implicaciones importantes para la textura y jugosidad del producto final (Wang et al., 2021). Asimismo, en la cocción al vacío existen diferencias notables en humedad, contenido graso y proteínas entre la carne cruda y cocida (Rezler et al., 2023). Ahora bien, Afé et al. (2021) indican que los compuestos químicos presentes en el humo, como fenoles y aldehídos, no solo influyen en el sabor y aroma, sino que también pueden extender la vida útil del producto al inhibir el crecimiento de bacterias, aunque esto implica cambios en las propiedades nutricionales.

La presente investigación documental describe algunos de los métodos de cocción de la carne de cerdo, los factores que afectan la composición nutricional antes y después de la cocción y la influencia de la reacción de Maillard en estos métodos. Dada la importancia de la carne de cerdo como fuente principal de alimentación es conveniente comprender aquellos cambios en sus propiedades para generar la menor pérdida posible en su contenido nutricional.

#### Materiales y métodos

Este artículo se enfocó principalmente en la revisión de artículos científicos recientes listados en el *Journal Citation Reports*. En la fase inicial, se llevó a cabo una búsqueda selectiva de estudios publicados en los últimos cinco años que abordaran específicamente aspectos relevantes sobre la carne de cerdo. Se enfatizó en la comprensión del impacto de diversas técnicas de cocción, la composición nutricional de la carne, así como la reacción de Maillard y los factores determinantes durante el proceso de cocción. Posteriormente, se analizó cada artículo, centrándose particularmente en las secciones de resultados y discusión, para identificar las contribuciones y hallazgos más relevantes en el tema. La estructura del artículo se diseñó con el objetivo de presentar la información de manera lógica y comprensible al lector. Las citas se hicieron siguiendo la séptima edición de la norma APA.

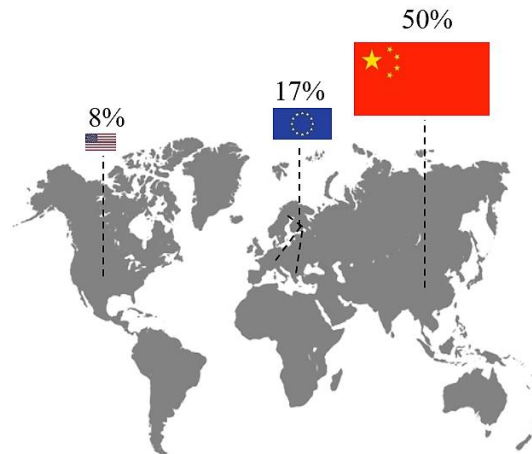
#### Resultados y discusión

##### Carne

En las últimas décadas se ha producido un cambio notable en la percepción y en las prácticas sociales relacionadas con la producción y consumo de carne, principalmente debido al surgimiento de la ganadería intensiva, un término que hace referencia a la producción masiva de animales de granja (Broad, 2020). Según la OECD/FAO (2021) el consumo de carne está influenciado por una serie de factores como el crecimiento demográfico y la urbanización, incluso los ingresos, precios, consideraciones éticas y de salud. Asimismo, se advierte que el crecimiento demográfico se rige como el principal motor del aumento en el consumo, y se proyecta un incremento del 11% a nivel mundial, que contribuirá a un aumento del 14% en el consumo total de carne para el año 2030. De igual modo, la producción de carne, se espera que para 2030 llegue a casi 44 millones de toneladas adicionales, alcanzando un total de 373 millones de toneladas. En la Figura 1 se muestra el mercado mundial de la carne de cerdo, el cual está dominado por China, la Unión Europea y Estados Unidos.

La carne engloba los músculos esqueléticos y tejidos afines de una amplia gama de especies animales, incluyendo mamíferos, aves, reptiles, anfibios y criaturas acuáticas, que generalmente se crían para el consumo humano (Broad, 2020). La carne es una fuente esencial de grasas, representando el 29% del consumo global, y de proteínas, aportando el 21% a nivel mundial; también contribuye del 16% al 32% de la disponibilidad global de aminoácidos esenciales. La carne contribuye principalmente en vitamina A y varias del complejo B, así como en minerales como zinc, selenio, hierro, fósforo y cobre, que son esenciales para una dieta equilibrada y nutritiva (Smith et al., 2022). Por su parte Ma et al. (2019b) señalan que el procesamiento de la carne de cerdo modifica el aspecto físico y conlleva una oxidación natural de la carne, lo que provoca un oscurecimiento en su apariencia; incluso, observaron una variación significativa en el contenido de proteínas, dependiendo del tipo y tiempo del procesamiento.

Figura 1. Principales mercados de la carne de cerdo a nivel mundial.



*Nota.* Elaboración propia a partir de Govoni et al. (2022).

Sin embargo, la preservación de nutrientes en la carne de cerdo es influenciada por el agua retenida en ella, así como en su calidad y formación de tejido muscular; incluso, la resistencia al corte refleja la ternura de la carne. Duan et al. (2023) advierten que la cantidad de grasa, proteínas, colesterol y ácidos grasos, presentes en la carne de cerdo, proporcionan información sobre sus propiedades nutricionales. En la Figura 2, de acuerdo a los consumidores, se puede observar una carne de cerdo de calidad, ya que, a menudo, suelen asociar al momento de elegir la carne a comprar, el tono, textura y marmoleo visual sobresaliente con carne más tierna, jugosa y sabrosa; no obstante, el marmoleo visual en la carne de cerdo no influye tanto en su calidad (Duan et al., 2023; Gaffield et al., 2020). Si bien estos factores afectan la calidad de la carne, el más crucial de acuerdo a Gaffield et al. (2020) es la temperatura de cocción.

Figura 2. Carne de cerdo de calidad según los consumidores.



*Nota.* Elaboración propia a partir de Gaffield et al. (2020).

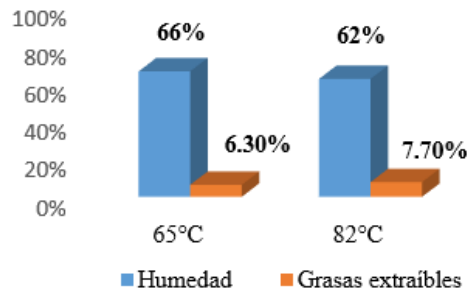
#### Técnicas de cocción

Los rendimientos de cocción varían según el músculo y el proceso empleado, y conllevan a una pérdida sistemática y significativa de materia. La cocción también induce cambios estructurales que afectan la capacidad de retención de agua, provocando una variación considerable en el contenido de grasa en comparación con los cortes crudos. En cuanto a los minerales, se presenta una disminución en calcio, sodio, potasio, magnesio y fósforo, cuando se prepara usando agua en forma de vapor. Es importante destacar que al cocinar carne con utensilios de acero inoxidable se observa un aumento en el contenido de hierro. En general, las condiciones de cocción juegan un papel crucial en las pérdidas de vitaminas en la carne, especialmente para las vitaminas solubles en grasa (Gerber et al., 2009). Las diferentes técnicas de cocción, temperaturas internas y el tipo de músculo tienen un impacto significativo en la pérdida de agua, la ternura y otros atributos de la carne de cerdo (Cauble et al., 2021). Incluso puede provocar la desnaturalización de proteínas, lo que resulta en alteraciones en la estructura de la carne y repercute en sus características físicas, como la distribución del agua, la textura y el color (Song et al., 2021). Doležalová et al. (2023) añaden que la transferencia de calor y la duración (tiempo) son importantes en el proceso de cocción debido a que evita la aparición de bacterias y hongos.

**Asado**

Gaffield et al. (2020) reportaron que los asados de cerdo cocinados a 82 °C tenían 1.4 % más de grasas extraíbles en comparación a los cocinados a 65 °C. En cuanto a la temperatura del asado se observó que cuando aumentaba la temperatura, lo hacían de igual forma las grasas extraíbles, mientras que la humedad descendía (Figura 3). Durante la cocción por el método asado de chuletas de cerdo se perdió humedad, lo que hace que los lípidos extraíbles se concentren (Gaffield et al., 2020). Por su parte, Gerber et al. (2009) encontraron que los jugos de cocción producidos durante el calentamiento, están compuestos de agua que contienen proteínas miofibrilares o sarcoplásmicas, colágeno, lípidos, sal, polifosfatos y componentes aromáticos. Estas pérdidas aumentan con la temperatura y el tiempo de cocción, lo que da una explicación de manera general de cómo se relacionan los rendimientos con el proceso de cocción. De igual forma, se observó que los índices de rendimiento variaron dependiendo del tipo de músculo, por ejemplo, el filete de cuello registró la mayor disminución de peso durante el proceso de cocción.

Figura 3. Comparación de humedad y grasas extraíbles de la chuleta asada a dos temperaturas.



Nota. Elaboración propia a partir de Gaffield et al. (2020).

Neill et al. (2022) compararon 6 muestras de lomo de cerdo de 2 cm de grosor, las cuales se cocieron por el método de asado a 180°C por 15 minutos aproximadamente sin la adición de condimentos; en este trabajo no se observó diferencias significativas en la concentración de vitaminas D en comparación con la carne cruda. En la tabla 1 se muestra dos tipos de corte en la cual el proceso de cocción y el equipo fue el mismo, pero el rendimiento fue diferente. El filete del cuello tuvo un menor rendimiento comparado con la panceta de cerdo.

Tabla 1. Comparación de rendimientos de cocción en dos cortes de carne de cerdo.

Tipo de corte	Proceso de cocción	Equipo	Rendimiento (%)
Filete de cuello	Asado a 72 °C	Parrilla	67.6 ± 1.88
Panceta	Asado a 72 °C	Parrilla	75.1 ± 2.92

Nota: Adaptado de Gerber et al. (2009).

**Freír (aire y salteado)**

Estudios realizados por Wang et al. (2021) en lonchas de cerdo salteadas advierten que la carne magra es rica en proteínas y de tejido muscular denso, mientras que la carne pura de grasa tiene una estructura más suelta y contiene mayor cantidad de grasa. Incluso, la carne magra sin mezclar mostró mayor contenido de agua (74.88%), en contraste con la carne pura de grasa que presentó el contenido de agua más bajo (6.73%). Asimismo, las muestras compuestas de carne magra y grasa en una proporción de 3:1 y 1:1 experimentaron una marcada reducción en su contenido de agua a 0.77% y 0.55% respectivamente, después de 30 minutos de cocción. Paralelamente, el contenido de grasa en carne magra pura aumentó progresivamente con la extensión del tiempo de cocción mientras que, en la carne grasa se observó una reducción inicial del contenido de grasa en los primeros 30 minutos del 64%, seguida de un aumento de 70% en 60 minutos. Las proporciones de carne magra y grasa tuvieron un porcentaje similar. Los cambios en el contenido de agua, grasa, composición y estructura influyen en la migración del agua durante la cocción (Tabla 2).

Bejerholm y Aaslyng (2004) examinaron el efecto de freír carne de cerdo en forma de hamburguesas y filetes en una sartén. La reacción de Maillard en la superficie de la carne contribuye al característico sabor y aroma de carne asada. Sin embargo, en el caso de las hamburguesas, se observó una alteración en la textura debido a la descomposición de las estructuras musculares causada por el proceso de molienda. Asimismo, el estudio realizado por Neill et al. (2022) en la que se manejó lomo de cerdo por el método de freír en una cacerola con 5 g de aceite vegetal a temperatura media

por 10 minutos aproximadamente, no se observaron diferencias significativas en la concentración de vitaminas D en comparación con la carne cruda, según las seis muestras analizadas de lomo de cerdo. Sin embargo, Cheng et al. (2023) observaron diferencias significativas en el grado de oxidación entre los distintos métodos de cocción, en la que las muestras sometidas a fritura al aire mostraron niveles de oxidación considerablemente altos en la carne de cerdo tibetana, debido a que se utiliza aire caliente, favoreciendo la interacción entre el oxígeno y los componentes de la carne y, a su vez, promoviendo la oxidación de los lípidos.

Tabla 2. Comparación de migración de agua en dos tipos de muestras de carne de cerdo durante la cocción.

Tipo de muestra	Composición	Estructura	Migración de agua	Contenido de agua
Carne Magra	Alta en proteínas y tejido muscular	Compacta	Menor migración	74.88%
Carne Grasa	Alta en grasa y citoplasma graso	Suelta	Mayor migración	6.73%

*Nota:* Elaboración propia a partir de Wang et al. (2021).

Así, el método de cocción parece generar una menor pérdida de humedad en comparación con otros métodos. Esta característica podría tener implicaciones nutricionales significativas, ya que un tiempo de cocción más breve podría resultar en la retención de un mayor contenido de nutrientes en el producto final (Bejerholm y Aaslyng, 2004).

#### Ahumado

Existen dos tipos de procesos de ahumado: el frío, donde la temperatura del producto no excede los 30°C, y el caliente, que implica la cocción del alimento. El ahumado es un método de conservación de alimentos que se emplea para prolongar su durabilidad al reducir la humedad y la presencia de microorganismos, y es utilizado para realzar las características sensoriales, como sabor, aroma y aspecto en alimentos. Durante este proceso generado por la quema parcial de madera, los productos se exponen aproximadamente 380 compuestos, algunos de estos, como los fenoles, carbonilos, derivados furánicos, ácidos orgánicos y sus ésteres, influyen en la calidad sensorial y pueden incluso prolongar la vida útil del producto al inhibir el crecimiento de bacterias que lo deterioran (Afé et al., 2021).

Un estudio llevado a cabo por Migdal et al. (2020) reveló notables variaciones en la composición nutricional de los solomillos ahumados tradicionales, dependiendo de la raza de cerdo. Específicamente, se identificaron diferencias en los niveles de proteínas y grasas entre las muestras procedentes de las razas Pulawska, Zlotnicka Blanca y Zlotnicka Manchada. Los solomillos de cerdos Pulawska presentaron una menor proporción de grasa en comparación con los obtenidos de cerdos de las razas Zlotnicka Blanca y Manchada. Esto indica el impacto que la raza de cerdo tiene en la composición de nutrientes de la carne, un aspecto crucial en la percepción de calidad por parte de los consumidores.

#### Horneado

La evaluación de la calidad sensorial de la carne se ve influenciada por la temperatura interna durante la cocción y la técnica utilizada. Se comparó la cocción en horno con la fritura en sartén, se observó que la primera da lugar a un color más oscuro mientras que las características de textura y jugosidad varían significativamente entre las muestras cocidas a diferentes temperaturas como 65, 75 y 80 °C entre los músculos lomo dorsal y bíceps femoral. La textura aumenta en el bíceps femoral al elevar la temperatura de 75 a 80 °C, mientras que en el lomo dorsal disminuye. Esta disparidad puede atribuirse a las divergencias en el contenido y solubilidad del tejido conectivo entre los dos músculos, lo que influye en la textura a distintas temperaturas. Las variaciones más significativas se aprecian en la textura y jugosidad a 75 °C (Bejerholm y Aaslyng, 2004).

Bejerholm y Aaslyng (2004) indicaron que la cocción de la carne de cerdo en horno a 90°C resultó con menor pérdida de humedad en comparación con la cocción a 140°C en el horno, lo que condujo a una mayor pérdida de cocción. Este último método puede generar una coloración intensa y una textura menos suave y jugosa. Además, la cocción a altas temperaturas implica una mayor pérdida de nutrientes debido al intenso calor. De acuerdo a Ivić et al. (2019) al evaluar sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS), se observó un incremento en la oxidación lipídica. Inclusive la exposición a una temperatura de 163°C, resultó en niveles significativamente superiores en las chuletas de cerdo lo que sugiere que el horneado a temperaturas elevadas podría potenciar la oxidación lipídica.

### Hervido

El método de hervido se basa en el uso de agua como medio de calentamiento. La presencia de agua facilita la reacción entre los aminoácidos y los productos de oxidación de lípidos en la carne de cerdo, lo que contribuye al elevado nivel de oxidación de las proteínas (Cheng et al., 2023). Un estudio realizado por Kim et al (2018), en el lomo de cerdo, indica que es importante mantener una temperatura final interna de 75°C, debido a que juega un papel significativo en la pérdida de agua.

Durante el proceso de cocción de la carne de cerdo mediante el método de hervido se observó una disminución en los niveles de proteínas sarcoplasmáticas y miofibrilares en la que la segunda fue superior en cuanto a pérdidas de proteínas comparado con la primera. La tasa de reducción en los contenidos de proteínas sarcoplasmáticas se ralentizó después de aproximadamente 9 minutos de cocción, mientras que en el caso de las proteínas miofibrilares, se ralentizó después de aproximadamente 20 minutos de cocción (Ma et al., 2019a). Asimismo, el método de hervido resultó en una menor emisión de partículas en comparación con los procedimientos de asar y freír, dado a que evita que la grasa se libere durante la cocción y se disperse en el aire, aunque este método puede aún producir partículas, su impacto en la calidad del aire interior parece ser menor que el de otras técnicas de cocción (Won et al., 2020).

### Cocción al vacío

Rezler et al. (2023) identificaron diferencias en los niveles de humedad, contenido graso, materia seca sin grasa y proteínas entre la carne cocinada, así como la carne en su estado crudo. Inicialmente, se evidenció que la carne sin procesar exhibía el más alto porcentaje de humedad, lo que marcaba una distinción notable en comparación con las muestras tratadas mediante ambos métodos de cocción. Asimismo, indican que durante el proceso de cocción al vacío se observaron cambios significativos en la composición esencial de las muestras de carne de cerdo. Se observó una reducción del contenido de agua en las muestras cocidas al vacío en diferentes intervalos de tiempo, variando entre el 23.19% y el 26.72%. A medida que el tiempo de cocción aumenta, se evidenció un aumento leve en la pérdida de agua. En cuanto a vitaminas D, Neill et al. (2022) no encontraron diferencias significativas en la concentración en contraste con la carne cruda, según las seis muestras analizadas en la que se manejó lomo de cerdo por el método al vacío a 60°C por aproximadamente 1 hora. Las muestras de carne sometidas a cocción al vacío tuvieron un aumento tanto de temperatura como del tiempo de cocción (Hwang et al., 2019; Kurp et al., 2022).

La variación en el contenido proteico de la carne se debe a la pérdida de humedad durante el proceso de cocción al vacío. Este fenómeno se origina por la mayor expulsión de agua y otros componentes presentes en la carne, como proteínas miofibrilares y sarcoplásmicas, colágeno, lípidos, vitaminas, minerales y compuestos que contribuyen al sabor (Rezler et al., 2023). Estos resultados coinciden con Gerber et al. (2009) y (Aaslyng et al., 2003) que indican que la temperatura tiene impacto en la capacidad de la carne para retener agua y, por lo tanto, proteínas.

### Cocción a vapor

Cocinar la carne en una olla obtuvo resultados semejantes en términos de pérdida de humedad en contraste con hornear a temperaturas altas. Aunque ofrece una textura y jugosidad superiores en comparación con la fritura en sartén, no alcanza la misma eficacia que cocinar a baja temperatura. Respecto a la nutrición, cocinar en una olla podría preservar los nutrientes al realizarse en un entorno sellado y en presencia de líquidos (Bejerholm y Aaslyng, 2004). Durante el proceso de cocción, la principal pérdida de agua ocurre debido a la liberación de líquidos provocada por la alteración de las proteínas. Esta transformación conlleva una reducción en la capacidad de solubilidad de las proteínas musculares, ya que forman conglomerados insolubles que no pueden ser recuperados. Cuando las proteínas se desnaturalizan de manera significativa, pierden su habilidad para retener agua, lo que resulta en una disminución de la humedad. Esta desnaturalización térmica desencadena modificaciones en la estructura y en el estado del agua en la carne (Song et al., 2021). Por otro lado, al evaluar diferentes tiempos y temperaturas durante la cocción de lomo de cerdo, se obtuvo que la textura y dureza aumentó conforme la temperatura se incrementaba (Ruirui et al., 2019).

Los experimentos de Song et al. (2021) sobre cocción de chuletas de cerdo al vapor indican que se perdió una parte considerable de humedad originada en los jugos expulsados por la desnaturalización de las proteínas. Los cambios en la solubilidad de las proteínas del músculo indican un incremento en la desnaturalización de estas, dado que su solubilidad disminuye a causa de la formación de agregados proteicos que no pueden ser disueltos. Por lo que al afectar la desnaturalización también se repercute en la retención de agua y, en consecuencia, en mayor pérdida de humedad.

### Microondas

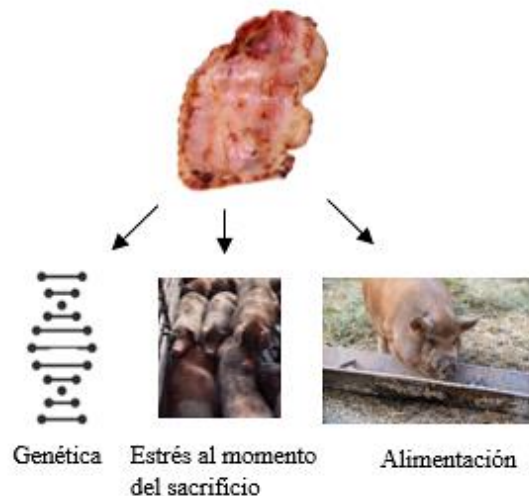
Lian et al. (2023) evaluaron el efecto del tiempo de exposición a microondas en la composición y calidad de los productos de cerdo, observando que la grasa constituye alrededor del 80% del peso total del producto. El volumen de las muestras tratadas con microondas disminuyó y su color cambió, pasando de blanco a marrón oscuro. Se evidenció una mejora en la pérdida de grasa y la temperatura central al aumentar el tiempo de exposición a microondas. Asimismo, observaron un incremento en la oxidación de lípidos a medida que aumentaba el tiempo de exposición a microondas lo que indica que el tratamiento tuvo un impacto en el proceso de oxidación de los lípidos en los productos cárnicos. En el análisis del perfil de ácidos grasos, se detectaron cambios significativos con el tratamiento de microondas. Los ácidos grasos saturados experimentaron un aumento, mientras que los monoinsaturados y poliinsaturados mostraron una disminución, posiblemente debido a la descomposición térmica de los compuestos de sabor volátiles producidos por los ácidos grasos poliinsaturados.

Wang et al. (2020) evaluaron aspectos clave acerca de la carne de cerdo por microondas y la combinación de microondas con calor convencional. En cuanto a la ternura, se observó que la carne cocida con microondas resultó más tierna que la tratada con el método combinado, indicando posibles variaciones en la transferencia de calor. Además, la cocción por microondas conllevó una mayor pérdida de agua y un menor contenido de humedad, lo que se tradujo en una carne menos jugosa y tierna. Al examinar la distribución del agua, se constató que la muestra cocida con la combinación de métodos presentó una proporción más elevada de agua inmovilizada. Estos resultados destacan la influencia significativa de los métodos de cocción en la textura y calidad de la carne, subrayando la ventaja del enfoque combinado en términos de retención de agua y ternura. Empero, se advierte que la cocción mediante microondas provocó un incremento en la hidrofobicidad de la superficie de las proteínas, indicando una mayor exposición de grupos hidrofóbicos en comparación con otras técnicas de cocción. Este cambio en la hidrofobicidad implica una modificación en la estructura proteica. Estos ajustes en la estructura de las proteínas pueden influir en la formación de una red gelatinosa más fuerte y resistente al calor por lo que este fenómeno podría contribuir a una mayor capacidad de retención de agua y una mayor ternura en la carne cocida con microondas en comparación con otras técnicas culinarias.

### Factores que afectan la calidad de la carne antes y durante su cocción

La suavidad de la carne después de cocinar depende de la textura inicial de la carne fresca, el proceso de envejecimiento después del sacrificio y la técnica utilizada durante la cocción (Ježek et al., 2019). En la figura 4 se observan algunos factores que pueden ocasionar variaciones en la pérdida por cocción, como el estrés al momento del sacrificio, la alimentación y la genética.

Figura 4. Factores que afectan la cocción de la carne.



Nota. Elaboración propia a partir de Gaffield et al. (2020).

Antes del sacrificio es común encontrar suciedad en el cuerpo y lesiones cutáneas, mientras que después del sacrificio, las afecciones respiratorias como la pleuresía y la neumonía son las más visibles, por eso es relevante un adecuado manejo y transporte de los animales en el proceso de producción (Ghidini et al., 2021). Večerek et al. (2020) señalan

que en los cerdos para engorda se puede observar daños en áreas como los pulmones, riñones e hígado, posiblemente debido a las condiciones de cría intensiva y la exposición al polvo.

El estudio realizado por Martins et al. (2020) indica que la raza es un factor esencial al momento de obtener una carne de calidad. Para ello se comparó el crecimiento, las características del canal y la calidad de la carne entre cerdos de las razas Alentejano y Bísaro, así como los cruzamientos entre ellas. En los primeros, el crecimiento es lento, pero tienen más grasa intramuscular, lo que mejora la terneza y calidad de la carne; mientras que los cerdos Bísaro tienen un mayor rendimiento en cortes magros y menos grasa, haciéndolos más adecuados para productos curados de alta calidad; y los cruces entre razas muestran características intermedias, lo que sugiere que podrían ofrecer beneficios tanto en términos de calidad de carne como de rendimiento comercial, siendo una estrategia prometedora para los agricultores y para la sostenibilidad de la producción porcina local.

En este mismo sentido, Auqui et al. (2019) examinaron la calidad de la carne en cerdos de la raza Chato Murciano, divididos en dos grupos según su peso al momento del sacrificio: peso ligero y peso pesado. Aunque no se encontraron diferencias significativas en el contenido de humedad entre los grupos, se observaron disparidades en los niveles de proteínas y grasas. El grupo peso pesado exhibió un menor contenido de proteínas con un 22.27% en comparación con el grupo ligero con un 23.46%, posiblemente relacionado con un aumento en el contenido de grasa. Además, se identificó que las razas rústicas, como el Chato Murciano tienden a tener un mayor contenido de grasa intramuscular, lo que puede influir positivamente en la jugosidad de los productos cárnicos y, por ende, en la aceptación del consumidor. En cuanto al perfil de ácidos grasos, el grupo peso pesado mostró una menor proporción de ácidos grasos saturados y una mayor proporción de ácidos grasos insaturados y poliinsaturados en comparación con el grupo ligero. Estos estudios proporcionan una visión integral de diversos aspectos de la industria porcina, desde la calidad de la carne hasta el bienestar animal y la selección de razas. Cada uno subraya la importancia de considerar diferentes factores, como genética, manejo y condiciones de cría, para mejorar la producción de calidad porcina.

#### Reacción de Maillard

El proceso de cocción de la carne trae consigo una serie de reacciones químicas que influyen en sus propiedades sensoriales y composición nutricional. Los componentes no volátiles presentes en el tejido graso y magro interactúan, dando lugar a la formación de compuestos volátiles que determinan las características aromáticas y el sabor distintivo de la carne (Wang et al., 2023).

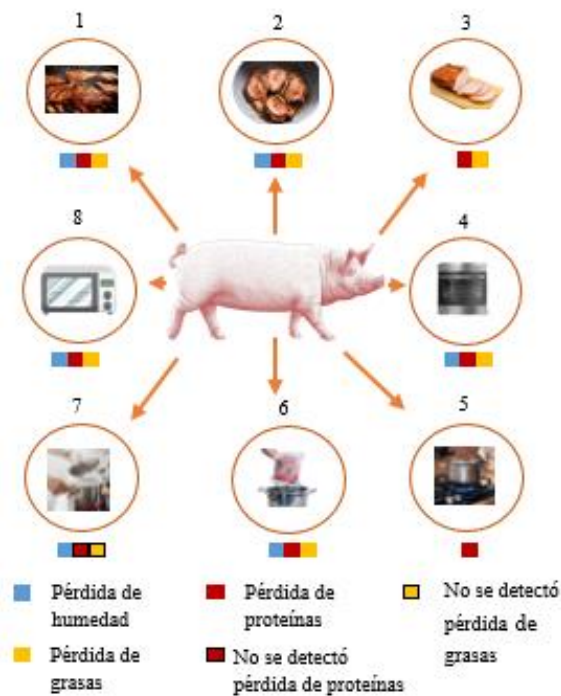
Uno de los mecanismos clave involucrados en este proceso es la reacción de Maillard, una serie de complejas reacciones químicas que ocurren cuando los azúcares reductores interactúan con los aminoácidos, péptidos o proteínas libres en la carne. Esta reacción está influenciada por diversos factores como el tipo y concentración de los reactivos, el tiempo, pH, temperatura y actividad del agua. La reacción de Maillard progresa a través de tres etapas: temprana, intermedia y final, generando una amplia gama de productos, incluidos compuestos de sabor volátiles y pigmentos marrones. La intensidad de esta reacción está directamente relacionada con el tiempo y la temperatura de calentamiento, siendo más pronunciada a temperaturas más elevadas (Wang et al., 2023).

Bejerholm y Aaslyng (2004) observaron que al asar la carne de cerdo en una sartén, la reacción fue especialmente prominente. A 80 °C, se intensificó el sabor y aroma a carne asada, indicando que la reacción de Maillard estaba en su punto óptimo. Esto sugiere que a esta temperatura, los aminoácidos y azúcares presentes en la superficie de la carne interactuaron de manera óptima para producir compuestos aromáticos y sabores característicos de la carne asada. A temperaturas más bajas, se percibieron otros matices aromáticos y sabores, posiblemente asociados a otras reacciones químicas que tienen lugar a temperaturas más suaves, como la cocción en agua. Por otro lado, a temperaturas más elevadas, el perfil de sabor y aroma se inclinó más hacia el característico de carne asada, indicando que la reacción de Maillard continuaba, pero posiblemente a un ritmo más acelerado. El impacto en el sabor y aroma, la reacción de Maillard también puede influir en la textura de la carne. La formación de compuestos durante esta reacción puede contribuir a la ternura de la carne, lo que podría explicar por qué se observó un incremento en la ternura bajo ciertas condiciones de cocción en el estudio.

En la Figura 5 se observan las diferentes variaciones en cuanto a pérdida de humedad, proteínas y grasas tras diferentes métodos de cocción como asar (1), freír (2), ahumar (3), por horno (4), hervir (5), al vacío (6), al vapor (7), y por microondas (8). Los resultados obtenidos fueron que cocciones como asar, freír, por microondas, al vacío y por horno detectaron pérdidas en grasas, proteínas y humedad mientras que al hervir y al vapor resultaron con menos pérdidas.



Figura 5. Análisis comparativo de los métodos de cocción.



Nota. Elaboración propia a partir de Bejerholm y Aaslyng (2004); Gerber et al. (2009); Gaffield et al. (2020); Wang et al. (2021); Cheng et al. (2023) y Rezler et al. (2023).

### Conclusiones

La carne es esencial en la dieta global por sus propiedades nutricionales la cual ha experimentado transformaciones en producción y consumo, especialmente con la urbanización. Al cocinar carne de cerdo, se produce inevitablemente pérdidas de sus propiedades y alteraciones en su estructura, factores como el tipo de corte y métodos de cocción influyen en la composición nutricional y características físicas, mientras que las condiciones de cocción afectan la conservación de vitaminas. Diferentes técnicas culinarias influyen en la retención de agua, ternura, entre otros, por ejemplo, el asado a temperaturas elevadas resulta en mayor contenido de grasas extraíbles y menor humedad, afectando así a las proteínas. La fritura provoca cambios notables en agua y grasa, por otro lado, el ahumado y la cocción a altas temperaturas impactan en la durabilidad y propiedades sensoriales de la carne, alterando la textura y el color. La cocción al vacío modifica la composición esencial de la carne. En esta investigación documental podemos encontrar algunas lagunas, como la necesidad de evaluar diferentes métodos de cocción en tipos específicos de carne para comparar propiedades nutricionales y determinar la utilidad de cada parte, según el método de cocción, por lo que conectar estos aspectos es crucial para comprender integralmente el impacto de diversos factores en la carne.

### Referencias bibliográficas

- Aaslyng, M. D., Bejerholm, C., Ertbjerg, P., Bertram, H. C., y Andersen, H. J. (2003). Cooking loss and juiciness of pork in relation to raw meat quality and cooking procedure. *Food Quality and Preference*, 14(4), 277-288. [https://doi.org/10.1016/s0950-3293\(02\)00086-1](https://doi.org/10.1016/s0950-3293(02)00086-1)
- Afé, O. H. I., Kpoclou, Y. E., Douny, C., Anihouvi, V. B., Igout, A., Mahillon, J., Hounhouigan, D. J., y Scippo, M. (2021). Chemical hazards in smoked meat and fish. *Food Science and Nutrition*, 9(12), 6903-6922. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2633>
- Auqui, S., Egea, M., Peñaranda, I., Garrido, M. D. P., y Linares, M. B. (2019). Rustic Chato Murciano Pig breed: Effect of the weight on carcass and meat quality. *Meat Science*, 156, 105-110. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.05.022>
- Bejerholm, C., y Aaslyng, M. D. (2004). The influence of cooking technique and core temperature on results of a sensory analysis of pork-depending on the raw meat quality. *Food Quality and Preference*, 15(1), 19-30. [https://doi.org/10.1016/s0950-3293\(03\)00018-1](https://doi.org/10.1016/s0950-3293(03)00018-1)

- Broad, G. M. (2020). Making Meat, Better: The metaphors of Plant-Based and Cell-Based Meat innovation. *Environmental Communication-a Journal of Nature and Culture*, 14(7), 919-932. <https://doi.org/10.1080/17524032.2020.1725085>
- Cauble, R. N., Ball, J. J., Zorn, V. E., Reyes, T. M., Wagoner, M. P., Coursen, M. M., Lambert, B., Apple, J. K., y Sawyer, J. T. (2021). Characteristics of pork muscles cooked to varying End-Point temperatures. *Foods*, 10(12), 2963. <https://doi.org/10.3390/foods10122963>
- Cheng, L., Li, X., Tian, Y., Qia, W., Li, X., An, F., Luo, Z., Shang, P., Liu, Z., y Huang, Q. (2023). Mechanisms of cooking methods on flavor formation of Tibetan pork. *Food Chemistry: X*, 19, 100873. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100873>
- Doležalová, J., Kameník, J., Bednář, J., Macharáčková, B., Ježek, F., Haruštiaková, D., Páral, V., y Pyszko, M. (2023). Effect of various cooking methods on cooking loss, sensory and instrumental properties of pork neck. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 32, 100737. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2023.100737>
- Duan, S., Tang, X., Zhan, J., Liu, S., y Zhang, Y. (2023). The establishment of evaluation models for the cooking suitability of different pork muscles. *Foods*, 12(4), 742. <https://doi.org/10.3390/foods12040742>
- Gaffield, K. N., Schunke, E. D., Lowell, J. E., Dilger, A. C., y Harsh, B. N. (2020). Evaluation of the changes in composition of pork chops during cooking. *Translational animal science*, 4(3). <https://doi.org/10.1093/tas/txaa154>
- Gerber, N., Scheeder, M. R. L., y Wenk, C. (2009). The influence of cooking and fat trimming on the actual nutrient intake from meat. *Meat Science*, 81(1), 148-154. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.07.012>
- Ghidini, S., Alborali, G. L., De Luca, S., Maisano, A., Guadagno, F., Conter, M., Ianieri, A., y Zanardi, E. (2021). Predictivity of antemortem findings on postmortem inspection in Italian heavy pigs slaughterhouses. *Animals*, 11(8), 2470. <https://doi.org/10.3390/ani11082470>
- Govoni, C., Chiarelli, D. D., Luciano, A., Pinotti, L., y Rulli, M. C. (2022). Global Assessment of Land and Water Resource Demand for pork Supply. *Environmental Research Letters*, 17(7), 074003. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac74d7>
- Hwang, S., Lee, E., y Hong, G. (2019). Effects of temperature and time on the cookery properties of sous-vide processed pork loin. *Food Science of Animal Resources*, 39(1), 65-72. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2019.e4>
- Ivić, M., Tomović, V., Jakanović, M., Škaljac, S., y Šojić, B. (2019). The influence of cooking methods and juniper essential oil on lipid oxidation in pork chops. *IOP conference series*, 333, 012064. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/333/1/012064>
- Ježek, F., Kameník, J., Macharáčková, B., Bogdanovičová, K., & Bednář, J. (2019). Cooking of meat: Effect on texture, cooking loss and microbiological quality – a review. *Acta Veterinaria Brno*, 88(4), 487-496. <https://doi.org/10.2754/avb201988040487>
- Kim, T., Hwang, K., Kim, Y., Jeon, K., Leem, K., y Choi, Y. (2018). Effects of pre-cooking methods on quality characteristics of reheated marinated pork loin. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 38(5), 970-980. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2018.e29>
- Kurp, L., Danowska-Oziewicz, M., y Kłębukowska, L. (2022). Sous vide cooking effects on physicochemical, microbiological and sensory characteristics of pork loin. *Applied sciences*, 12(5), 2365. <https://doi.org/10.3390/app12052365>
- Lian, F., Cheng, J., y Sun, D. (2023). Insight into the effect of microwave treatment on fat loss, fatty acid composition and microstructure of pork subcutaneous back fat. *LWT*, 187, 115297. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115297>
- Ma, J., Cheng, J., Sun, D., y Liu, D. (2019a). Mapping changes in sarcoplasmic and myofibrillar proteins in boiled pork using hyperspectral imaging with spectral processing methods. *LWT*, 110, 338-345. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.04.095>
- Ma, J., Sun, D., Pu, H., Wei, Q., y Wang, X. (2019b). Protein content evaluation of processed pork meats based on a novel single shot (snapshot) hyperspectral imaging sensor. *Journal of Food Engineering*, 240, 207-213. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.07.032>
- Martins, J., Fialho, R., Albuquerque, A., Neves, J., Freitas, A. M. C., Nunes, J. T., y Charneca, R. (2020). Growth, blood, carcass and meat quality traits from local pig breeds and their crosses. *Animal*, 14(3), 636-647. <https://doi.org/10.1017/s1751731119002222>
- Migdal W., Kulig, R., Walczycka, M., Węsierska, E., Zając, M., Tkaczewska, J., Migdał, Ł., Migdał, A., y Krępa-Stefanik, K. (2020). The quality of traditionally smoked tenderloins obtained from meat of native pig breeds. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 36(1), 49-61. <https://doi.org/10.2298/bah2001049m>
- Neill, H., Gill, C., McDonald, E. J., McRoberts, W. C., Loy, R., y Pourshahidi, L. (2022). Impact of cooking on vitamin D3 and 25(OH)D3 content of pork products. *Food Chemistry*, 397, 133839. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133839>

- OECD/FAO. (2021). Carne. *OECD-FAO Agricultural Outlook 2021-2030* (pp. 181-196). OECD. <https://doi.org/10.1787/6c9145fc-es>
- Rezler, R., Krzywdzińska-Bartkowiak, M., y Piątek, M. (2023). The influence of the sous vide cooking time on selected characteristics of pork loin. *Molecules*, 28(16), 6102. <https://doi.org/10.3390/molecules28166102>
- Ruirui, W., Huang, F., Zhang, L., Liu, Q., Zhang, C., y Zhang, H. (2019). Changes in the texture, microstructures, colour and volatile compounds of pork meat loins during superheated steam cooking. *International Journal of Food Science Technology*, 54(10), 2821-2830. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14198>
- Smith, N. W., Fletcher, A., Hill, J. P., y McNabb, W. C. (2022). Modeling the contribution of meat to global nutrient availability. *Frontiers in Nutrition*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.766796>
- Song, Y., Huang, F., Li, X., Han, D., y Zhang, C. (2021). Effects of different wet heating methods on the water distribution, microstructure and protein denaturation of pork steaks. *International Journal of Food Science & Technology*, 56(9), 4627-4638. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15248>
- Večerek, V., Voslářová, E., Semerád, Z., y Passantino, A. (2020). The health and welfare of pigs from the perspective of post mortem findings in slaughterhouses. *Animals*, 10(5), 825. <https://doi.org/10.3390/ani10050825>
- Wang, S., Chen, H., Sun, J., Zhang, N., Wang, S., y Sun, B. (2023). Effects of cooking methods on aroma formation in pork: A Comprehensive review. *Food Chemistry: X*, 100884. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100884>
- Wang, X., Wang, X., Muhoza, B., Feng, T., Xia, S., y Zhang, X. (2020). Microwave combined with conduction heating effects on the tenderness, water distribution, and microstructure of pork belly. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 62, 102344. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2020.102344>
- Wang, Z., Cai, R., Yang, X., Gao, Z., Yuan, Y., y Yue, T. (2021). Changes in aroma components and potential maillard reaction products during the stir-frying of pork slices. *Food Control*, 123, 107855. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107855>
- Won, S. R., Shim, I., Kwon, M., Ji, H. A., Park, K., y Ghim, Y. S. (2020). Particle number size distributions generated by different Korean pork cooking methods. *Air Quality, Atmosphere & Health*. <https://doi.org/10.1007/s11869-020-00837-3>
- Zhang, Y., Zhang, Y., Li, H., Guo, T., Jia, J., Zhang, P., Wang, L., Xia, N., Qian, Q., Peng, H., Pan, Z., Liu, D., y Zhao, L. (2022). Comparison of nutrition and flavor characteristics of five breeds of pork in China. *Foods*, 11(17), 2704. <https://doi.org/10.3390/foods11172704>

