



## Caracterización fisicoquímica de la posta de cerdo costarricense

Alejandro Chacón Villalobos<sup>1</sup>  & Sianny Chavarría Zamora<sup>2</sup> 

1. Universidad de Costa Rica, Estación Experimental Alfredo Volio Mata, Cartago, Costa Rica; alejandro.chacon@ucr.ac.cr
2. Universidad de Costa Rica, Escuela de Zootecnia, San José, Costa Rica; sianny.chavarria@ucr.ac.cr

Recibido 20-III-2024 • Corregido 27-VI-2024 • Aceptado 17-VII-2024

DOI: <https://doi.org/10.22458/urj.v16i1.5213>

**ABSTRACT.** “Physicochemical characterization of Costa Rican pork shoulder”. **Introduction:** Pork meat offers high-quality nutrients, and in 2022, global pork production reached 125 million tons, with the highest demand in Asia. Considering some health implications of red meat, it is essential to characterize pork meat cuts, particularly in Costa Rica, where each person consumed a mean of 17kg in 2022. **Objective:** To physico-chemically characterize the pork shoulder cuts in Costa Rica. **Materials and Methods:** We collected samples of pork shoulder cuts, with an average weight of 2,5kg, selected randomly two days after slaughtering, and applied physico-chemical analyses **Results:** The samples had an average of crude protein of 20,7±1,6%, with a polyunsaturated fatty acids/saturated fatty acids (PUFA/SFA) ratio of 0,36 and low sodium content (0,056g/100g). The energy value of the pork shoulder cut reported in this research (139,6kcal/100g), classifies it as one of the lowest energy cuts of pork. Of total fat, 96.7%±0,2 was represented by six fatty acids: oleic, palmitic, stearic, linoleic, palmitoleic and myristic. The cutting force was 4,62kgf, and the color was characterized by a dark brown tone. **Conclusion:** Costa Rican pork shoulder stands out for its low energy value and high protein content, making it suitable for weight loss dietary plans.

**Keywords:** Pork meat, red meat, quality, fatty acids.

**RESUMEN. Introducción:** La carne de cerdo ofrece nutrientes de alta calidad y en 2022, su producción mundial alcanzó 125 millones de toneladas, con la mayor demanda en Asia. Considerando algunas implicaciones de la carne roja para la salud, es esencial caracterizar los cortes de carne de cerdo, particularmente en Costa Rica, donde cada persona consumió un promedio de 17kg en 2022. **Objetivo:** Caracterizar físico-químicamente los cortes de paleta de cerdo en Costa Rica. **Materiales y Métodos:** Obtuvimos muestras de cortes de paleta, con un peso promedio de 2,5kg, seleccionadas al azar dos días después del sacrificio, y aplicamos análisis físico-químicos. **Resultados:** Las muestras tuvieron un promedio de proteína cruda de 20,7±1,6%, con una proporción de ácidos grasos poliinsaturados/ácidos grasos saturados (AGPI/AGS) de 0,36 y bajo contenido de sodio (0,056g/100g). El valor energético del corte de paleta de cerdo en esta investigación (139,6kcal/100g) lo clasifica como uno de los cortes de cerdo de menor valor energético. Del total de grasa, el 96,7%±0,2 estaba representado por seis ácidos grasos: oleico, palmítico, esteárico, linoleico, palmitoleico y mirístico. La fuerza de corte fue de 4,62kgf, y el color se caracterizó por un tono marrón oscuro. **Conclusión:** La paleta de cerdo costarricense se destaca por su bajo valor energético y alto contenido de proteínas, lo que la hace adecuada para planes dietéticos de pérdida de peso.

**Palabras clave:** Carne de cerdo, carne roja, calidad, ácidos grasos.

La carne de cerdo es la más consumida a nivel mundial, debido a la importante adquisición de este producto en China y otros países de Asia, con un consumo per cápita de 41kg para el año 2019 el cual varía según diferentes países (Lebret & Čandek-Potokar, 2022; Parlasca & Qaim, 2022). De igual manera, la producción de carne de cerdo ha mostrado aumentos constantes en los últimos años; según la FAO, para el año 2022 se estimó una producción de 124,6 millones de toneladas, que indica un incremento del 1,8% con respecto al año anterior (Food and Agriculture Organization [FAO], 2022).

En los últimos años, el consumo de carne de cerdo en América Latina ha aumentado como respuesta a un incremento en la producción interna, una mejora en la calidad del producto y precios relativamente favorables, por lo que se ha posicionado como uno de los tipos de carne preferidos en la región (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico-Food and Agriculture Organization [OCDE-FAO], 2017).

En Costa Rica, la producción porcina representa una de las principales actividades agropecuarias, contribuyendo en el año 2022 con el 1,6% del valor agregado de las actividades primarias del sector agropecuario (Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria [SEPSA], 2022). En el año 2021 la producción de carne de cerdo registró un total de 70 285 toneladas, mostrando un decrecimiento del 5,2% en comparación con el año 2020. Por el contrario, las importaciones en ese mismo periodo presentaron un aumento considerable del 66,4% con un total de 15 014 toneladas de carne de cerdo importada en el 2021 (Sistema de Información de Mercados [SIM], 2022). En cuanto al consumo nacional per cápita, el mismo se estimó en 17,2kg para el año 2022.

Según los valores vistos anteriormente, la carne representa una de las principales fuentes de nutrientes para la población mundial, debido a su aporte en proteínas, vitaminas y minerales esenciales para la nutrición humana. La composición fisicoquímica de la carne difiere según la especie de la que esta provenga (Headey et al., 2018) y otros factores como la genética, la dieta y el sexo del animal (Lebret & Čandek-Potokar, 2022).

La carne de cerdo contiene entre un 18 a 22% de proteína, y su contenido de aminoácidos se considera equilibrado para las necesidades humanas. El contenido de grasa varía según el tipo de músculo, pero generalmente se encuentra entre 1 a 10% (Schwob et al., 2020). Además, contiene minerales como yodo, hierro, zinc y vitaminas del complejo B (Australian Government, 2017). Las propiedades organolépticas o sensoriales incluyen los atributos que los consumidores pueden percibir con sus sentidos, dentro de los cuales se encuentran la apariencia (marmoleo y color), el sabor, el olor y la textura que incluye la jugosidad y la suavidad (Lebret & Čandek-Potokar, 2022).

La calidad final del producto es determinada por el consumidor quien valora principalmente características organolépticas y en segundo lugar el contenido proteico de la carne (Lebret & Čandek-Potokar, 2022). Del mismo modo, se ha observado un aumento en el interés por conocer el origen de la carne y las condiciones de producción (Lukac et al., 2015), debido a las crecientes consternaciones entorno al bienestar animal y los mitos de que la carne de cerdo es considerada como grasosa, alta en calorías y peligrosa para la salud humana (Sánchez et al., 2020).

Dado que la carne de cerdo es de alto consumo, esta investigación tiene como objetivo caracterizar la posta de cerdo producida a nivel nacional, mediante el análisis fisicoquímico, con el fin de proporcionar información científica relevante a la población costarricense sobre las propiedades y calidad de este producto cárnico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Localización del proyecto:** Obtuvimos la posta de cerdo de la planta de distribución de la Cámara Costarricense de Porcicultores (CAPORC) ubicada en Belén de Heredia, desde septiembre del 2020 hasta septiembre del 2022. Una vez adquirida la muestra, mantuvimos la cadena de frío en una hielera con hielo, durante el transporte de la misma hacia la Universidad de Costa Rica, donde se almacenó por un período no mayor a dos días en los congeladores del Laboratorio de Anatomía y Fisiología Animal de la Escuela de Zootecnia y/o en el Laboratorio de Química de la Escuela de Tecnología de Alimentos de la Universidad de Costa Rica, a una temperatura menor a 5°C. Posteriormente la entregamos a los laboratorios de la Universidad de Costa Rica; el Centro de Investigación en Nutrición Animal (CINA) y el Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CITA) para proceder con los análisis.

**Obtención de la materia prima:** Las muestras fueron piezas de carne de posta de cerdo fresca, que recolectamos de forma aleatoria dos días después de la cosecha de los animales. Dicha aleatoriedad pretendía simular la adquisición en un establecimiento, que posibles clientes pudiesen acudir, por lo tanto, el presente estudio no contempla factores como la genética, edad, nutrición, ni manejo general de los cerdos de los cuales proviene la muestra. Las muestras tuvieron un peso promedio de 2,5kg.

**Caracterización química de la posta de cerdo:** Con el fin de evaluar químicamente las muestras, en el CITA analizaron el contenido de carbohidratos totales, estos se calcularon por diferencia utilizando la ecuación:  $100 - (\% \text{ Humedad} + \% \text{ Ceniza} + \% \text{ Proteína} + \% \text{ Grasa})$ . Las cenizas según el método 920.153 AOAC, P-SA-MQ-004\*, la grasa cruda por medio del 960.39 AOAC, P-SA-MQ-005\*, y la humedad con el 950.46B AOAC, P-SA-MQ-002\*. La proteína fue analizada por el método 928.08 AOAC modificado, P-SA-MQ-003\*, y los ácidos grasos, las grasas saturadas y las trans por el 996.06 AOAC y Ce 1e-91, AOAC, cromatografía de gases (GC-FID), P-SA-MQ-034\*. Por último, el valor energético fue calculado utilizando la ecuación:  $\text{kcal}/100 \text{ g } 4,189 (4\% \text{ Carbohidratos} + 4\% \text{ Proteína} + 9\% \text{ Grasa})$ .

Del mismo modo, realizamos el análisis de ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME), que incluyen el ácido mirístico C14:0, palmítico C16:0, palmitoleico C16:1, linoleico C18:2, esteárico C18:0, oleico C18:1, butírico C4:0, cáprico C10:0, láurico C12:0, miristoleico C14:1, pentadecanoico C15:0, margárico C17:0, margaroleico C17:1, alfa-linoleico C18:3, ácido cis-11,14-eicosadienoico C20:2, ácido cis-5,8,11,14-eicosatetraenoico C20:4 y el ácido cis-11-eicosenoico C20:1, por medio del método 996.06 AOAC y Ce 1e-91, AOAC, cromatografía de gases (GC-FID), P-SA-MQ-034.

En el CINA, analizamos las cenizas por medio del método AOAC 942.05, y la humedad con la Adapt. Goering y Van Soest. Forage Analysis, ARS/USDA. Se utilizaron los métodos AOAC 975.03 y AOAC 968.08 para analizar calcio, cobre, hierro y zinc. El potasio y magnesio mediante el método AOAC 975.03 y AOAC 985.35. Utilizamos los métodos AOAC 965.17 y AOAC 986.24 para el análisis del fósforo y, por último, el sodio únicamente por el método AOAC 985.3.

**Diseño experimental y análisis estadístico:** Evaluamos por medio de estadística descriptiva la humedad, carbohidratos totales, proteína, grasa cruda, grasa saturada, grasa monoinsaturada, grasa poliinsaturada, grasas trans, valor energético total, cenizas y minerales.

## Caracterización física de la carne de cerdo

**Determinación de la fuerza de corte (FC):** Determinamos la FC en muestras de posta de cerdo cocidas en un horno de cocina hasta que el centro de las piezas alcanzó los 70°C, luego se mantuvo a temperatura ambiente (20-25°C) antes de la prueba, para la que se cortaron en trozos de 3x3x1cm. Estas muestras pasaron por un proceso de limpieza en el que removimos nervios, cartílagos y otros tejidos conectivos que pudieran interferir con la prueba (Chacón, 2005).

Utilizamos un texturómetro Stable Micro Systems Texture Analyzer modelo TA-XT Plus con la cuchilla de Warner-Bratzler con una celda de carga de 50kg. Realizamos el corte de forma perpendicular a la dirección de las fibras del músculo, y tomamos la fuerza de corte del pico de fuerza de la curva (Choe et al., 2016). Con el fin de obtener un resultado más representativo, realizamos cinco réplicas (TABLA 1). Los parámetros para la prueba de FC con el texturómetro fueron los descritos por American Meat Science Association [AMSA] (2015).

**TABLA 1**

Parámetros empleados en el texturómetro para la realización de la prueba de FC con la cuchilla Warner-Bratzler en posta de cerdo, tanto cruda como cocida.

Parámetro	Valor
Velocidad pre-ensayo	2,0mm/s
Velocidad durante el ensayo	2,0mm/s
Velocidad post-ensayo	10,0mm/s
Distancia	30mm
Tipo de gatillo	Auto- 20g
Modo de tarado	Auto
Tasa de adquisición de datos	200pps

**Determinación de color:** Realizamos los análisis de color en muestras de posta de cerdo cocida a las que se les quitó las zonas de grasa o de pigmentación irregular. Utilizamos un colorímetro HunterLab modelo ColourFlex® 430, con los sistemas de color CIEL\*a\*b\* y CIEL\*C\*h. En la calibración del equipo utilizamos el iluminante D65 con un ángulo de 10° para el observador y un ángulo de iluminación de 45°/0°, y patrones de teja blanco y negro; el calibrado se corroboró según las indicaciones del software del equipo (González et al., 2003) y con la teja de color verde. Colocamos los trozos de posta en placas de petri de 5cm, cubriendo el fondo y evitando filtraciones de luz; giramos cada placa 90° durante la determinación de color. Realizamos cinco réplicas a cada muestra, para obtener un resultado representativo (Onega, 2003).

**Diseño experimental y análisis estadístico:** Efectuamos tres análisis por cada muestra y los resultados se analizaron por medio de estadística descriptiva.

## RESULTADOS

Calculamos los valores y las desviaciones estándar de varios componentes nutricionales de la posta de cerdo, donde resaltan en cuanto a variabilidad el valor energético y el contenido de grasa (TABLA 2). Además, cabe señalar que encontramos un contenido de proteína de 20,7% el cual se encuentra dentro del rango esperado.

**TABLA 2**

Caracterización química de la posta de cerdo en Costa Rica

Analito	Valor	DE
Carbohidratos totales (g/100g)	<0,1	-
Grasa cruda (g/100g)	6,10±0,10	3,8
Grasa monoinsaturada (g/100g) <sup>1</sup>	2,78±0,02	1,5
Grasa poliinsaturada (g/100g) <sup>2</sup>	0,76±0,01	0,5
Grasa saturada (g/100g) <sup>3</sup>	2,11±0,05	1,4
Grasa trans (g/100g)	<0,01	-
Humedad (g/100g)	72±2	2,7
Proteína (Nx6,25) (g/100g)	20,7±0,2	1,6
Valor energético (kcal/100 g)	131,5 ±0,1	19,1
Valor energético (kJ/100 g)	550,6 ±0,2	120,0
Cenizas (g/100g)	1,23368±0,00005	0,3

Grasa monoinsaturada (AGMI)<sup>1</sup>, grasa poliinsaturada (AGPI)<sup>2</sup>, ácidos grasos saturados (AGS)<sup>3</sup>.

Dentro de la grasa cruda obtenida en esta investigación, el 44,75% pertenece a grasas monoinsaturadas, seguidas por un 36,72% de grasas saturadas y <0,01% de grasas trans. En cuanto a la posta de cerdo nacional la relación ácidos grasos poliinsaturados/ácidos grasos saturados (AGPI/AGS) es de 0,36.

Analizamos el contenido mineral y la desviación estándar de la posta de cerdo en Costa Rica (TABLA 3), donde es destacable el aporte de sodio, del cual se discutirá más adelante.

**TABLA 3**

Contenido mineral de la posta de cerdo en Costa Rica.

Analito	Valor	DE
Cenizas (g/100g)	1,23368±0,00005	0,3
Calcio (mg/kg)	11,2±0,3	4,5
Cobre (mg/kg)	0,22±0,08	0,2
Fósforo (g/100g)	0,228±0,002	0,04
Hierro (mg/kg)	13,4±0,4	6,2
Magnesio (g/100g)	0,0271±0,0004	0,005
Potasio (g/100g)	0,383±0,005	0,04
Sodio (g/100g)	0,056±0,004	0,2
Zinc (mg/kg)	19,8±0,8	3,9

A continuación, exponemos los resultados encontrados para el perfil de ácidos grasos de la posta de cerdo (TABLA 4), donde se observa que el mayor conglomerado en color rosa lo componen los ácidos grasos oleico, palmítico, esteárico, linoleico, palmitoleico y mirístico con un 96,7%±0,2 del total de la grasa. Los dos conglomerados restantes, en color celeste y naranja, anidan el 2,8% y 0,5% del perfil de ácidos grasos, respectivamente.

Caracterizamos instrumentalmente el color de la posta de cerdo cocinada (TABLA 5), la cual permite establecer valores de referencia para determinar si la carne cumple o no con estándares de calidad deseados en cuanto a luminosidad (L), tonalidad (a) y matiz (b). La de la posta de cerdo cocida presentó un tono café oscuro (Fig. 1). Esta característica es relevante puesto que puede tener implicaciones en la calidad y aceptación de la posta de cerdo nacional.

**TABLA 4**

Perfil de ácidos grasos de la posta de cerdo costarricense (porcentaje del 100% de grasa)

Ácido Graso	Valor porcentual (%)	DE
Oleico C18:1	44,78±0,08	1,8
Palmítico C16:0	25,27±0,04	1,3
Estearico C18:0	12,00±0,02	2,6
Linoleico C18:2	10,60±0,01	2,0
Palmitoleico C16:1	2,687±0,003	0,4
Mirístico C14:0	1,389±0,002	0,1
cis-11-eicosenoico C20:1	0,6105±0,0009	0,3
alfa-linolenico C18:3	0,4120±0,0006	0,2
cis-11,14-eicosadienoico C20:2	0,3946±0,0006	0,2
trans-9-elaidico C18:1t	0,384±0,001	0,2
cis-5,8,11,14,-eicosatetraenoico C20:4	0,3473±0,0003	0,2
Margárico C17:0	0,2671±0,0003	0,4
Margaroleico C17:1	0,1796±0,0002	0,08
Araquidico C20:0	0,1166±0,0002	0,09
Cáprico C10:0	0,1134±0,0001	0,04
Láurico C12:0	0,0839±0,0001	0,04
Trans-trans-linoelaidico C18:2t	0,07652±0,00007	0,04
8-11,14-Eicosatrienoico C20:3	0,0634±0,0001	0,06
cis-11,14,17-Eicosatrienoico C20:3	0,04159±0,00008	0,06
Pentadecanoico C15:0	0,03675±0,00005	0,03
Lignocérico (C24:0)	0,03157±0,00006	0,04
Pentadecenoico C15:1	0,02961±0,00004	0,04
Butírico C4:0	0,01461±0,00002	0,04
Docosahexenoico DHA C22:6	0,0127±0,0002	0,07
gamma-linolenico C18:3	0,01198±0,00002	0,02
Caprílico C8:0	0,01028±0,00002	0,02
Miristoleico C14:1	0,009626±0,000009	0,01
Nervónico 24:1	0,00332±0,00001	0,01
Tricosanoico (C23:0)	0,00258±0,00004	0,01
Caproico C6:0	0,002418±0,000002	0,01
cis-5,8,11,14,17-eicosapentaenoico EPA C20:5	0,000773±0,000009	0,003
Erucico C22:1	0,000503±0,000003	0,003
Behenico C22:0	0,000471±0,000001	0,003

**TABLA 5**

Evaluación colorimétrica para la posta de cerdo costarricense cocinada

Muestra	Variable colorimétrica evaluada									
	L*	DE	a*	DE	b*	DE	C*	DE	ho	DE
Nacional	33,19	5,7	3,16	1,4	10,55	1,3	11,07	1,6	73,81	5,6

Todos los valores con una incertidumbre analítica de ±0,01



**Fig. 1.** Color de la posta de cerdo cocida

## DISCUSIÓN

Debido a las crecientes consternaciones en cuanto a problemas de salud relacionados con la carne en general, la identificación de características y valores nutricionales de cortes de carne específicos se vuelve cada vez más importante (Kim et al., 2008), sobre todo considerando que la fisicoquímica de estos depende de diversos factores como genética, sexo, estado fisiológico, nutrición, manejo general, transporte y faena (Lebret & Čandek-Potokar, 2022).

El contenido nutricional de la carne depende del corte analizado, ya que se ha encontrado que los valores de proteína de la carne de cerdo varían desde 15,82% en carne cruda rica en grasa hasta 58,50% en piel (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá [INCAP], 2007). La carne porcina suele contener de 18 a 22% de proteína (Kim et al., 2008; Schwob et al., 2020). Al promediar los valores reportados por INCAP para la carne de cerdo en el país se encontró un valor promedio de 22,74% de proteína (INCAP, 2007), valor similar al hallado en esta investigación de la posta de cerdo producida a nivel nacional (20,7%).

El contenido graso de la carne de cerdo no es la excepción ya que se ha visto que los valores varían según raza y genotipo, edad, sexo, nutrición y cortes específicos (Reig et al., 2013) y suele encontrarse entre el 1 y 10% (Schowob et al., 2020). Este parámetro se relaciona con la calidad sensorial de la carne fresca, ya que se ha visto que un mínimo de 2% de grasa intramuscular es necesaria para garantizar la óptima percepción por parte del consumidor (Williams et al., 2005).

Kim et al. (2008) encontraron una correlación fuerte positiva ( $r=0,81$ ;  $p<0,001$ ) entre el contenido calórico de los músculos del cerdo y el contenido de grasa dentro de los mismos. La relación entre AGPI y AGS ha sido ampliamente usada para evaluar el valor nutricional de la grasa, encontrando porcentajes de grasa saturada de 38,09%, insaturada de 61,91%, monoinsaturada de 51,59% y poliinsaturada de 10,32% en la posta de cerdo (Kim et al., 2008). Valores similares a los encontrados en esta investigación, lo cuales corresponden a 36,72% de grasas saturadas, 45,57% de grasas monoinsaturadas y 12,46% de grasas poliinsaturadas. Además, cabe resaltar el bajo nivel de grasas trans ( $<0,01$  g/100g), las cuales se han asociado con enfermedades cardiovasculares (Restrepo & Rieger, 2016).

En el caso del valor energético se han encontrado valores promedio de 270,86kcal/100g en la carne de cerdo en general (INCAP, 2007), teniendo como mínimo 100kcal/100g en órganos como el bazo y el hígado; y máximo de 660kcal/100g en chicharrones. Los valores generados de 139,6kcal/100g dentro de esta investigación permiten sugerir que la posta de cerdo es de los cortes más bajos en energía, lo cual puede ser relevante para personas que siguen planes alimenticios bajos en dicho nutriente ya que genera un efecto de saciedad al consumirla, además, de reducir los factores de riesgo asociados con enfermedades cardiovasculares (Murphy et al., 2012).

Diversos minerales son esenciales para los seres humanos en cantidades superiores a los 50mg por día, dentro de los cuales están el calcio, sodio, potasio, magnesio, cloro, azufre y fósforo. Además, su importancia no solo reside en aspectos nutricionales, sino que también aportan a otros factores como el sabor, color y textura de la carne (Lawrie & Ledward, 2006).

Otros autores han reportado valores de contenido mineral en carne de cerdo cruda de 45mg/100g de sodio, 400mg/100g de potasio, 4,3mg/100g de calcio, 26,1mg/100g de magnesio, 1,4mg/100g de hierro, 223mg/100g de fósforo, 0,1mg/100g de cobre y 2,4mg/100g de zinc (Lawrie & Ledward, 2006). Para el caso de esta investigación se destaca el sodio, el cual según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación cuando se encuentra por debajo de 0,12g/100g permite categorizar el alimento como un insumo bajo en dicho mineral (FAO, 2007).

La relación AGPI/AGS, es un índice utilizado para evaluar el impacto de la dieta o de los

alimentos sobre la salud cardiovascular (Cheng & Liu, 2020), ya que se ha demostrado epidemiológicamente que los ácidos grasos están asociados a enfermedades cardiovasculares (Wu et al., 2020), neurológicas (Langley et al., 2020) e hígado graso no relacionado con el consumo de alcohol (Cheng et al., 2018). Sin embargo, se ha visto que en algunas ocasiones juegan un papel positivo sobre las enfermedades y, por lo tanto, estudiar la composición de dichos ácidos grasos en los alimentos se vuelve importante (Cheng & Liu, 2020).

Otras investigaciones han encontrado relaciones AGPI/AGS de entre 0,11 y 2,042 en la carne de diferentes mamíferos, mientras que en cerdo específicamente se reportan valores superiores a los encontrados en este estudio de 0,46 a 0,48 en cruces de las genéticas DanBred x PIC terminal line (Alvarenga et al., 2014) y de 0,85 a 1,29 en cruces Pietrainn x Duroc x Landrace (Realini et al., 2013), lo que sugiere a la posta de cerdo nacional con una relación AGPI/AGS de 0,36 como más saludable, ya que dicha relación se utiliza para evaluar el impacto de la dieta sobre la salud cardiovascular, con la hipótesis de que los AGPI pueden deprimir el colesterol LDL, por lo que entre más bajo sea el resultado más positivo será su efecto (Chen & Liu, 2020).

En cuanto a las características físicas de la carne de cerdo se señala que, al momento de la compra, el consumidor busca cortes pequeños con poca grasa, que tengan apariencia firme, sin jugos exudados y de color rosado grisáceo. La mioglobina es una de las proteínas que se encuentra en la carne y está asociada al color según su nivel de oxidación. La carne de cerdo es considerada como carne roja debido a que contiene mayor cantidad de mioglobina que otras carnes como la de pollo (Food and Safety and Inspection Service [FSIS], 2023).

El color café de la posta de cerdo nacional cocida se debe a la presencia de esta proteína, así como a procesos ocasionados por la cocción de esta de las fibras musculares. El color puede variar por diversos factores como la genética del animal (Brewer et al., 2002), la nutrición, el peso, el sexo, manejos como la castración (Miller, 2020) pH, condiciones de empaque, contenido graso, ingredientes añadidos y cadena de frío (King & Whyte, 2006). Existe una correlación entre el color de la carne cocida y su estado microbiológico, ya que se asocia que carnes que ya no se ven rosadas o jugosas están bien cocinadas y por ende es seguro su consumo. El calor durante la cocción provoca la desnaturalización de proteínas como la mioglobina tomando un color café (King & Whyte, 2006).

Otro factor apreciado por los consumidores es la suavidad o terneza de la carne, ya que influye directamente sobre la experiencia al consumirla. Una carne suave es más fácil de masticar y proporciona una textura más agradable al momento de consumirla en comparación con una carne dura. Cuando la fuerza de corte se encuentra entre 2,3 y 3,6kgf, el 94,6% de los consumidores la considera aceptable. No obstante, a medida que estos valores incrementan de 4,1 y 5,9kgf, la aceptación disminuye significativamente a 3,6%, y cuando los valores de fuerza de corte alcanzan valores entre 5,9 y 7,4kgf solo el 1,8% muestra aceptación (O'Quinn et al., 2018). En el caso de la posta de cerdo nacional la fuerza de corte fue de 4,62kgf lo cual puede afectar el porcentaje de aceptación de esta.

Otras investigaciones han encontrado valores más bajos a los encontrados en esta investigación, de entre 2,52kg/cm<sup>2</sup> en carnes procedentes de machos porcinos, hasta 2,54kg/cm<sup>2</sup> en hembras, sin diferencias estadísticamente significativas lo cual sugiere que el sexo del animal no es un factor de importancia en cuanto a la terneza de la carne, sin embargo, esta puede variar debido a factores como la edad del animal, el método de cocción y el tipo de corte (Flores et al., 2009; Migdal et al., 2020).



## AGRADECIMIENTOS

Se le agradece a la Cámara Costarricense de Porcicultores, por financiar y propiciar la investigación y a Sebastián Dorado, profesor de la Escuela de Zootecnia de la Universidad de Costa Rica, por su apoyo en la logística inicial del proyecto.

## ÉTICA, CONFLICTO DE INTERESES Y DECLARACIÓN DE FINANCIAMIENTO

Los autores, Alejandro Chacón y Sianny Chavarría, declaramos haber cumplido con todos los requisitos éticos y legales pertinentes, tanto durante el estudio como en el manuscrito; que no hay conflictos de interés de ningún tipo, y que todas las fuentes financieras se detallan plena y claramente en la sección de agradecimientos. Asimismo, están de acuerdo con la versión editada final del documento. El respectivo documento legal firmado se encuentra en los archivos de la revista.

## REFERENCIAS

- Alvarenga, A. L. N., Sousa, R. V., Parreira, G. G., Chiarini-Garcia, H., & Almeida, F. R. C. L. (2014). Fatty acid profile, oxidative stability of pork lipids and meat quality indicators are not affected by birth weight. *Animal*, 8(4), 660-666.
- American Meat Science Association. (2015). Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness measurements of meat. <https://tinyurl.com/2aovykpl>
- Australian Government. (2017). *Lean Meat and poultry, fish, eggs, tofu, nuts and seeds and legumes/beans*. <https://tinyurl.com/p6nov5n>
- Brewer, M. S., Jensen, J., Sosnicki, A. A., Fields, B., Wilson, E., & McKeith, F. K. (2002). The effect of pig genetics on palatability, color and physical characteristics of fresh pork loin chops. *Meat Science*, 61(3), 249-256.
- Chacón, A. (2005). Efecto de la maduración, cocción y congelamiento sobre la suavidad, rendimiento y carga microbiana del corte de solomo (outside). *Agronomía Mesoamericana*, 16(2), 199-213. <https://tinyurl.com/24xfe6q3>
- Chen, J., & Liu, H. (2020). Nutritional indices for assessing fatty acids: A mini-review. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(16), 5695.
- Chen, L. H., Wang, Y. F., Xu, Q. H., & Chen, S. S. (2018). Omega-3 fatty acids as a treatment for non-alcoholic fatty liver disease in children: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Clinical nutrition*, 37(2), 516-521.
- Choe, J. H., Choi, M. H., Rhee, M. S., & Kim, B. C. (2016). Estimation of sensory pork loin tenderness using Warner-Bratzler shear force and texture profile analysis measurements. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29(7), 1029.
- Flores, C., Leal, M., Rodas, A., Aranguren, J., Román, R., & Ruiz, J. (2009). Efecto de la condición sexual y pesos al sacrificio sobre las características de la canal y la calidad de la carne de cerdo. *Revista Científica*, 19(2), 165-172.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2022). *Meat Market Review: Emerging trends and outlook*. <https://tinyurl.com/2ao3ufb7>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2007). *Etiquetado de los alimentos*. <https://www.fao.org/3/a1390s/a1390s.pdf>
- Food and Safety and Inspection Service (FSIS). (2023). *Fresh pork from farm to table*. <https://tinyurl.com/22q46gjr>

- González, F., Chacón, A., & Pineda, M. L. (2023). Caracterización de carne de conejo marinada en mostaza y vino blanco con especias. *Agronomía Mesoamericana*, 34(3), 533-543. <https://doi.org/10.15517/am.2023.53343>
- Headey, D., Hirvonen, K., & Hoddinott, J. (2018). Animal sourced foods and child stunting. *American Journal of Agricultural Economics*, 100(5), 1302–19. <https://doi.org/10.1093/ajae/aay053>
- Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). (2007). *TABLA de Composición de Alimentos de Centroamérica*. <https://tinyurl.com/29kxgsyq>
- Kim, J. H., Seong, P. N., Cho, S. H., Park, B. Y., Hah, K. H., Yu, L. H., & Ahn, C. N. (2008). Characterization of nutritional value for twenty-one pork muscles. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 21(1), 138-143.
- King, N. J., & Whyte, R. (2006). Does it look cooked? A review of factors that influence cooked meat color. *Journal of food science*, 71(4), R31-R40.
- Langley, M. R., Triplet, E. M., & Scarisbrick, I. A. (2020). Dietary influence on central nervous system myelin production, injury, and regeneration. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease*, 1866(7), 165779.
- Lawrie, R. A., & Ledward, D. A. (2006). *Lawrie's meat science*. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC.
- Lebret, B., & Čandek-Potokar, M. (2022). Pork quality attributes from farm to fork. Part I. Carcass and fresh meat. *Animal*, 16(Suppl. 1), 100402. <https://tinyurl.com/2ctdvsvk>
- Lukac, D., Vidovic, V., Stoisavljevic, A., Puvaca, N., Dzinic, N., & Tomovic, V. (2015). Basic chemical composition of meat and carcass quality of fattening hybrids with different slaughter weight. *Hemijaska industrija*, 69(2), 121–126.
- Migdał, W., Różycki, M., Mucha, A., Tyra, M., Natonek-Wiśniewska, M., Walczycka, M., Piotr, K., Ewilina, W., Marzena, Z., Tkaczewska, J., Migdał, L., & Krepa-Stefanik, K. (2020). Meat texture profile and cutting strength analyses of pork depending on breed and age. *Annals of Animal Science*, 20(2), 677-692. <https://doi.org/10.2478/aoas-2019-0085>
- Miller, R. (2020). Drivers of consumer liking for beef, pork, and lamb: A review. *Foods*, 9(4), 428.
- Murphy, K., Thomson, R., Coates, A., Buckley, J., & Howe, P. (2012). Effects of eating fresh lean pork on cardiometabolic health parameters. *Nutrients*, 4(7), 711-723.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico-Food and Agriculture Organization (OCDE-FAO). (2017). *Perspectivas agrícolas 2017-2026*. <https://tinyurl.com/25chj294>
- Onega, E. (2003). Evaluación de la calidad de carnes frescas: aplicación de técnicas analíticas, instrumentales y sensoriales [Doctoral dissertation, Universidad Complutense de Madrid].
- O'Quinn, T. G., Legako, J. F., Brooks, J. C., & Miller, M. F. (2018). Evaluation of the contribution of tenderness, juiciness, and flavor to the overall consumer beef eating experience. *Translational Animal Science*, 2(1), 26-36.
- Parlasca, M. C., & Qaim, M. (2022). Meat consumption and sustainability. *Annual Review of Resource Economics*, 14, 17-41. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-111820-032340>
- Realini, C. E., Pérez-Juan, M., Gou, P., Díaz, I., Sárraga, C., Gatellier, P., & García-Regueiro, J. A. (2013). Characterization of Longissimus thoracis, Semitendinosus and Masseter muscles and relationships with technological quality in pigs. 2. Composition of muscles. *Meat Science*, 94(3), 417-423.
- Reig, M., Aristoy, M.C., & Toldrá, F. (2013). Variability in the contents of pork meat nutrients and how it may affect food composition databases. *Food Chemistry*, 140(3), 478-482. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.11.085>
- Restrepo, B., & Rieger, M. (2016). Denmark's Policy on Artificial Trans Fat and Cardiovascular Disease. *American journal of preventive medicine*, 50(1), 69-76. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2015.06.018>

- Sánchez, J., Orozco, H., & Vega, X. (2020). Prejuicios, mitos y bondades de la carne de cerdo. *Universitarios Potosinos*, 17(249), 30-35.
- Schwob, S., Lebret, B., & Louveau, I. (2020). Genetics and adiposity in pigs: state of the art and new challenges for meat product quality. *INRAE Productions Animales*, 33(1), 17-30. <https://doi.org/m8t9>
- Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA). (2022). *Indicadores Macroeconómicos 2018-2022*. <https://tinyurl.com/26vb5267>
- Sistema de Información de Mercados (SIM). (2022). *Análisis y Monitoreo de Mercados-Porcinos. Boletín N°1*. <https://tinyurl.com/2aucuqz6>
- Williams, N., Melody, J., Klont, R., Emnett-Miculinich, R., Pommier, S., Wilson, E., Fields, B., Sosnicki, A., & Carrion, D. (2005). *Influencia de la genética y la alimentación en el sabor de la carne de cerdo. Avances en nutrición y alimentación animal*. [https://fundacionfedna.org/sites/default/files/05CAP\\_III.pdf](https://fundacionfedna.org/sites/default/files/05CAP_III.pdf)
- Wu, H., Xu, L., & Ballantyne, C. M. (2020). Dietary and pharmacological fatty acids and cardiovascular health. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 105(4), 1030-1045.