

Artículo original

Consumo, microbiología y bromatología de la carne silvestre durante la COVID-19 en Iquitos, Perú

[Consumption, microbiology and bromatology of wild meat during COVID-19 in Iquitos, Peru]

Pedro Eleodoro Pérez-Peña^{*1}, María Soledad Riveros-Montalván², Gabriel Vargas-Arana¹
Fabiola Díaz Soria³, Jessy Vásquez Chumbe⁴, Yuri Beraún Baca⁵

1. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Avenida Abelardo Quiñones km 2,5, Iquitos, Perú.
Correos electrónicos: pperez@iiap.gob.pe (P. E. Pérez-Peña, * autor para correspondencia),
gvargas@iiap.gob.pe (G. Vargas-Arana).

2. Yavarí Conservación y Uso Sostenible. Calle Callao 702, Iquitos, Perú. Correo electrónico:
riveros23@gmail.com (M. S. Riveros-Montalván).

3. Centro de Investigación en Enfermedades Tropicales "Máximo Kuczynski". Avenida Guardia Republicana 190,
Iquitos, Perú. Correo electrónico: fabiodiaz@hotmail.com (F. Díaz).

4. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Industrias Alimentarias. Avenida Freyre 610, Iquitos, Perú.
Correo electrónico: jessy.vasquez@unapiquitos.edu.pe (J. Vásquez).

5. Ministerio del Ambiente. Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales. Av. Antonio Miroquesada
425, Magdalena, Lima, Perú. Correo electrónico: yberaun@minam.gob.pe (Y. Beraún).

Resumen

En Iquitos (Perú), la carne de *Cuniculus paca*, *Pecari tajacu*, *Tayassu pecari* y *Chelonoidis denticulatus* se consumen en gran cantidad, sin embargo, no hay un análisis bromatológico completo ni estudios actualizados de la carga bacteriana y presencia de coronavirus. Nuestro objetivo fue conocer el consumo y el estado microbiológico y bromatológico de la carne silvestre durante la pandemia de la COVID-19. Se realizaron entrevistas virtuales a 213 personas entre mayo y junio de 2020 en Iquitos; por cada especie se utilizaron cuatro muestras de carne de 500 g para el análisis bacteriológico y bromatológico, y una muestra de 500 g por especie para la búsqueda de coronavirus provenientes de los mercados Belén y Modelo. Encontramos que la carne silvestre representa el 4 % de fuente proteica, su consumo es independiente a factores educativos y económicos, a la mayoría les gusta esta carne y creen que su consumo no contagia de coronavirus. Esta carne no tuvo coronavirus y presentó menos carga bacteriana que otros productos de mayor consumo en los mercados estudiados. Asimismo, tuvo bajo contenido graso, baja proporción de fósforo/proteína, alto contenido de riboflavina y calcio. Es decir, esta carne durante la pandemia fue saludable y nutritiva.

Palabras clave: Animales de caza, Bacterias, Coronavirus, Grasa, Vitaminas.

Abstract

In Iquitos (Peru), the meat of *Cuniculus paca*, *Pecari tajacu*, *Tayassu pecari* and *Chelonoidis denticulatus* are consumed in large quantities, however, there is no complete bromatological analysis or updated studies of the bacterial load and presence of coronavirus. Our objective was to know the consumption and the microbiological and bromatological status of wild meat during the COVID-19 pandemic. Virtual interviews were conducted with 213 people between May and June 2020 in Iquitos; for each species, four 500-g meat samples were used for bacteriological and bromatological analysis, and a 500-g meat sample per species was used to search for coronaviruses from the Belén and Modelo markets. We found that wild meat represents 4% of the protein source, its consumption is independent of educational and economic factors, most people like this meat and believe that its consumption does not spread coronavirus. This meat did not have coronaviruses and presented less bacterial load than other products of greater consumption in the markets studied. Likewise, it had low fat content, low phosphorus/protein ratio, high riboflavin and calcium content. That is, this meat during the pandemic was healthy and nutritious.

Keywords: Bacteria, Coronavirus, Fat, Game animals, Vitamins.

INTRODUCCIÓN

Iquitos es una ciudad amazónica peruana donde se consume carne silvestre de 35 especies, de estas 18 son mamíferos, 10 son aves y 7 son reptiles (Moya, 2011; Mendoza *et al.*, 2014), pero no todas estas especies se consumen en igual intensidad. Las especies *Cuniculus paca* (majas, paca, boruga, guanta), *Pecari tajacu* (sajino, pecari de collar, taitetú) y *Tayassu pecari* (huangana, pecari labiado, chanco tropero) son las que se consumen en mayor volumen y conforman el 89 % de 441,977 toneladas de consumo anual de carne ahumada (Mayor *et al.*, 2021). Además de estas tres especies, la tortuga terrestre *Chelonoidis denticulatus* también es una de las más consumidas como carne fresca (Moya *et al.*, 2011). La carne silvestre de las tres primeras especies es muy nutritiva, su contenido proteico se encuentra entre 20,45 y 21,80 %, además tiene bajo contenido graso que oscila entre 0,46 y 1,20 % (Lozano *et al.*, 2012), no obstante la carga bacteriana puede sobrepasar los límites permisibles, como en la carne silvestre comercializada en el mercado Belén, en la ciudad de Iquitos (Gálvez *et al.*, 2018).

Actualmente, la humanidad está atravesando por una temporada muy crítica debido a la pandemia de la COVID-19, ocasionada por un coronavirus que hipotéticamente se transfirió de los murciélagos a los humanos en el mercado de productos marinos de Wuhan, China, aunque todavía se vienen realizando estudios a largo plazo para saber exactamente su origen (Mallapaty, 2021). De acuerdo a la hipótesis inicial, los productos de los mercados pueden estar contaminados por este virus y causar problemas sanitarios. El virus en carne refrigerada (4 °C) o congelada (-20 a -80 °C) puede permanecer estable hasta tres semanas (Han *et al.*, 2021; Lewis, 2021). La carne silvestre, por lo general es vendida en su forma ahumada, no es sometida a controles sanitarios por ser considerada una carne ilegal por ello no es monitoreada microbiológicamente según las normas sanitarias. Este problema de incumplimiento de normas de

sanidad alimentaria genera mayor preocupación con la rápida propagación de la COVID-19 (Xie *et al.*, 2020).

Los animales silvestres pueden albergar 102 tipos de virus infecciosos de las cuales 21 serían de alto riesgo para humanos (He *et al.*, 2022). La protección de la vida humana contra enfermedades zoonóticas trajo consigo el interés de cerrar el comercio de carne de animales silvestres a nivel mundial (Aguirre *et al.*, 2020; Yang *et al.*, 2020). Aunque esta prohibición del comercio de carne silvestre llevaría a mayores problemas de nutrición, económicos y de biodiversidad en 83 países que tienen sociedades nativas o indígenas dependientes de este producto como fuente alimenticia y económica (Matias *et al.*, 2021; Booth *et al.*, 2021; Roe y Lee, 2021). En vez de ello sería el momento oportuno para monitorear sanitariamente esta carne que es la base para millones de pobladores nativos (Funk *et al.*, 2022). Es decir, esta pandemia brinda la oportunidad para mejorar este comercio tradicional y vital para los pobladores nativos. Es importante indicar que las pandemias no solamente podrían provenir de animales silvestres sino también de animales domésticos. Por ejemplo, los cerdos llevaron la gripe española a Europa, influenza porcina a México y California, gripe de Hong Kong; mientras que el pollo llevó la influenza aviar a China (Mishra *et al.*, 2021). Por tal motivo, el monitoreo sanitario es imprescindible en todo tipo de carne sea de animales domésticos o silvestres. Es por ello que las evaluaciones microbiológicas periódicas o monitoreo sanitario deberían ser un derecho de los consumidores.

En este estudio el objetivo fue evaluar el consumo, estado bacteriológico según lineamientos de la Dirección General de Salud del Perú, presencia de coronavirus, así como el estado bromatológico de la carne silvestre ofertada en los Mercados Belén y Modelo de la ciudad de Iquitos, de las especies más frecuentemente consumidas: *Pecari tajacu*, *Tayassu pecari*, *Cuniculus paca* y *Chelonoidis denticulatus* durante la pandemia de la COVID-19, tiempo donde los vendedores usaban mascarilla y desinfectaban

sus manos con alcohol. Este estudio será muy útil para proponer estrategias para el monitoreo sanitario de la carne silvestre en la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

Area de estudio

Las encuestas virtuales se realizaron a habitantes de la ciudad de Iquitos mientras que los estudios microbiológicos y bromatológicos se realizaron con muestras provenientes de los Mercados Modelo y Belén de la ciudad de Iquitos, departamento de Loreto, Perú (Figura 1). El Mercado Modelo se ubica cerca del río Itaya a pocos metros del Puerto de Productores, a donde llegan diariamente productos para comercializar como frutos silvestres, productos

agrícolas y pesqueros así como mascotas de animales silvestres y carne de animales de caza (conocido localmente como carne de monte y académicamente como carne silvestre). Es un mercado que comercializa mucha biodiversidad pero al mismo tiempo tiene problemas de segregación de residuos sólidos. Aunque, durante la pandemia limpiaban y desinfectaban semanalmente el piso y mesas, además el miedo al contagio hizo que muchos vendedores desinfecten con alcohol las monedas y billetes durante la transacción monetaria. Antes de la pandemia se observaba el piso húmedo con lodo y olor fétido, pero durante la pandemia se observó el piso seco y más limpio, sin olores fétidos. Todos estos cambios se notaron en tiempos de cuarentena.

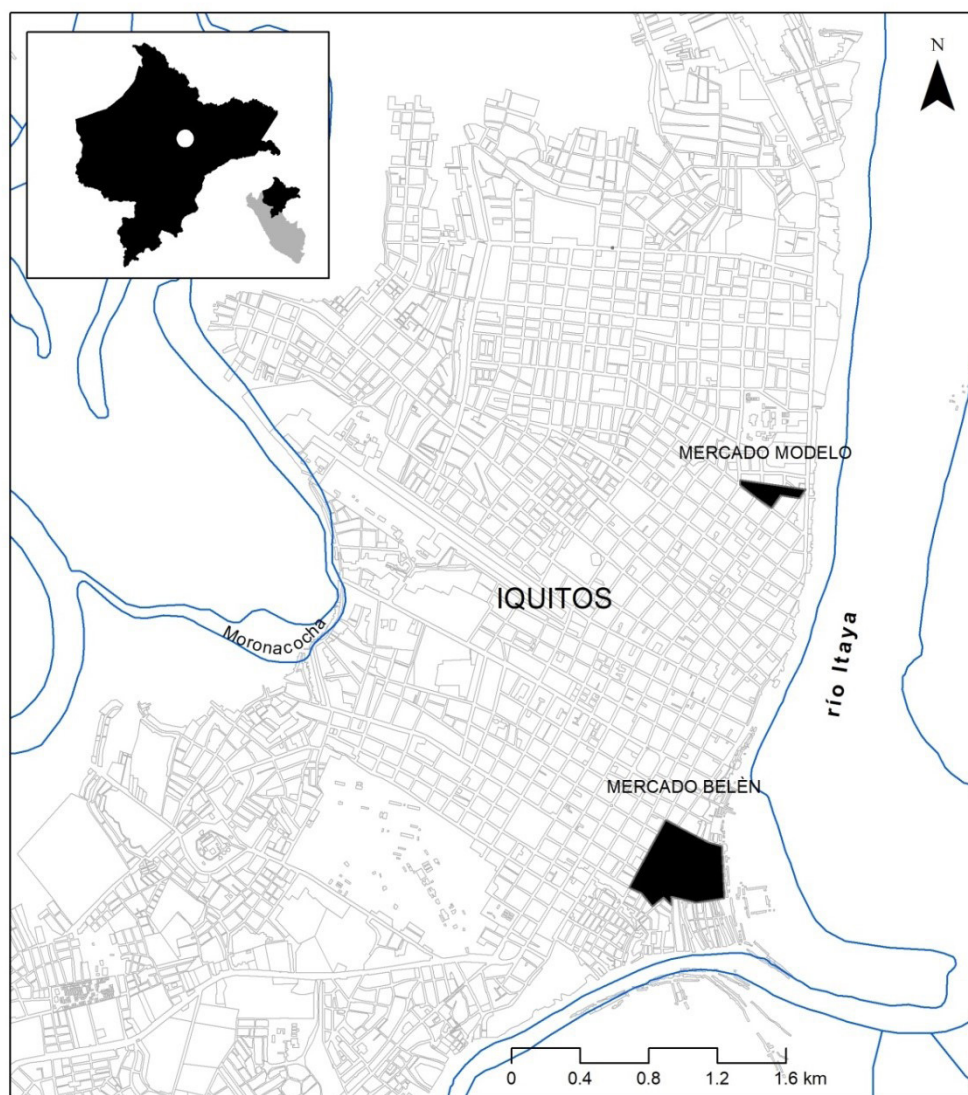


Figura 1. Mapa de ubicación de los Mercados Belén y Modelo en la ciudad de Iquitos, Perú.

El Mercado Belén es muy parecido al Mercado Modelo en comercializar gran biodiversidad. Este mercado también se ubica a orillas del río Itaya y es más grande, cuenta con al menos 5 369 puestos de ventas, de estos 260 se encuentran al interior de La Casona el resto se ubica en las 20 cuadras extendidas periféricamente al mercado, las cuales generan diariamente 170 toneladas de residuos sólidos (Granados y Granados, 2017). Durante la pandemia el mercado estaba siendo remodelado por la Municipalidad Provincial de Maynas, por ello los vendedores fueron reubicados a las calles aledañas, en donde comercializaron de manera habitual como antes de la pandemia pero con uso de mascarillas y desinfección del dinero con alcohol (Figura 2).

Análisis de consumo de carne silvestre

El estudio del consumo de carne silvestre se realizó mediante encuestas virtuales, entre el 25 de abril hasta el 6 de junio del 2020, a 213 personas adultas en la ciudad de Iquitos a través de formularios elaborados en el sitio web de Google. Se preguntó acerca de las especies consumidas, cantidad, frecuencia y motivos de consumo de carne silvestre, así como de otras fuentes proteicas. Asimismo se interrogó sobre su nivel educativo e ingresos mensuales. Las comparaciones del consumo de carne silvestre antes y después de la cuarentena fue con la prueba paramétrica de ANOVA de una vía, mientras que las comparaciones del consumo por nivel educativo y salario mensual fueron usando la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis. Ambos análisis fueron realizados con el software Bioestat 5.0 (Ayres et al., 2007).

Análisis microbiológico y bromatológico

Los análisis microbiológicos y bromatológicos utilizaron muestras de carne silvestre colectadas en los Mercados Modelo 3 de octubre (más conocido como Mercado Modelo) y Belén. Estos mercados son los más grandes de la ciudad y se vende la mayor cantidad de carne silvestre de diferentes especies.

Las muestras para el análisis microbiológico y bromatológico de la carne ahumada de *Pecari tajacu*, *Tayassu pecari*, *Cuniculus paca* y *Cheilonoidis denticulatus* fueron de 500 g. Fue muy importante comprar la carne que incluyeran las patas de los pecaríes para garantizar la identificación de las mismas. *P. tajacu* tiene las patas más pequeñas y delgadas que *T. pecari* (Flores-Ponce et al., 2017). Los cortes de la carne silvestre sin pata no fueron comprados por carecer de confianza en la identificación. Asimismo, la especie *C. paca* fue identificada por la pata con dedos y uñas alargadas, y además de la piel gruesa; la tortuga terrestre *C. denticulatus* fue fácilmente identificada por la coloración amarilla de las escamas en la patas redondeadas.

Los análisis bacteriológicos usaron cuatro muestras de 500 g (piernas, brazos y costillas) de las especies de *P. tajacu*, *T. pecari*, *C. paca* y *C. denticulatus*, las cuales fueron compradas en diferentes mesas de venta, cada una fue puesta en una bolsa ziploc, rotulada apropiadamente y enviadas al Laboratorio de Microbiología de Alimentos de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana para el análisis, siguiendo el protocolo de la Dirección General de Salud del Ministerio de Salud (RM N° 591-2008 / MINSA siguiendo la Norma NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V,01).

La verificación de la calidad microbiológica de la carne de majas, huangana, sajino y motelo se realizó siguiendo la norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, ítem 10,8, la cual exige para la carne de majas y sajino ahumado la identificación de *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, y *Salmonella* sp, estos agentes microbianos se identificaron siguiendo los métodos de la BAM-FDA (Tallent et al., 2016; Rhodehamel y Harmon, 2007; Andrews y Jacobson, 2013). Para la carne de motelo fresco, según el ítem 10,3 de la mencionada norma técnica, se requiere la identificación de mesófilos aerobios y *Salmonella* sp, utilizando para el primero el método de recuento en placa mediante la técnica de petrifilm AOAC Método Ofi-



Figura 2. Vendedora de carne silvestre usa mascarilla en el Mercado Modelo durante la cuarentena de la COVID-19 en la ciudad de Iquitos, Perú.

cial 990.12 (3M, 2017) y para *Salmonella* sp se siguió el método presencia/ausencia de acuerdo a la BAM-FDA. Adicional a la norma, se verificó la presencia de *Escherichia coli* mediante el método horizontal para la detección y numeración de presuntivos *E. coli* – Número Más Probable (NMP), según la ISO 7251 (2005).

El análisis virológico de coronavirus tuvo 4 muestras de 500 g (piernas y brazos) para realizar el hisopado a la superficie de la carne de cada una de las especies, en el caso del mote-lo fue de la carne fresca. En el hisopado de la carne se procuró obtener muestras de toda la superficie para tener una mayor probabilidad de encontrar coronavirus. Los hisopos fueron conservados en una cadena en frío (termo con gel refrigerante) desde la colecta de muestra hasta la llegada al laboratorio del CIETROP (Centro de Investigación en Enfermedades Tropicales "Máximo Kuczynski") que fue menos de 1 hora con la finalidad de mantener las condiciones apropiadas para el análisis de PCR. El análisis de la presencia de coronavirus utilizó el método

RT-PCR-COVID (reacción en cadena de la polimerasa).

En el análisis bromatológico se analizó una muestra de 500 g de cada especie, de las cuales se determinaron la humedad, cenizas, lípidos totales, proteínas, fibra cruda y carbohidratos mediante los procedimientos de la AOAC (2005). El contenido de humedad se determinó por secado de las muestras a 105°C durante 3 h, el contenido de proteína bruta por el método Kjeldahl ($N \times 6,25$), el contenido de fibra por el método gravimétrico después de la hidrólisis ácida de las muestras, el contenido total de grasas fue determinado por el método de Soxhlet, utilizando éter de petróleo como disolvente, el contenido de cenizas por incineración en una mufla a 550 ± 15 °C. Los carbohidratos totales se calcularon como diferencia: $100 - (g \text{ de agua} + g \text{ de proteína} + g \text{ de fibra} + g \text{ de grasa} + g \text{ de ceniza})$. Los resultados se expresaron en g por 100 g de muestra fresca (g / 100 g MF). Las vitaminas fueron analizadas mediante cromatografía líquida de alta presión (HPLC), los

metales (zinc, sodio, potasio y hierro) fueron determinados mediante Espectroscopia de absorción atómica (AAS) y el fósforo mediante la Espectroscopia UV-Visible.

Se utilizó el análisis de componentes principales para determinar las variables más importantes en las carnes domésticas y silvestres, asimismo se utilizó el ANOSIM para evaluar la diferencia entre la composición química de ambas carnes. Estos análisis fueron relaizados con el software CAP 4.0 (Henderson y Seaby, 2007).

RESULTADOS

Consumo de carne silvestre

En la ciudad de Iquitos se consume mayormente pollo, huevos y pescado; juntos conforman el 77 % de la fuente proteica (Figura 3). El consumo de carne silvestre representa el 4 % del total de fuente proteica, y se encuentra casi al mismo nivel de la carne de cerdo, embutidos y carne vacuna. De todos los consumidores de carne (n=204), al 85,3 % les gusta la carne silvestre, y de estos al 12,7 % les gusta un poco, al 24,0 % les gusta moderadamente, al 48,5 % les gusta mucho. Al 14,7 % no les gusta la carne silvestre. El gusto por la carne silvestre no difiere por nivel educativo ($H=1,266$, $p=0,737$) y tampoco por el nivel de ingresos económicos ($H=5,440$, $p=0,245$, Figura 4), todas las personas consumen independientemente de estos factores. De todas las personas que les gusta la carne silvestre entre poco y mucho, el 10,4 % lo consumen porque es más saludable, el 24,5 % por su sabor particular, el 27,0 % para variar el tipo de carne y al 38,0 % por costumbre. Entre las personas que no les gusta, el 14,8 % indicaron que la carne tiene mal sabor, el 18,5 % mencionaron que es una carne poca higiénica, otro 18,5 % indicaron que no tienen la costumbre de consumirlo, el 22,2 % dijeron que la carne proviene de animales que pueden extinguirse, al 25,9 % no les gusta porque es carne de origen ilegal. Cuando se les preguntó sobre contagio de virus por consumo de carne silvestre, el 63,2 % creen que no pueden contagiarse, el 33,3 % no sabe y el 3,4 % creen que si pueden enfermarse de coronavirus. Asimismo, el 80,4 %

mencionaron que nunca se enfermaron de otras enfermedades por consumir carne silvestre, el 13,2 % no sabe si su familia enfermó y el 6,4 % mencionaron que, si enfermaron por consumir carne silvestre, y presentaron cuadros de diarreas, vómitos e indigestión, así como alergias, intoxicación y manchas en la piel.

A pesar de la tipificación como ilegal de la carne silvestre, esta no se dejó de consumir inclusive ni en tiempos de cuarentena (marzo y mayo de 2020). Tal es así que se continuó consumiendo durante la cuarentena, pero en menor cantidad, aunque las proporciones de las especies de mayor consumo se mantuvieron. Las especies *Cuniculus paca* y *Pecari tajacu* fueron las especies más consumidas antes y durante la cuarentena; las especies de menor consumo fueron *Tapirus terrestris* y los primates (Tabla 1). Antes de la cuarentena, *C. paca* y *P. tajacu* conformaban el 69,1 % de toda la carne silvestre consumida y durante la cuarentena se elevó al 77,3 % porque hubo menor variedad de carne en los mercados. Se estima que cada familia consumía 5,3 kg/mes antes de la pandemia, pero este bajó a 1,2 kg/mes durante la pandemia, es decir se redujo a su cuarta parte aproximadamente.

Las vendedoras de carne silvestre en los mercados por lo general solamente venden este tipo de carne. Algunas venden además pollos de granja eviscerados, pollos vivos de chacras, pescados y cerdos. Las vendedoras indican que durante la cuarentena tuvieron mejor venta de carne silvestre quizás porque había menos oferta, pero mayor demanda. Las personas que indicaron ser especialistas o vendedoras desde más de 20 años tuvieron carne silvestre de muy buena apariencia.

Análisis microbiológicos de la carne silvestre

Los análisis microbiológicos indicaron que la carne ahumada de los animales silvestres tuvo una contaminación microbiana por encima del límite permisible de 8,3 % de *S. aureus*, *Salmonella* y *C. perfringens*, y 50 % de aerobios mesófilos viables, también indicó ausencia de *E. coli* por encima del límite permisible y es-

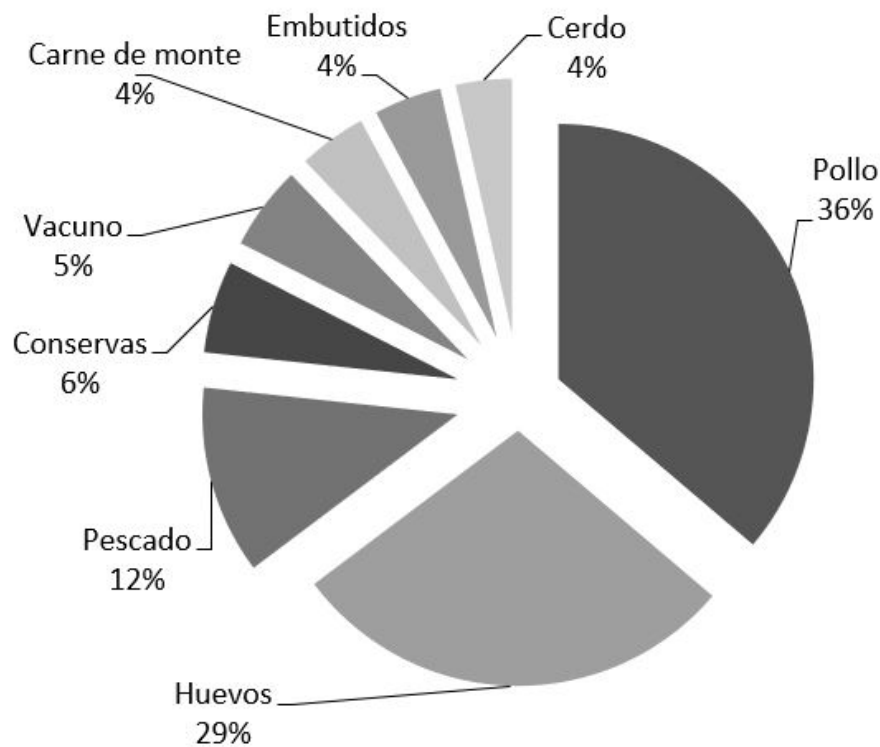


Figura 3. Fuente proteica consumida en la ciudad de Iquitos (Perú).

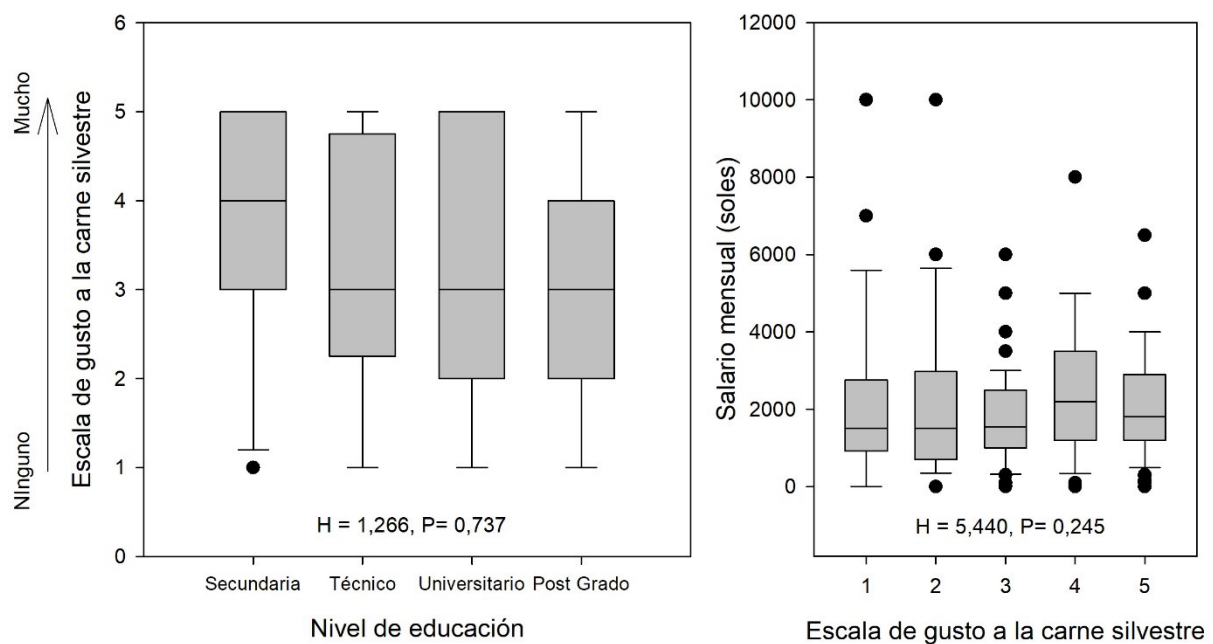


Figura 4. Comparación de la escala de gusto a la carne silvestre de acuerdo al nivel de educación y al salario mínimo en la ciudad de Iquitos, Perú.

Tabla 1. Consumo de carne silvestre de diferentes especies antes y durante la cuarentena de 2020, en la ciudad de Iquitos, Perú.

Especie	Nombre común	Consumo mensual (kg/mes)	
		Antes	Durante
<i>Cuniculus paca</i>	Majas	303	79
<i>Pecari tajacu</i>	Sajino	179	44
<i>Mazama spp.</i>	Venado	58	13
<i>Chelonoidis denticulatus</i>	Motelo	50	9
<i>Tayassu pecari</i>	Huangana	39	5
<i>Caiman/Melanosuchus/Paleosuchus</i>	Lagarto	32	6
<i>Tapirus terrestris</i>	Sachavaca	21	2
Primates	Monos	14	2
Total		697	159
Consumo familiar (kg/mes)		5,3	1,2
Antes vs Durante		$F_{1,131} = 48,6, P < 0,0001$	

tuvo ausente el coronavirus. Asimismo, mostró que la carne fresca no tuvo ninguna bacteria por encima del límite permisible tampoco tuvo coronavirus.

A nivel de especies, *P. tajacu* tuvo carga mínima aceptable respecto a *E. coli*, *S. aureus* y *C. perfringens*, y ausencia de coronavirus. No obstante, en dos muestras hubo carga de aerobios mesófilos por encima del límite máximo y una de estas muestras resultó positiva a *Salmonella*. Esta muestra fue obtenida de un puesto de venta que además vendía pollos de chacra vivos. La carne ahumada de *T. pecari* tuvo carga mínima aceptable de *E. coli*, *C. perfringens*, aerobios mesófilos y coronavirus, aunque una muestra tuvo *S. aureus* por encima del límite máximo. La carne ahumada de *C. paca* tuvo carga mínima aceptable de *E. coli*, *S. aureus* y *C. perfringens*, y no tuvo coronavirus, pero todas las muestras tuvieron aerobios mesófilos por encima del límite máximo. La carne fresca de *C. denticulatus* tuvo *E. coli* y aerobios mesófilos como carga mínima aceptable, y no presentó *Salmonella* ni coronavirus. Es decir, fue la carne más limpia entre todas las especies (Tabla 2). Es importante indicar que *C. denticulatus* fue la única especie que llega viva al mercado y es ahí donde lo sacrifican.

Sin embargo, a pesar de la presencia de bacterias en la carne ahumada silvestre durante la pandemia, al compararlo con otros productos de los mercados de Iquitos vendidos antes de la pandemia, tuvo mucho menos *S. aureus* que el chorizo de cerdo, estaba menos contaminada de *Salmonella* que la carne de pollo, tuvo menos aerobios mesófilos que la carne de pollo, carne molida de res, chorizo de cerdo, fruta de aguaje (*Mauritia flexuosa*), refresco de aguaje y refresco de cebada *Hordeum vulgare*, asimismo, tuvo menos carga de *E. coli* que la carne molida de res, chorizo de cerdo, fruta de aguaje, refresco de aguaje y refresco de cebada (Tabla 3).

Análisis bromatológicos de la carne silvestre

La carne silvestre se caracteriza por tener alto porcentaje de humedad y proteína, juntas componen el 72,60 y 86,90 % de la carne ahumada silvestre (entre 48,33 y 59,12 % de humedad y entre 24,84 y 27,78 % de proteínas). Además, tiene entre 9,70 y 12,62 % de cenizas, entre 4,00 y 10,60 % de carbohidratos, entre 0,64 y 3,61 % de lípidos totales y entre 0,0036 y 0,0090 de fibra cruda. Es importante recalcar la poca cantidad de grasa que tiene la carne silvestre (Tabla 4). La carne fresca de *C. denticulatus* tiene mayor humedad y menor cantidad de proteínas, además tiene la menor cantidad

Tabla 2. Análisis microbiológico de la carne de monte de cuatro especies comercializadas en los Mercados Modelo y Belén de la ciudad de Iquitos, Perú.

m= mínimo, M=máximo, UFC=unidades formadoras de colonia.

Especie/Agente microbiano	Muestras				Valor referencial	
					Límite por g	
	1	2	3	4	m	M
<i>Pecari tajacu</i> – carne ahumada						
Aerobios mesófilos (UFC/g)	2,4 x 105	3,6 x 105	2,8 x 104	2,7 x 103	105	107
<i>Escherichia coli</i> (UFC/g)	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	50	5 x 102
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	<10	<10	<10	<10	10 2	10 3
<i>Clostridium perfringes</i> (UFC/g)	<10	<10	<10	<10	10 2	10 3
<i>Salmonella</i> sp.	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausencia/25 g	
<i>Tayassu pecari</i> – carne ahumada						
Aerobios mesófilos (UFC/g)	2,6 x 104	2,4 x 104	2,3 x 104	3,1 x 103	105	107
<i>Escherichia coli</i> (UFC/g)	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	50	5 x 102
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	2,7 x 104	<10	<10	<10	102	103
<i>Clostridium perfringes</i> (UFC/g)	<10	1,4 x 103	<10	<10	102	103
<i>Salmonella</i> sp.	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia/25 g	
<i>Cuniculus paca</i> – carne Ahumada						
Aerobios mesófilos (UFC/g)	3,5 x 105	3,3 x 105	2,3 x 105	2,5 x 105	105	107
<i>Escherichia coli</i> (UFC/g)	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	50	5 x 102
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	<10	<10	<10	<10	10 2	10 3
<i>Clostridium perfringes</i> (UFC/g)	<10	<10	<10	<10	10 2	10 3
<i>Salmonella</i> sp.	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausencia/25 g	
<i>Chelonoidis denticulatus</i> – carne fresca						
Aerobios Mesófilos (UFC/g)	1,3 x 103	8,9 x 102	8,1 x 102	7,9 x 102	105	107
<i>Escherichia coli</i> (UFC/g)	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	50	5 x 102
<i>Salmonella</i> sp.	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia/25 g	
	<i>P. tajacu</i>	<i>T. pecari</i>	<i>C. paca</i>	<i>C. denticulatus</i>	Límite	
Coronavirus de la COVID-19	Carne ahumada	Carne ahumada	Carne ahumada	Carne fresca		
	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	

lípidos totales. Es decir, la carne silvestre en su forma ahumada o fresca tiene poca cantidad de grasa, característica que resalta en términos de carne saludable.

La carne silvestre ahumada tiene entre 102 y 116 Kcal/100 g, entre 0,69 y 0,95 mg/100 g de Zinc, entre 54 y 64 mg/100 g de sodio, entre 303 y 320 mg/100 g de potasio, entre 43 y 60 mg/100 g de calcio, entre 2 y 4 mg/100 g de fósforo y entre 1,2 y 1,9 mg/100 g de Hierro. La carne silvestre tiene vitamina A entre

0,69 y 0,95 µg/100 g, vitamina B1 entre 0,21 y 0,43 mg/100 g, vitamina B2 entre 0,31 y 0,40 mg/100 g, vitamina B3 entre 0,12 y 0,30 mg/100 g, vitamina C entre 0,15 y 0,32 mg/100 g, ácido fólico entre 0,16 y 0,29 mg/100 g. La carne de *C. paca* es la que tiene mayor cantidad de vitaminas A, B1, B2, C y ácido fólico, además de energía, sodio, fósforo y hierro; mientras que la carne de *T. pecari* tiene más vitamina B3. La especie *C. denticulatus* tiene mayor cantidad de zinc y potasio. La carne de *P. tajacu* tiene más calcio (Tabla 4).

Tabla 3. Comparación de análisis bacteriológico de diferentes alimentos provenientes de los mercados de la ciudad de Iquitos, Perú.

Alimento	n	Lugar	% Contaminación por encima de límite permisible					Fuente
			<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Salmonella</i> sp.	<i>Clostridium perfringens</i>	Aerobios mesófilos	<i>Escherichia coli</i>	
Carne silvestre ahumada (<i>Cuniculus paca</i> , <i>Tayassu pecari</i> y <i>Pecari tajacu</i>)	12	Mercado Belén/Modelo	8,3	8,3	8,3	50,0	0,0	Presente estudio
Carne silvestre fresca (<i>Chelonoidis denticulatus</i>)	4	Mercado Modelo	0,0	0,0	-	-	0,0	Presente estudio
Carne de Pollo	50	Mercado Belén	-	62,0	-	98,0	-	Granados y Granados (2017)
Carne molida de res	32	Mercado Modelo/Central	0,0	6,3	-	87,5	18,8	Moncayo et al., (2019)
Chorizo de cerdo	14	Mercado Belén	35,7	0,0	-	57,1	64,3	Soplin yTulumba (2013)
Fruto de aguaje <i>Mauritia flexuosa</i>	24	Calles de Punchana	-	0,0	-	91,7	4,2	Orosco y Vilchez 2013
Refresco de aguaje <i>Mauritia flexuosa</i>	15	Mercado Belén	0,0	0,0	-	97,3	90,7	Bentos y Rengifo (2019)
Refresco de cebada <i>Hordeum vulgare</i>	15	Mercado Belén	0,0	0,0	-	53,3	86,6	Bentos y Rengifo (2019)

Tabla 4. Análisis bromatológico de la carne de cuatro especies de animales silvestre comercializadas en los Mercados Modelo y Belén de la ciudad de Iquitos, Perú.

Parámetro	Método	Muestras			
		<i>T. pecari</i> Carne ahumada	<i>C. paca</i> Carne ahumada	<i>P. tajacu</i> Carne ahumada	<i>C. denticulatus</i> Carne fresca
Humedad (g/100 g) o %	AOAC	48,33 + 0,31	59,12 + 0,14	56,25 + 0,16	80,21 + 0,78
Cenizas (g/100 g) o %	AOAC	12,62 + 0,01	9,70 + 0,35	11,36 + 0,11	1,18 + 0,02
Lípidos totales (g/100 g) o %	AOAC	3,61 + 0,04	1,55 + 0,04	0,64 + 0,02	0,29 + 0,01
Proteínas (g/100 g) o %	AOAC	24,84 + 0,07	27,78 + 3,50	27,75 + 0,10	14,70 + 0,01
Fibra cruda (g/100 g) o %	AOAC	0,0090 + 0,00	0,0036 + 0,00	0,0046 + 0,00	0,0021 + 0,00
Carbohidratos (g/100 g) o %	Por diferencia	10,60	1,85	4,00	3,62
Energía (Kcal/100 g)	AAS	102	120	106	116
Zinc (mg/100 g)	AAS	0,73	0,69	0,82	0,95
Vitamina A (µg/100 g)	HPLC	0,9	1,5	1,2	1,4
Vitamina B1(mg/100 g)	HPLC	0,21	0,43	0,22	0,24
Vitamina B2(mg/100 g)	HPLC	0,34	0,4	0,31	0,33
Vitamina B3(mg/100 g)	HPLC	0,30	0,28	0,12	0,13
Vitamina C(mg/100 g)	HPLC	0,15	0,32	0,19	0,22
Ácido Fólico(mg/100 g)	HPLC	0,16	0,29	0,21	0,28
Sodio(mg/100 g)	AAS	55	64	56	54
Potasio (mg/100 g)	AAS	304	303	315	320
Calcio (mg/100 g)	AAS	43	46	62	60
Fósforo (mg/100 g)	Espectroscopía UV	2	4	3	4
Hierro (mg/100 g)	AAS	1,2	1,9	1,8	1,3

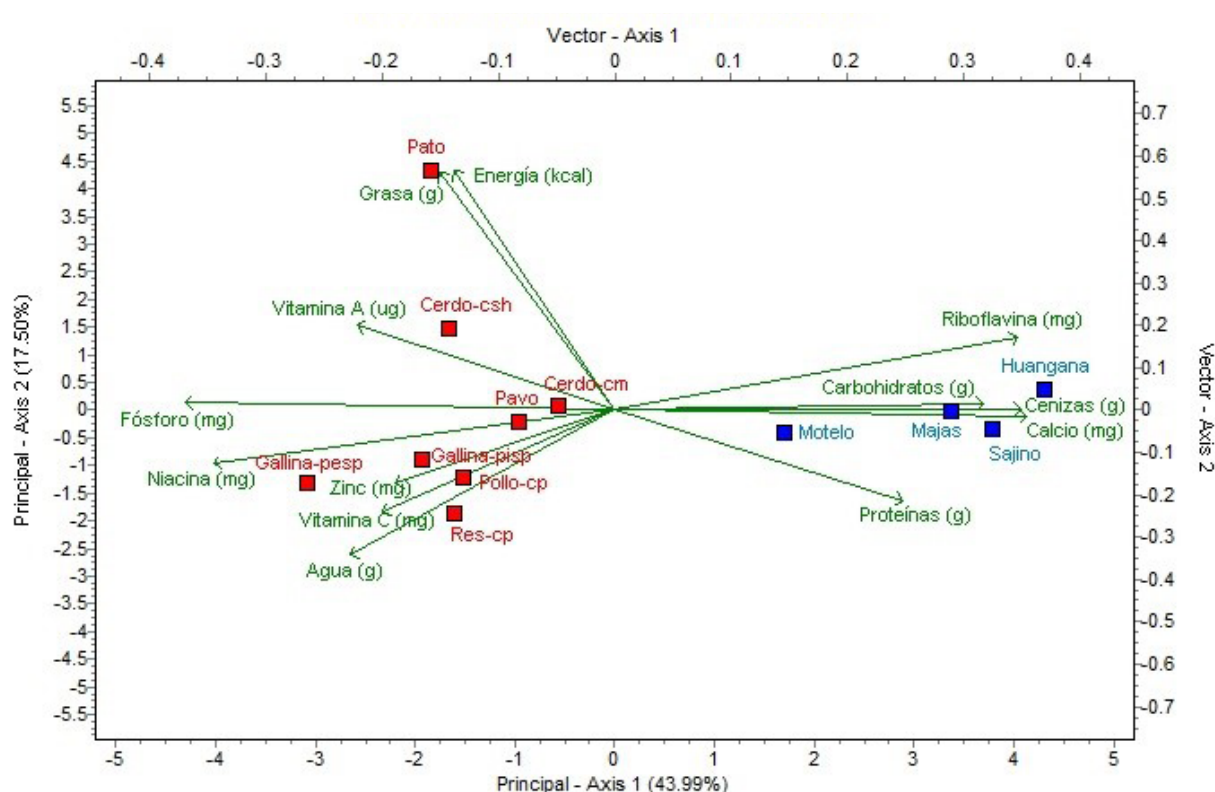


Figura 5. Análisis de Componentes Principales de la composición nutricional de las carnes domésticas y silvestres. Nótese que hay una diferencia entre ambos tipos de carnes (ANOSIM, $P=0.002$). Los cuadrados rojos son carnes domésticas y las azules son carnes silvestres en la ciudad de Iquitos, Perú.

El análisis de componentes principales de los valores nutricionales de las carnes silvestres y de las domésticas (pollo, gallina, pato, pavo y res), obtenidas de Reyes-García *et al.*, (2017, Tabla 5), en su componente I (varianza de 43,98 %) identificó a las proteínas (25,49 g), carbohidratos (4,49 g), calcio (54,20 mg), cenizas (8,31 g) y riboflavina (0,34 mg) como los más importantes (mayores valores) en la carne silvestre, mientras que el fósforo (200,33 mg), niacina (6,40 mg), vitamina A (21,56 µg), vita-

mina C (1,44 µg), zinc (1,92 mg), grasa (8,48 g), y energía (159 kcal) en las carnes domésticas. Ambas carnes se diferencian en los valores de su composición nutricional (ANOSIM, $p=0,002$, Figura 5). Nuestro estudio adicionó información sobre los valores de zinc, hierro, vitamina A, tiamina, riboflavina, niacina, vitamina C, ácido fólico, sodio y potasio presente en las carnes silvestres.

Tabla 5. Composición nutricional de diferentes carnes domésticas y silvestres. Las celdas más oscuras indican valores más altos. Los puntos negros indican que no se hicieron los análisis o no se tienen datos.

Parámetros	Reyes-García <i>et al.</i> (2017)														Presente estudio				
	Carne doméstica														Carne silvestre				
	Cerdo, carne sin hueso (Cerdo-csh)	Cerdo, carne magra (Cerdo-cm)	Res, carne molida (Res-cm)	Res, carne pulpa (Res-cp)	Gallina, pechuga sin piel (Gallina-ppsp)	Gallina, pierna sin piel (Gallina-pisp)	Pollo, carne pulpa (Pollo-cp)	Pato, carne (Pato)	Pavo, carne (Pavo)	Majas, carne pulpa	Motelo, carne pulpa	Tortuga charapa, carne	Sajino, carne pulpa	Venado, carne pulpa	Venado, carne seca	Sajino, carne ahumada	Huancana, carne ahumada	Majas, carne ahumada	Motelo, carne fresca
Energía (kcal)	198,00	143,00	152	105	108	120	119	326	160	108	113	79	106	110	160	106	102	120	116
Agua (g)	69,20	72,2	70,6	75,9	73,2	71,3	74,5	54,3	70,4	74,7	74,6	81,6	75	73,9	57,1	56,25	48,33	59,12	80,21
Proteínas (g)	14,40	21,4	20,1	21,3	19,2	20,6	21,4	16	20,4	21,4	21,4	16,4	21,4	22,9	32,4	27,75	24,84	27,78	14,7
Grasa (g)	15,10	5,7	7,7	1,6	2,9	3,6	3,1	28,6	8	1,2	1,8	0,9	1,1	0,8	1,4	0,64	3,61	1,55	0,29
Carbohidratos (g)	0,10	0	0,7	0	0	0	0	0	0	1,4	1,4	0,1	1,3	1,4	2,4	4	10,6	1,85	3,62
Cenizas (g)	1,20	1,1	1	1,1	1,4	1,3	1	1	0,9	1,3	0,7	1	1,3	1	6,7	11,36	12,62	9,7	1,18
Calcio (mg)	12,00	17	12	16	5	9	12	15	15	59	51	9	64	65	60	62	43	46	60
Fósforo (mg)	238,00	211	180	208	237	190	173	188	178	2	2	121	2	2	298	3	2	4	4
Zinc (mg)	1,74	1,84	•	4,32	1,19	1,19	1,54	1,36	2,2	•	•	•	•	•	•	0,82	0,73	0,69	0,95
Hierro (mg)	1,30	0,84	3,25	3,4	0,8	0,9	1,5	1,8	3,8	•	0,7	1,3	•	•	1,9	1,8	1,2	1,9	1,3
Vitamina A (ug)	2,00	2,00	5	0	52	52	16	63	2	•	•	•	•	•	•	1,2	0,9	1,5	1,4
Tiamina (mg)	0,90	0,99	0,1	0,03	0,06	0,06	0,07	0,1	0,06	•	0,2	0,02	•	•	0,09	0,22	0,21	0,43	0,24
Riboflavina (mg)	0,16	0,27	0,25	0,13	0,06	0,15	0,14	0,24	0,16	•	0,45	0,09	•	•	0,34	0,31	0,34	0,4	0,33
Niacina (mg)	5,10	4,91	3,52	6,82	12,9	6,4	8,24	5,6	4,09	•	3	5,25	•	•	10	0,12	0,3	0,28	0,13
Vitamina C (mg)	0,60	1,00	0	0	4,4	4,7	2,3	0	0	•	•	•	•	•	•	0,19	0,15	0,32	0,22
Ácido fólico (ug)	•	0,00	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	0,21	0,16	0,29	0,28
Sodio (mg)	•	52,00	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	56	55	64	54
Potasio (mg)	•	389,00	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	315	304	303	320

DISCUSIÓN

El consumo de carne silvestre en Iquitos no está determinado por factores educativos ni económicos sino mayormente por tradición familiar, sabor y para variar el menú del hogar. En la gran ciudad de Ho Chi Minh, Vietnam, la carne silvestre rara y costosa es consumida por aquellas personas situadas en la parte superior de la jerarquía social para transmitir riqueza y estatus, y se consumen comúnmente en contextos comerciales lucrativos, pero también consumen carne silvestre barata en entornos de consumo más informal o social (Shairp *et al.*, 2016), también son consumidos por personas desde poco a muy bien educadas (Olmedo *et al.*, 2021) tal como en Iquitos. En el pueblo de Tapaua, Brasil, el consumo de carne silvestre se encuentra asociado con su preferencia, también con su bajo precio, así como con el mayor ingreso económico y con la actividad de extracción de recursos naturales (Chaves *et al.*, 2019). Las comunidades rurales de la Reserva Extractiva del río Jutai, Brasil, consumen la carne silvestre principalmente por su sabor y su frecuencia de consumo depende de la disponibilidad de cazadores (El Bizri *et al.*, 2020). Es importante notar que las causas de consumo no son iguales entre sociedades de pueblos y ciudades. Los pueblos están más cercanos a los lugares de extracción mientras que las ciudades por lo general están más alejadas, en los pueblos se consumen mayormente pescados y carne silvestre y muy poco pollo de granja. Iquitos tiene en parte características de consumidores de carne silvestres de grandes ciudades como en Vietnam (consumen personas poco y muy educadas) y pueblos brasileños amazónicos (preferencia de sabor).

La carne silvestre, al igual que otras carnes, es un producto muy perecedero y debido a su característica constituye un medio propicio para la mayor parte de las contaminaciones microbianas que se inicia en el sacrificio, continúa en el almacenamiento y lugares de venta para terminar en el hogar del consumidor (Pascual y Calderon, 2000). La carne silvestre comercializada por la mayoría de comunidades rurales es en su forma ahumada, técnica empleada durante siglos para desecar la carne y así tener el efecto

conservador mayormente en la superficie de la carne (Frazier y Westhoff, 1993)

Nuestro estudio mostró que la carne silvestre durante la pandemia en los Mercados Belén y Modelo no tuvo *E. coli* por encima de los límites máximos permisibles, esto indica que la carne no estaba contaminada recientemente con heces fecales de personas u otro animal de sangre caliente (Pascual y Calderon, 2000). No obstante, el 50 % de la carne ahumada estuvo contaminada por aerobios mesófilos viables por encima del límite permisible el cual indica que la carne tuvo manipulación defectuosa porque tuvo microorganismos que crecieron óptimamente en temperaturas y oxígeno disponibles; aunque un elevado conteo de aerobios mesófilos no indica de forma fiable peligro de intoxicación (Gonzales *et al.*, 2011). La contaminación del 8,3 % de *S. aureus* en la carne silvestre, indica un riesgo bajo a la salud humana. Esta bacteria puede estar en las mucosas nasales, piel o alguna lesión humana y al contaminar alimentos puede produce enterotoxinas que dañan la mucosa intestinal del consumidor pudiendo causar diarreas, náuseas, vómitos, dolor abdominal y dolor de cabeza, pero no es mortal, ya que la recuperación es pronta sin necesidad de hospitalización (Frazier y Westhof, 2003; Jordá *et al.*, 2012).

La carne silvestre tuvo el 8,3 % de *C. perfringens* por encima del límite permisible, esto indica un riesgo bajo a la salud humana. Esta bacteria bacilar se encuentra en el suelo, agua, polvo, moscas, así como en intestinos de personas sanas, y en cerdos y ovejas sanas (Pascual y Calderon, 2000; Perdomo y Meléndez, 2004). Su enterotoxina que se libera durante la esporulación al contaminar el alimento ocasiona la intoxicación por alimentos, enterocolitis necrotizante en niños y enteritis necrótica (Morris y Fernández-Miyakawa, 2009), usualmente la diarrea crónica ocasionada por esta bacteria no es vista por los médicos (Frazier y Westhoff, 1993).

La contaminación baja del 8,3 % de *Salmonella* en la carne silvestre indica un riesgo medio a la salud humana. La fuente de contagio son los huevos y heces de pollo, así como las heces

de los patos, gansos, perros, cerdos, vacas, gatos, ratas y ratones; mientras que las moscas y cucarachas pueden ayudar a diseminarla (Frazier y Westhoff, 1993). Esta bacteria ocasiona la salmonelosis la cual es la zoonosis de origen alimentario de segunda importancia a nivel mundial por número de personas afectadas después del campilobacteriosis (Flores-Castro, 2010). Antes de la pandemia, en julio de 2019 encontraron 33,3 % *Salmonella* en carne de *C. paca* del mercado Belén (Maguiña, 2020).

Es importante indicar que la contaminación no solamente afecta a la carne silvestre en los mercados Belén y Modelo sino también a la carne de pollo, chorizo y carne de res, además de frutos de aguaje, refresco de aguaje y cebada (*Hordeum vulgare*). Sin embargo, el porcentaje de contaminación en carne silvestre fue más baja durante la pandemia. Esta baja contaminación fue probablemente debido al mejoramiento de las prácticas de higiene implementadas por los vendedores en los mercados. Antes de la pandemia nunca se vio desinfección en el mercado y tampoco se vio desinfección de monedas y billetes; la mayoría de los puestos de venta (86 %) de carne de pollo tenían condiciones higiénicas inaceptables (Granados y Granados, 2017). Es probable que este cambio obligatorio y de supervivencia haya influenciado en la baja contaminación. No obstante, aún hay algunos focos de infección como en aquellos lugares donde venden pollos vivos de chacra, quienes fácilmente pueden contaminar con *Salmonella* a otros productos cárnicos.

La carne silvestre que se venden en los mercados de Iquitos no tuvo coronavirus. Se sabe que el coronavirus puede permanecer estable solamente en productos refrigerados (4 °C) o congelados (-10 °C a -80 °C) hasta 21 días (Han et al., 2021) pero no hay registros del virus en productos alimenticios por encima de esa temperatura. Es posible que los rayos ultravioletas, altas temperaturas y humedad del ambiente ayuden a inactivar al coronavirus (Duan et al., 2003; Biryukov et al., 2020), es por ello que no se encuentran cargas virales suficientes en lugares públicos (Zedwitz-Liebenstein, 2022), así

como en objetos manipulables como en billetes y tarjetas de crédito (Newey et al., 2022). Al inicio de la pandemia se especuló que el coronavirus estaría en superficies de varios objetos del ambiente (Suman et al., 2020), pero estos fueron encontrados por horas o días, solamente bajo ambientes experimentales, en oscuridad y ausencia de luz ultravioleta (Ridell et al., 2020). La carne silvestre es una carne magra o con poca grasa que no pasa del 3,61 g/100 g, a diferencia de las demás carnes de animales domésticos que tienen más cantidad de grasa, alcanzando 28,60 g/100 g en pato y 15,10 g/100 g en cerdo (Reyes-García et al., 2017). El pollo, que es la fuente proteica más frecuente en Iquitos, tiene mayor cantidad de grasa que el promedio de las carnes silvestres, por ello se afirma que la carne silvestre es más saludable que el pollo. Asimismo, es muy importante notar la alta proporción de fósforo/proteína en las carnes domésticas y mínima en la carne silvestre. Una acumulación de fósforo en el cuerpo trae consigo problemas muy serios en pacientes con enfermedad renal crónica (Barril-Cuadrado et al., 2013). La carne silvestre al tener escasa carga bacteriana, poca grasa, buena proporción de fósforo/proteína, más proteínas, calcio, carbohidratos, riboflavina y depender de la presencia del bosque amazónico y además ayudar a la economía al cazador amazónico, es uno de los productos que debe ser tomado en consideración para su formalización de seguimiento sanitario.

Todas las carnes tienen su norma sanitaria establecida por la Dirección General de Salud Ambiental-Loreto (DIGESA), menos la carne silvestre. Las carnes de cerdo y res tienen similar consumo a la carne silvestre en la ciudad de Iquitos, sin embargo, esta última no tiene un monitoreo sanitario establecido. Es preciso replantear el control de esta carne como consecuencia de los cambios de comportamiento de los vendedores después de la cuarentena. El control sanitario no debe ser en base a conceptos preestablecidos sino a información relevante que ayude a mayor control sanitario. Es tiempo de otorgar la importancia que se merece a esta carne invisible por décadas. Sólo con in-

formación real se puede reglamentar apropiadamente, sino las reglas estarán solamente en el papel.

Es necesario realizar estudios bacteriológicos y bromatológicos de carne fresca de las especies de *T. pecari*, *P. tajacu* y *C. paca* a nivel urbano y en las mismas comunidades de los cazadores. Esto será importante para comparar la carga bacteriana en ambos escenarios y evaluar la cadena de contaminación. Asimismo, es importante realizar estudios de consumo en zonas rurales y sus motivaciones, esto ayudará a generar estrategias que ayuden a conservar los animales silvestres y mejorar la economía del poblador amazónico.

CONCLUSIONES

La carne silvestre representa el 4 % de fuente proteica de la ciudad de Iquitos y es consumida independientemente del nivel educativo y económico del poblador Iquiteño; a la mayoría les gusta esta carne entre poco y mucho, asimismo la gran mayoría cree que su consumo no enferma ni contagia de coronavirus. La carne silvestre durante la pandemia estuvo en mejores condiciones sanitarias que otros productos alimenticios. Todas las carnes silvestres se caracterizaron por tener bajo contenido graso, alto contenido de riboflavina, proteínas y carbohidratos. Es decir, la carne silvestre en los mercados de Iquitos es nutritiva.

AGRADECIMIENTOS

Estamos agradecidos a Claudia Ramos Rodríguez por su ayuda en las entrevistas virtuales, a Harvey del Aguila Cachique por su apoyo en la colecta de muestras de carne para los análisis microbiológicos y a Daniel Montes Aliaga por su apoyo en los análisis bromatológicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, A. A., Catherina, R., Frye, H., Shelley, L. (2020) Illicit wildlife trade, wet markets, and COVID-19: preventing future pandemics. *World Medical & Health Policy*, 12(3): 256-265.
- Andrews, W.H., Jacobson, A. (2013) *BAM Chapter 5: Salmonella*. FDA. US Food & Drugs. 23/12/2021. <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-5-Salmonella>
- Association of Official Agricultural Chemists. (2005) *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 18 th ed. Washington, D.C.
- Ayres, M., Ayres, Jr, M., Lima-Ayres, D., Dos Santos, A. (2007) *Bioestat. Aplicacoes estatisticas nas áreas das ciencias bio-medicas*. Belem, Para, Brasil.
- Barril-Cuadrado, G., Puchulu, M. B., Sánchez Tomer, J. A. (2013) Tablas de ratio fósforo/proteína de alimentos para población española. Utilidad en la enfermedad renal crónica. *Nefrología*, 33(3): 362-371
- Bentos, A. M., Rengifo, F. (2019) *Calidad bacteriológica de refrescos de Mauritia flexuosa "aguaje" y Hordeum vulgare "cebada" que se expenden en el mercado de Belén, Iquitos-2017*. (Tesis de Biólogo). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Biryukov, J., Boydston, J. A., Dunning, R. A., Yeager, J. J., Wood, S., Reese, A. L., Altamura, L. A. (2020) Increasing temperature and relative humidity accelerates inactivation of SARS-CoV-2 on surfaces. *MSphere*, 5(4): e00441-20.
- Booth, H., Clark, M., Milner-Gulland, E. J., Ampomah-Mensah, K., Antunes, A. P., Brittain, S. et al. (2021) Investigating the risks of removing wild meat from global food systems. *Current Biology*, 31(8): 1788-1797.
- Chaves, W. A., Monroe, M. C., Sieving, K. E. (2019) Wild meat trade and consumption in the Central Amazon, Brazil. *Human Ecology*, 47(5): 733-746

- Duan, S. M., Zhao, X. S., Wen, R. F., Huang, J. J., Pi, G. H., Zhang, S. X. et al. (2003) Stability of SARS coronavirus in human specimens and environment and its sensitivity to heating and UV irradiation. *Biomedical and environmental sciences*, 16(3): 246-255.
- El Bizri, H. R., Morcatty, T. Q., Ferreira, J. C., Mayor, P., Neto, C. F. V., Valsecchi, J. et al. (2020) Social and biological correlates of wild meat consumption and trade by rural communities in the jutaí river basin, central Amazonia. *Journal of Ethnobiology*, 40(2): 183-201.
- Flores-Castro, R. (2010) La situación actual de las zoonosis más frecuentes en el mundo. *Gaceta médica de México*, 146(6): 423-429
- Frazier, W. C. J., Westhoff, D. C. (1993) *Microbiología de los alimentos*. 4a Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Funk, S. M., Fa, J. E., Ajong, S. N., Eniang, E. A., Dendi, D., Nasi, R. et al. (2022) Impact of COVID-19 on wild meat trade in Nigerian markets. *Conservation Science and Practice*, 4(2): e599
- Gálvez, H., Tapia, Contreras, G., Aquino, R. (2018) *Calidad microbiológica de carne de monte de mayor expendio en principales mercados de Pucallpa e Iquitos – Perú*. Libro de Resúmenes del II Simposio Peruano de Especies CITES. MINAM y Universidad Nacional San Agustín de Arequipa.
- González, M., Villalobos, L. B., Vásquez-Suárez, A., Graü, C., Gil, H. (2011) Enumeración de aeróbios mesófilos, coliformes fecales y *Clostridium perfringens* en la ostra *Crassostrea rhizophorae* procedente de laguna Grande del Obispo, estado Sucre, Venezuela. *Revista Científica*, 21(1): 80-87
- Granados, D. L., Granados, J. F. (2017) *Condición higiénica sanitaria y su relación con la calidad microbiológica y sensorial de la carne de pollo faenado que se expende en el mercado Belén, ciudad de Iquitos*. Universidad Nacional de la Amazonía peruana.
- Han, J., Zhang, X., He, S., Jia, P. (2021) Can the coronavirus disease be transmitted from food? A review of evidence, risks, policies and knowledge gaps. *Environmental Chemistry Letters*, 19(1): 5-16.
- He, W. T., Hou, X., Zhao, J., Sun, J., He, H., Si, W. et al. (2022) Virome characterization of game animals in China reveals a spectrum of emerging pathogens. *Cell*, 185: 117-1129
- Henderson, P.A., Seaby, R.M. H. (2007) *Community Analysis Package 4.0*. Pisces Conservation Ltd. Lymington, UK.
- ISO 7251. (2005) *Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the detection and enumeration of presumptive Escherichia coli Most probable number technique*. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/34568.html> [consulta 24 diciembre 2021].
- Jordá, G. B., Marucci, R. S., Guida, A. M., Pires, P. S., Manfredi, E. A. (2012) Portación y caracterización de *Staphylococcus aureus* en manipuladores de alimentos. *Revista argentina de microbiología*, 44(2): 101-104
- Lewis, D. (2021) Can COVID spread from frozen wildlife? Scientists probe pandemic origins. *Nature*, 591(7848): 18-19.
- Lozano, R. M., Pinedo, W. Inga, L. (2012) Caracterización bromatológica y microbiológica de carnes procedentes de especies de animales regionales de la Amazonía peruana para consumo humano. *Ciencia Amazónica*, 2(2), 124-134.
- Maguiña, C. S. (2020) *Presencia, serotipificación y resistencia antibiótica de Salmonella entérica en carne de majaz (Cuniculus paca) procedente del mercado de Belén, Iquitos–Perú*. Universidad Científica del Sur.
- Mallapaty, S. (2021) Where did COVID come from? Five mysteries that remain. *Nature*, 591(7849): 88-189.
- Matias, D.M.S., Pinto, E. F., Ramnath, M., San Jose, D. (2021) Local communities and wildlife consumption bans. *Nature Sustainability*, 4(1): 1-1.

- Mayor, P., El Bizri, H. R., Morcatty, T. Q., Moya, K., Bendayán, N., Solis, S. et al. (2021) Wild meat trade over the last 45 years in the Peruvian Amazon. *Conservation Biology*, 1-13.
- Mendoza, P., Caverro, N., Rynaby, C. (2014) *Comercio de Animales Silvestres en la Región de Loreto*. 2007- 2012. Documento de Trabajo # 27.
- Mishra, J., Mishra, P., Arora, N. K. (2021) Linkages between environmental issues and zoonotic diseases: with reference to COVID-19 pandemic. *Environmental Sustainability*, 1-13.
- Moncayo, T. L. (2019) *Calidad bacteriológica de carne molida que se comercializan en los mercados del distrito de Iquitos*. (Tesis de Biólogo). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Morris, W. E., Fernández-Miyakawa, M. E. (2009) Toxinas de *Clostridium perfringens*. *Revista argentina de microbiología*, 41(4): 251-260.
- Moya, K. E. (2011) *Monitoreo de la comercialización de carne de monte en los mercados de Iquitos y estrategias para su conservación*. (Tesis de Biólogo). Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
- Newey, C. R., Olausson, A. T., Applegate, A., Reid, A. A., Robison, R. A., Grose, J. H. (2022) Presence and stability of SARS-CoV-2 on environmental currency and money cards in Utah reveals a lack of live virus. *PloS one*, 17(1): e0263025.
- Olmedo, A., Veríssimo, D., Challender, D. W., Dao, H. T. T., Milner-Gulland, E. J. (2021) Who eats wild meat? Profiling consumers in Ho Chi Minh City, Vietnam. *People and Nature*, 3(3): 700-710.
- Orozco, O. W., Vilchez, B. S. (2013) *Calidad microbiológica de los frutos de Mauritia flexuosa (aguaje) que se comercializan en la vía pública, zona urbana del distrito de Punchana, Loreto 2012*. (Tesis de Químico Farmacéutico). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Pascual, M. R., Calderón, V. (2000) *Microbiología Alimentaria. Metodología analítica para alimentos y bebidas*. 2da edición. Diaz De Santos Ed. Madrid-España.
- Perdomo, I., Meléndez, P. (2004) Determinación y aislamiento de *Staphylococcus aureus* y *Clostridium perfringens* enterotoxigénicos a partir de alimentos. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 33(1): 59-69
- Reyes-García, M., Gómez-Sanchez Prieto, I., Espinoza Barrientos, C. (2017) *Tablas peruanas de composición de alimentos*. Instituto Nacional de Salud. Sugear SAC. Lima, Perú.
- Riddell, S., Goldie, S., Hill, A., Eagles, D., Drew, T. W. (2020) The effect of temperature on persistence of SARS-CoV-2 on common surfaces. *Virology Journal*, 17(1):145
- Rhodehamel, E.J., Harmon, S.M. (2007) BAM Capítulo 16: *Clostridium perfringens*. FDA. U.S. Food & Drug. Disponible en: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-16-clostridium-perfringens>. [consulta 22 diciembre 2021]
- Roe, D., Lee, T. M. (2021) Possible negative consequences of a wildlife trade ban. *Nature Sustainability*, 4(1): 5-6.
- Shairp, R., Veríssimo, D., Fraser, I., Challender, D., MacMillan, D. (2016) Understanding urban demand for wild meat in Vietnam: implications for conservation actions. *PloS one*, 11(1): e0134787
- Soplín, L. A., Tulumba, N. B. (2013) *Calidad microbiológica del chorizo expendido en el mercado de Belén-Iquitos*. (Tesis de Químico Farmacéutico). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Suman, R., Javaid, M., Haleem, A., Vaishya, R., Bahl, S., Nandan, D. (2020) Sustainability of coronavirus on different surfaces. *Journal of clinical and experimental hepatology*, 10(4): 386-390
- Tallent, S., Hait, J., Bennett, R.W., Lancette, G. A. (2016) BAM Capítulo 12: *Staphylococcus aureus*. FDA. U.S. Food & Drug.

Disponible en: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-12-staphylococcus-aureus> [consulta 22 diciembre 2021].

Xie, X., Huang, L., Li, J. J., Zhu, H. (2020) Generational differences in perceptions of food health/risk and attitudes toward organic food and game meat: The case of the COVID-19 crisis in China. *International journal of environmental research and public health*, 17(9), 3148.

Yang, N., Liu, P., Li, W., Zhang, L. (2020) Permanently ban wildlife consumption. *Science*, 367(6485): 1434-1434.

Zedtwitz-Liebenstein, K. (2022) SARS-CoV-2: low virus load on surfaces in public areas. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-4

3M. (2017) Placas Petrifilm para el Recuento de Aerobios AC. Disponible en: <https://multimedia.3m.com/mws/media/14096740/guia-interpretacin-petrifilm-aerobios.pdf>

Conflicto de interés

Los autores declaramos que no tenemos conflicto de interés con la presente investigación y publicación.