Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado
Facultad de Medicina Veterinaria
Unidad de Posgrado

Principales factores que determinan la calidad visual de las carcasas de pollo en plantas de beneficio

TRABAJO ACADÉMICO

Para optar el Título de Segunda Especialidad Profesional en Avicultura

AUTOR

Gabriela Yeni YAURIS SILVERA

ASESOR

Mg. María Eliana ICOCHEA D'ARRIGO

Lima, Perú

2021



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Yauris G. Principales factores que determinan la calidad visual de las carcasas de pollo en plantas de beneficio [Trabajo académico de segunda especialidad]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina Veterinaria, Unidad de Posgrado; 2021.

HOJA DE METADATOS COMPLEMENTARIOS

Código ORCID del autor	Gabriela Yeni Yauris Silvera https://orcid.org/0000-0002-2403-9773
DNI o pasaporte del autor	40835229
Código ORCID del asesor	María Eliana Icochea D'Arrigo https://orcid.org/0000-0001-7102-0584
DNI o pasaporte del asesor	09161133
Grupo de investigación	"—"
Agencia financiadora	**PAIS**
	NOMBRE Y SIGLAS DE LA AGENCIA FINANCIADORA
	NOMBRE DEL PROGRAMA FINANCIERO:
	N° DE CONTRATO
Ubicación geográfica donde se desarrolló la investigación	**LUGAR**
	LIMA, PERÚ
	COORDENADAS GEOGRAFICAS
	Latitud: -12.0453 Longitud: -77.0311 Latitud: 12° 2' 43" Sur Longitud: 77° 1' 52" Oeste
Año o rangos de años en que se realizó la investigación	2021
Disciplinas OCDE	Alimentos y bebidas https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.01

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Medicina Veterinaria
UNIDAD DE POSGRADO

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN AVICULTURA

En la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, siendo las 10:30 horas del día viernes 18 de junio del 2021, el Jurado Ad-Hoc designado para llevar a cabo la evaluación del trabajo académico, presidido por la Dra. Daphne Doris Ramos Delgado y conformado por los siguientes miembros docentes: Dr. Juan Raúl Lucas López, Mg. María Mercedes Sialer García y Mg. María Eliana Icochea D'Arrigo (**Asesora),** se dio inicio a la sustentación oral y pública del Trabajo Académico intitulada:

"Principales factores que determinan la calidad visual de las carcasas de pollo en plantas de beneficio", presentado por la Médico Veterinaria:

GABRIELA YENI YAURIS SILVERA

Luego de sustentar el Trabajo Académico para obtener el Título de Segunda Especialidad y absolver satisfactoriamente las preguntas y objeciones formuladas por el Jurado y practicada la votación obtuvo la calificación de: **EXCELENTE, (19) DIECINUEVE ……..……**

A continuación, el Presidente del Jurado recomendó a la Unidad de Posgrado de la Facultad de Medicina Veterinaria, proponga el otorgamiento del Título de Segunda Especialidad Profesional en Avicultura, a la M.V. Gabriela Yeni Yauris Silvera.

Siendo las 13:30 horas del día viernes 18 de junio de 2021, se dio por concluido el acto académico, suscribiéndose la presente Acta.

…….
Dra. Daphne Doris Ramos Delgado (PP.D.E.)
Presidente

……..……..
Dr. Juan Raúl Lucas López (P.A.D.E.)
Miembro

…….
Mg. María Mercedes Sialer García
Miembro externo

……..
Mg. María Eliana Icochea D'Arrigo (PP.D.E.)
Miembro (Asesor)

UNMSM
Firmado digitalmente por GAVIDIA CHUCAN Cesar Miguel FAU 20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 08.07.2021 20:34:38 -05:00

……
Dr. Cesar Miguel Gavidia Chucán (P.P.D.E.)
Director de la Unidad de Posgrado

INDICE

Contenido	Página
I. INTRODUCCIÓN……	1
II.REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA……..	3
2.1. Situación de la crianza de pollo de carne en el mundo y en Perú…….	3
2.2. Consumo de carne de pollo en el mundo y en Perú……..	5
2.2.1. Composición nutricional de la carne de pollo……..	6
2.3. Cadena productiva de la carne de pollo……	6
2.3.1. Reproductoras……...	8
2.3.2. Planta de incubación…….	9
2.3.3. Granja de pollos y planta de alimentos…….	9
2.3.4. Mataderos, plantas de beneficio o procesamiento……	10
2.4. Calidad de la carne de pollo……..	12
2.4.1. Porcentaje de pollos de segunda en América Latina……	19
2.5. Factores pre-beneficio que influyen en la calidad de la carcasa de pollo….	22
2.5.1. Retiro del alimento……	23
2.5.2. Programa de atrapado de pollos……	24
2.5.3. Transporte…….	32
2.5.4. Zona de espera……..	38
2.6. Factores durante el proceso de beneficio que influyen en la calidad de la carcasa de pollo	42
2.6.1. Colgado…….	42
2.6.2. Aturdimiento…….	44
2.6.3. Degollado y desangrado……	53
2.6.4. Escaldado……..	56
2.6.5. Desplumado……..	57
2.6.6. Eviscerado…….	58
2.6.7. Enfriamiento…….	58
2.6.8. Producto terminado……...	59
III. DISCUSIÓN……..	61
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES……	67
V.LITERATURA CITADA……	68

RESUMEN

El concepto de calidad en la carne de pollo es muy importante pues los consumidores se guían de ciertas características para su elección y los productores y procesadores enfocan su atención en satisfacerlos. El factor determinante de la calidad para los consumidores es la apreciación visual, lo que da lugar a que se destaquen los daños o defectos como características de descalificación del pollo. Con relación al comportamiento de los consumidores, las características deseadas se convierten en tendencias grupales, llevando a la necesidad de establecer características mínimas de calidad para los productos ofertados en el mercado. El objetivo de este trabajo fue realizar una revisión bibliográfica de los principales factores antes del beneficio y durante el procesamiento en planta que pueden impactar en la calidad visual de las carcasas de pollo como producto terminado que se ofrece al consumidor, con la finalidad de contribuir con información actualizada que brinde soporte técnico al sector de la industria avícola nacional. De la revisión realizada se encontró que el mayor porcentaje de las posibles lesiones en las carcasas de pollos, generalmente se presentan desde las etapas finales del proceso de crianza hasta el procesamiento en planta. El proceso de captura y colgado son las etapas que tienen mayores oportunidades de producir defectos en la carcasa y disminuir la calidad de la carne de pollo porque depende de la buena manipulación y el método que aplique el trabajador. En las etapas de aturdido y desplumado en planta también hay posibilidad de disminuir la calidad de la carne, ya que requiere tener diversos parámetros específicos validados de acuerdo con peso, edad del pollo y la velocidad de la línea de beneficio.

Palabras clave: calidad, pollo de carne, factores pre-beneficio, factores durante el proceso del beneficio

ABSTRACT

The concept of quality in chicken meat is especially important because consumers are guided by certain characteristics for their choice and producers and processors focus their attention on satisfying them. The determining factor of quality by consumers is visual appreciation, which results in the highlighting the damages or defects as disqualifying characteristics of the chicken. In relation to consumer behavior, the desired characteristics become group trends, leading to the need to establish minimum quality characteristics for the products offered in the market. The objective of this work was to carry out a literature review of the main factors previous to slaughter and even during processing at the plant that can impact the quality of chicken carcasses as a finished product that is offered to the consumer, with the purpose of contributing with update information that provides technical support to the national poultry-industry sector. From the review carried out, it was found that the highest percentage of possible injuries in chicken carcasses generally occur from the final stages of the rearing process to processing in the plant. The process of catching and hanging are the stages that have the greatest opportunities to produce defects in the carcass and decrease the quality of the chicken meat because it depends on good handling and the method applied by the worker. In the stages of stunning and plucking in the plant there is also the possibility of reducing the quality of the meat, since it requires having various specific parameters validated according to weight, age of the chicken and the speed of the processing line.

Keywords: quality, meat chicken, pre-slaughter factors, post-slaughter factors.

Lista de Cuadros

Cuadro	Página
Cuadro 1. Tendencia de la producción de carne de pollo a nivel mundial	4
Cuadro 2. Composición nutricional de las carnes de consumo humano	6
Cuadro 3. Distribución de cortes en una canal de pollo	12
Cuadro 4. Incidencia de lesiones (%) en la carcasa de pollos de carne criados en diferentes densidades	14
Cuadro 5. Requisitos de la Norma Técnica Peruana NTP 201.054 para las carcasas y cortes de aves domésticas para consumo humano	18
Cuadro 6. Factores relacionados al transporte que afectan la calidad de la carne de pollo	36
Cuadro 7. Tiempo recomendado de espera según la distancia recorrida y sus respectivas tasas de mortalidad esperada	39
Cuadro 8. Efecto de las etapas de pre-beneficio sobre la calidad visual de la carcasa de pollos de carne	40
Cuadro 9. Tiempos de pérdida de consciencia según el tipo de degollado	54
Cuadro 10. Efecto de las etapas de durante el proceso de beneficio sobre la calidad visual de la carcasa de pollos de carne	59

Lista de Figuras

Figura	Página
Figura 1. Producción de carne de pollo en Perú	4
Figura 2. Consumo per cápita de carne de pollo en el Perú	5
Figura 3. Cadena productiva de la carne de pollo nacional	8
Figura 4. Flujo de la cadena productiva del pollo de carne	11
Figura 5. Herramientas para determinar el color de la piel de las aves beneficiadas	13
Figura 6. Canal de pollo de buena calidad y aceptable para los consumidores	15
Figura 7. Canal de pollo de mala calidad con defectos rechazados por los consumidores	16
Figura 8. Caída del pH en la carne normal (color naranja) y caída del pH en una carne PSE (color celeste)	17
Figura 9. Porcentaje de carcasas de pollo dañadas o con lesiones en América Latina	20
Figura 10. Hemorragia en la punta del ala	21
Figura 11. Rasguños y lesiones vistas en la piel de las aves durante el proceso de beneficio	21
Figura 12. Hematomas en pechugas y alas	22
Figura 13. Atrapado mecánico de las aves	25
Figura 14. Colocación de jabas para segmentar la cantidad de pollos y facilitar el atrapado	29
Figura 15. Diseño de colocación de jabas para segmentar en corrales pequeños para facilitar la captura de los pollos	30
Figura 16. Sujeción de las aves por el dorso, colocación correcta en la jaba	30
Figura 17. Sujeción incorrecta del ave para colocar en la jaba	31
Figura 18. Captura por las piernas	31
Figura 19. Principales lesiones generadas en el proceso de captura de pollos de carne	32
Figura 20. Efecto de la temperatura ambiental durante el transporte de las aves hacia la planta de beneficio	34

Figura 21. Efecto de la temperatura ambiental y el porcentaje de humedad durante el transporte de aves hacia la planta de beneficio 34
Figura 22. Condiciones y diseño de vehículo para transporte de aves 35
Figura 23. Principales lesiones en el proceso de transporte de la granja a la planta 37
Figura 24. Zona de espera 38
Figura 25. Principales lesiones en el proceso de colgado 44
Figura 26. Dispositivo utilizado para aplicar el aturdimiento por gas en pollos 45
Figura 27. Aturdimiento eléctrico con aspersión de agua 46
Figura 28. Aturdimiento eléctrico con electrodos secos en la cabeza 47
Figura 29. Aturdimiento eléctrico con electrodos secos cabeza-cloaca 48
Figura 30. Diversas condiciones de aturdimiento de las aves y su forma de identificarlas 51
Figura 31. Principales lesiones o dificultades en el proceso de aturdimiento 52
Figura 32. Aturdimiento por baja presión atmosférica 53
Figura 33. Un ave ineficientemente aturdida tendrá un degollado ineficiente 55
Figura 34. Pollo rojo 55
Figura 35. Principales lesiones en el proceso de desplumar aves 57
Figura 36. Principales errores en el proceso de desplumar aves 58

I. INTRODUCCIÓN

Si bien la carne de pollo es el segundo producto cárnico más consumido a nivel mundial, en nuestro país es la carne más consumida por la población. El consumo per cápita de carne de pollo a nivel nacional para el 2018 registra un consumo de 50.3 kg/habitante/año, mientras que a nivel de Lima Metropolitana el consumo al cierre del 2019 ha sido de 87 kg/habitante/año (MINAGRI, 2021).

Nutricionalmente, la carne de pollo posee proteínas de alto valor biológico, tiene cantidades importantes de vitamina A, tiamina, hierro, fósforo y ácido nicotínico (Koblitz, 2011). También, su bajo valor energético la hace un alimento saludable debido a su reducido contenido de grasa y una alta proporción de ácidos grasos poliinsaturados en comparación a la carne de otras especies (Riovanto *et al*., 2012).

Con relación a la crianza, el desarrollo en la selección genética ha permitido un crecimiento acelerado de los pollos, tal es así que la edad de venta de los pollos va de 35 a 42 días aproximadamente, con un peso vivo promedio de 2.76 kg (MINAGRI, 2020). A nivel global, este mejoramiento genético ha permitido que la producción de carne de pollo prospere en cantidad y se desempeñe más sofisticadamente (Collins y Huey, 2015).

El concepto de calidad en las carnes es muy importante pues los consumidores se guían de ciertos aspectos para su elección y los productores y procesadores enfocan su atención en satisfacerlos (Alvarado, 2012). Vieira (2012) indica que la calidad es el atributo o condición de las cosas que hace que se destaque de otras similares. En una escala de valores, la calidad permite evaluar y, consecuentemente, aprobar, aceptar o rechazar cualquier cosa. Con relación al comportamiento de los consumidores, las características deseadas se convierten en tendencias grupales, llevando a la necesidad de establecer características mínimas de calidad para los productos ofertados en el mercado (Katiyo *et al*., 2020).

En general, los consumidores se guían por señales físicas básicas para la elección de una carne de pollo de buena calidad, tales como el color, olor y textura. En la práctica, los consumidores utilizan el color, la frescura y la uniformidad como señales principales de calidad cuando seleccionan carne de pollo (Kop-Bozbay y Ocak, 2015; Katiyo *et al*., 2020). Por lo tanto, la calidad de esta carne involucra las propiedades que

son deseables para los consumidores. Estas propiedades influyen en la aceptación por parte del consumidor y en la rentabilidad de la industria (Bautista *et al*., 2016).

Para la industria avícola, las características de calidad en canales completas comprenden la pigmentación cutánea, apariencia, tamaño y peso; rasgos que también son buscados en la carne deshuesada, que es la base de la producción de productos con valor agregado, los cuales representan un cambio en la presentación tradicional de la carne de pollo debido a la demanda del consumidor por productos que representen mayor comodidad y por la variedad en productos cárnicos (Alvarado, 2012).

En consecuencia a lo mencionado anteriormente, el éxito económico en la producción de pollos depende del alto rendimiento de canales y buena calidad de la carne. Muchos factores tales como las características inherentes a las aves y las condiciones ambientales a corto y largo plazo hasta el beneficio, es decir, el sistema de crianza, el nivel de alimentación, temperatura ambiental, luz y ventilación; o inmediatamente antes del beneficio, es decir, el tiempo de retiro del alimento, el atrapado o captura, la carga y transporte, efectivamente pueden influenciar en el rendimiento de la canal y la calidad de la carne (Kop-Bozbay y Ocak, 2015).

Por otra parte, el período pre-beneficio del pollo de carne está caracterizado por etapas muy críticas para el bienestar del animal tal como el proceso de atrapado, la colocación de los pollos en las jabas, el transporte hacia la planta de procesamiento, el tiempo de espera en la planta de procesamiento antes de la descarga, y la descarga antes del beneficio de las aves. Cuando no se toman las medidas necesarias para asegurar el confort térmico y el bienestar de las aves, pueden producirse grandes pérdidas en la producción debido a mortalidad o alteraciones negativas en la calidad de la carne (Groff-Urayama *et al*., 2018). Asimismo, hay factores en las etapas de procesamiento en la planta, tales como el colgado, el aturdido, el escaldado, desplumado y el enfriamiento, que tienen influencia en la calidad de las carcasas como producto terminado (Mir *et al*., 2017).

Por tanto, el objetivo de este trabajo es realizar una revisión de los principales factores antes del beneficio y durante el procesamiento en planta que pueden impactar en la calidad visual de las carcasas de pollo como producto terminado que se ofrece al consumidor, con la finalidad de contribuir con información actualizada que brinde soporte técnico al sector de la industria avícola nacional.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Situación de la crianza de pollo de carne en el mundo y en Perú

Durante las últimas décadas, los sistemas de crianza de pollo de carne han ido evolucionando de tal manera que la industria avícola ha ido mejorando sus parámetros productivos gracias a la selección genética y factores como la nutrición y sanidad (FAO, 2008). Hoy, gracias a este mejoramiento, la mayor parte de la producción mundial se basa en la crianza intensiva de híbridos de rápido crecimiento (Brameld y Parr, 2016). Además, debido a la preferencia de los consumidores por la carne de pechuga, los pollos son beneficiados con mayores pesos. En este contexto, el cambio de la forma de mercado de canales enteras a productos listos para el consumo y listos para cocinar, y la importancia de las características de calidad, tanto de la carne fresca como de la utilizada para materia prima en la fabricación de subproductos cárnicos ha aumentado notablemente (Petracci *et al*., 2016).

Es así como ahora la producción de pollos de carne es una de las actividades más importantes a nivel mundial. En el año 2017, los mayores productores de carne de pollo del mundo eran Estados Unidos (17.6%), seguido de Brasil (12.5%), China (12.4%), Rusia (4.1%), India (3.2%) y México (2.9%). Nuestro país se ubica en el puesto número 18 después de Tailandia, Colombia y Birmania (MINAGRI, 2020).

Con relación a la crianza, el desarrollo de la selección genética ha permitido un crecimiento acelerado de los pollos, de tal manera que la edad de venta de los pollos va de 35 a 42 días aproximadamente, con un peso vivo promedio de 2.76 kg (MINAGRI, 2020). Según la FAO (2016), los cambios en el estilo de vida a nivel mundial han modificado dramáticamente la forma en la cual la carne de pollo es producida, comercializada y consumida: disminuyó la edad a la venta y la mortalidad, y aumentó el peso vivo y la ganancia diaria promedio (Cuadro 1). Estos grandes avances en la producción se han logrado también a través de una mejora en la nutrición utilizando ingredientes de alta calidad tales como maíz y soya (Brameld y Parr, 2016).

Cuadro 1. Tendencia de la producción de carne de pollo a nivel mundial

Año	Producción	Desempeño productivo					Segmento de mercado		Comercialización		
	(.000 toneladas)	Edad venta (d)	Peso venta (kg)	Ganancia diaria promedio (g/d)	Conversión alimenticia (g/g)	Mortalidad (%)	Minorista (%)	Mayorista (%)	Entero (%)	Cortes (%)	Procesado (%)
1945	-	84	1.37	16.36	4	10	-	-	-	-	-
1955	-	70	1.39	19.89	3	7	-	-	-	-	-
1965	9,365	63	1.58	25.06	2.4	6	-	-	78	19	3
1975	16,326	56	1.71	30.46	2.1	5	75	25	61	32	7
1985	27,293	49	1.90	38.79	2	5	71	29	29	53	18
1995	46,352	47	2.12	45.07	1.95	5	58	42	10	53	36
2005	70,259	48	2.44	50.75	1.95	4	55	45	11	43	46
2015	96,338	48	2.83	58.97	1.89	4.8	55	45	11	40	49

Fuente: FAO (2016).

En Sudamérica, Brasil es el mayor productor de pollos de carne (69.4%), seguido de Argentina (10.1%) y Colombia (7.5%). Perú ocupa el cuarto puesto de producción con 7% (MINAGRI, 2020). A nivel nacional, las principales regiones productoras de carne de pollo son Lima (55%), La Libertad (17%), Arequipa (9.5%) e Ica (4%) (Figura 1) (MINAGRI, 2021). En las últimas décadas, la producción ha tenido un crecimiento sostenido del 7% anual, debido a un mayor consumo, mejoras en las condiciones de producción y un mejor control de la sanidad de las aves (MINAGRI, 2020).

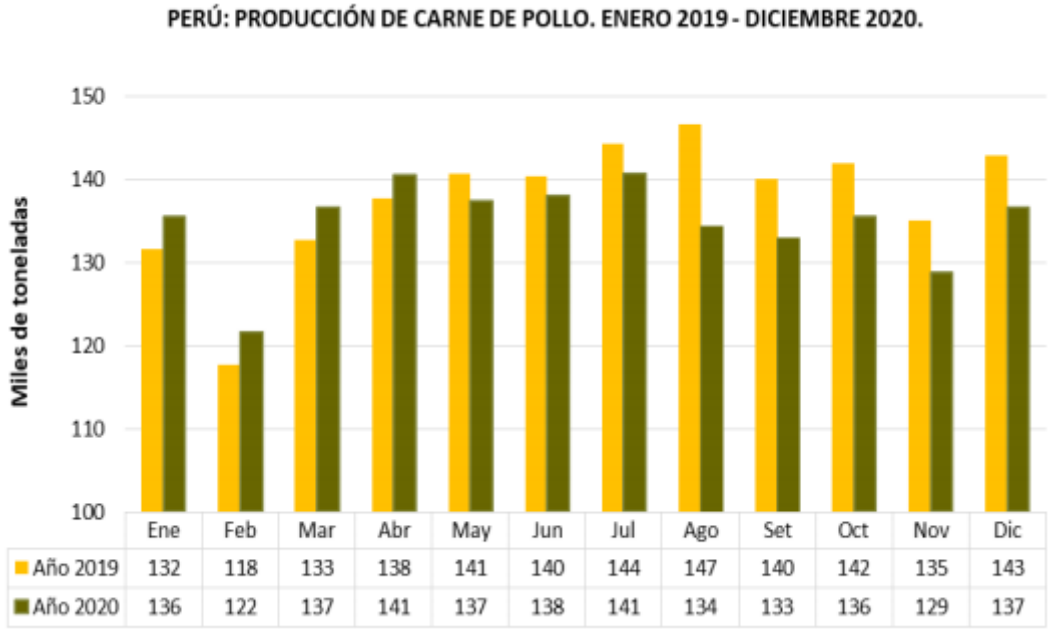


Figura 1. Producción de carne de pollo en Perú.

Fuente: MINAGRI (2021).

2.2. Consumo de carne de pollo en el mundo y en Perú

A nivel mundial, la carne de pollo es el segundo producto cárnico más consumido después de la carne de cerdo. En el año 2017, los países con mayor consumo de carne de pollos fueron Brasil (65 kg/habitante/año), Israel (64,7 kg/habitante/año), Países Bajos (60,7 kg/habitante/año), Estados Unidos (59,0 kg/habitante/año) y Polonia (55,1 kg/habitante/año) (MINAGRI, 2020).

En Perú hay una notable preferencia por el consumo de la carne de pollo, debido principalmente a su conocido valor nutricional, la versatilidad y rapidez de su preparación y el menor precio que tiene en el mercado en relación con otros tipos de carne (MINAGRI, 2020). Como se puede observar en la Figura 2, en los últimos años ha habido un crecimiento sostenido del consumo (5.2% anual), alcanzando en el año 2018 un consumo per cápita de 50.3 kg/habitante/año. Además, se ha estimado que al finalizar el año 2019, el consumo per cápita en Lima Metropolitana alcanzó los 87 kg/habitante/año (MINAGRI, 2020; 2021).

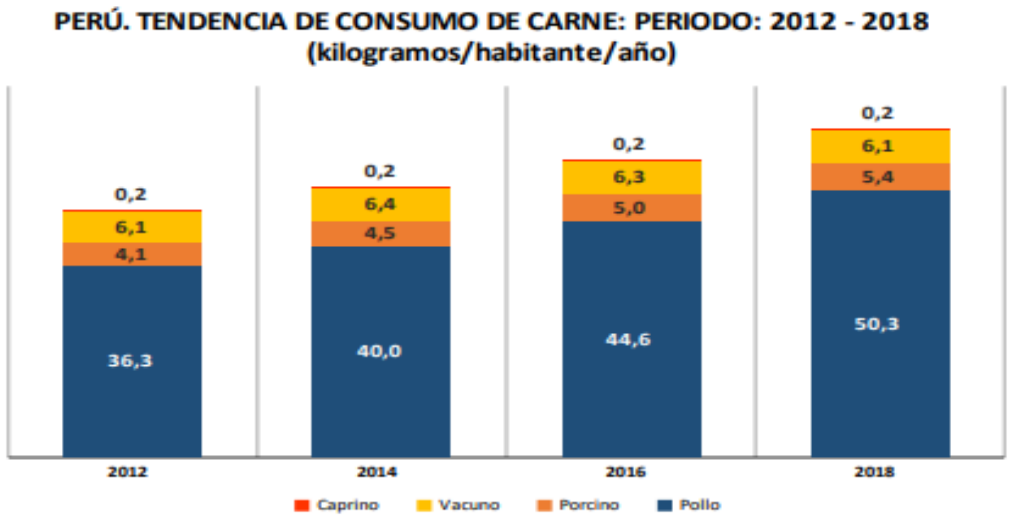


Figura 2. Consumo per cápita de carne de pollo en el Perú.

Fuente: MINAGRI (2020).

2.2.1. Composición nutricional de la carne de pollo

La carne de pollo brinda un gran aporte de proteínas para el consumo humano, ya que otorga hasta 22% de proteína (pechuga), lo que la hace una carne nutricionalmente valiosa para los diferentes sectores económicos de nuestro país, en especial por su bajo costo (Rodríguez, 2011). Asimismo, es una carne abundante en aminoácidos esenciales tales como lisina y una fuente de vitaminas y minerales tales como niacina, hierro, zinc, fósforo y potasio; tiene además un bajo contenido de ácidos grasos saturado y valores adecuados de ácidos grasos monoinsaturados (MINAGRI, 2020).

Cuadro 2. Composición nutricional de las carnes de consumo humano

Nutriente	Unidad	Pollo entero	Pechuga de pollo	Pavo entero	Cerdo magro	Bovino magro	Cordero
Energía	Kcal	166.0	145.0	157.0	156.0	120.0	178.0
Proteína	%	19.9	22.2	20.2	22.0	20.3	17.9
Grasa total	%	6.0	5.5	8.5	7.6	7.0	11.8
AGS[1]	%	2.6	1.9	2.2	2.9	2.5	5.1
AGM[2]	%	3.2	1.9	3.0	3.1	2.5	4.6
Colesterol	mg	76.0	62.0	74.0	64.4	90.0	78.0
Agua	%	70.5	71.6	71.3	70.4	75.4	70.3
Omega 3	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3
Omega 6	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5

[1] Ácidos grasos saturados
[2] Ácidos grasos monoinsaturados

Fuente: Rodríguez (2011).

2.3. Cadena productiva de la carne de pollo

Generalmente, sobre todo en América del Sur, la cadena productiva de la industria avícola está organizada en sistemas de integración vertical, donde una sola empresa abarca desde las granjas reproductoras, plantas de incubación y granjas de producción de pollos de carne, hasta las plantas de beneficio. Estos sistemas contribuyen a llevar una mejor trazabilidad y maximizar los recursos para lograr una eficiencia productiva y de rentabilidad (Cervantes y Sánchez-Plata, 2009). Este tipo de cadena productiva de los pollos de carne presenta una ventaja competitiva frente a otros sectores, debido al rápido ciclo productivo y al hecho de que en América del Sur la mayoría de empresas tiene posibilidades de tener una estructura organizacional

integrada y el hecho de que la carne de pollo brinda una proteína de bajo costo y que atrae a consumidores de distintas clases sociales (Schmidt y da Silva, 2018).

Deza y Mendoza (2018) mencionan al respecto que existe una diferencia entre el pollo vivo recién beneficiado en un centro de pelado, por lo general informal, y el pollo beneficiado en plantas por empresas formales siguiendo estándares que regulan este proceso en nuestro país. En Lima Metropolitana, el factor sociocultural, así como el abastecimiento inadecuado y la informalidad que aún está presente en el sector avícola local dificultan el ingreso del pollo beneficiado industrialmente en los mercados en relación con el pollo vivo recién beneficiado de forma manual que aún sigue siendo preferido en los mercados de los diversos distritos de Lima pues se asocia a la frescura del producto ya que se adquiere un "pollo caliente".

Por otro lado, en las propias granjas de pollos de carne existe un porcentaje de aves que se destina a las plantas de beneficio para su procesamiento y otro porcentaje que se comercializa como pollo vivo o pollo en pie hacia los centros de distribución que se ubican en los distintos distritos de Lima para llegar a los mercados populares como pollo caliente (MINAGRI, 2018). En la siguiente figura (Figura 3) se muestra una adaptación de la cadena productiva de la carne de pollo nacional donde se observa la integración vertical desde las granjas de reproductoras hasta su comercialización en los mercados.

Con relación a la crianza, los pollos de carne generalmente se crían en diferentes tipos o diseños de naves o galpones, principalmente por empresas con sistemas que integran toda la cadena productiva. Estas compañías en su mayoría cuentan con planteles de reproducción (abuelos y padres) que producen huevos fértiles. Estos huevos fértiles ingresan a las plantas de incubación, luego los pollitos BB pasan a las granjas de producción, y al finalizar la crianza después de 40 días en promedio, se transportan las aves a las plantas procesadoras, y posteriormente se realiza su distribución para la venta. También, las granjas de producción suelen abastecerse con su propio alimento balanceado (Bueno *et al*., 2016).

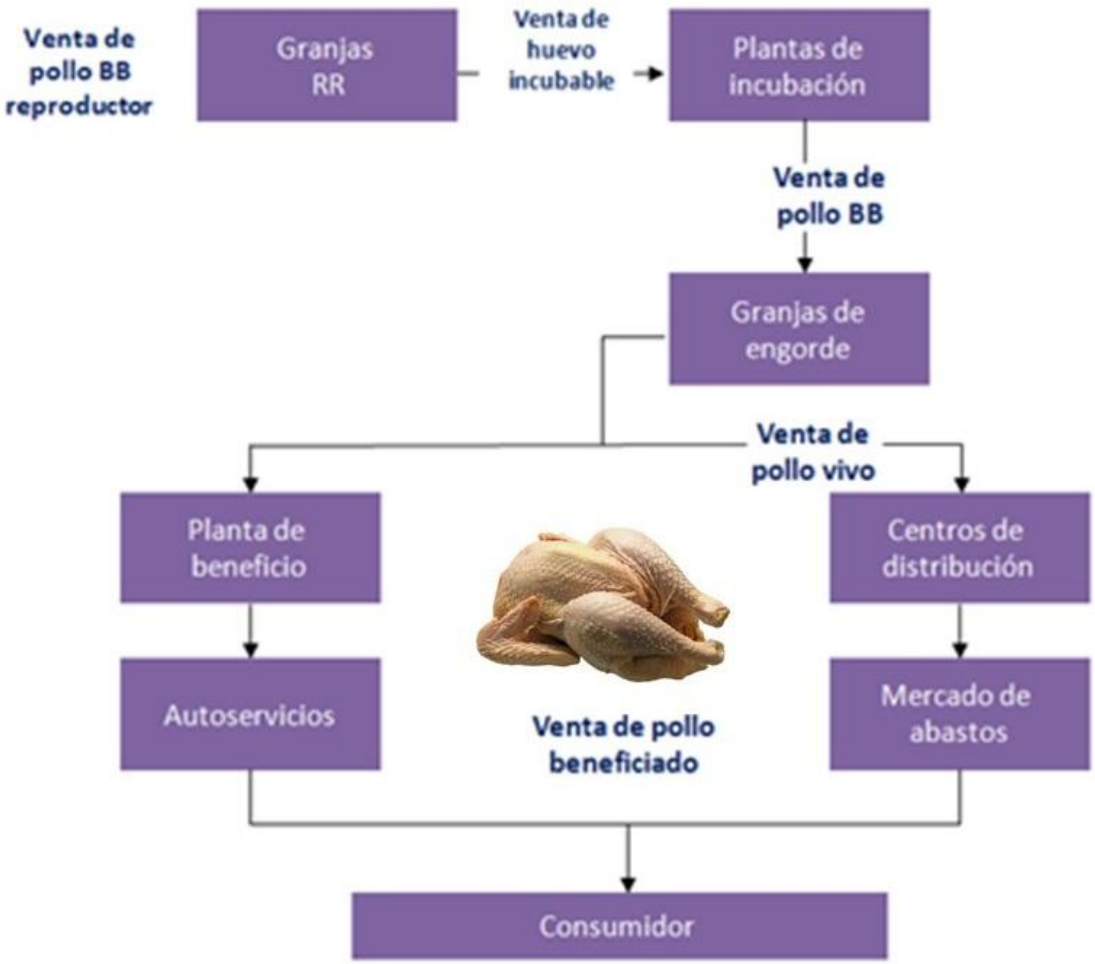


Figura 3. Cadena productiva de la carne de pollo nacional

Fuente: Elaboración propia (imagen de internet: www.pixabay.com).

2.3.1. Reproductoras

Los planteles o granjas de reproductoras son responsables de brindar los aspectos de calidad y rendimiento de los pollos de carne de acuerdo con la línea genética que se desarrolla. La calidad del pollo depende mucho de las características de sus progenitores. Los aspectos que se buscan son velocidad de ganancia de peso, salud, lotes uniformes y eficiencia en la conversión alimenticia, de este modo se alcanzan los costos más bajos posibles para hacer sostenible la rentabilidad de la crianza (Cervantes y Sánchez-Plata, 2009). El desarrollo de los reproductores está dividido en tres partes importantes (de Gussem *et al*., 2016):

- Fase de cría (primeras 3 a 4 semanas).
- Fase de recría (semanas 5 a 16).
- Fase de preparación, que es el comienzo de la fase de puesta (semanas 17 a 20).

2.3.2. Planta de incubación

Los mejores resultados que se pueden obtener en la crianza de pollos de carne tienen su origen en la buena calidad de huevo incubable. Los aspectos importantes en esta etapa son el transporte de los huevos incubables hacia la planta y el manejo del proceso de incubación (FAO, 2013). Los desafíos son reducir los posibles casos de mortalidad embrionaria o fallas en el sistema de control de calidad (Cervantes y Sánchez-Plata, 2009).

En la recepción de los huevos incubables de las granjas reproductoras se realiza una revisión técnica según los parámetros establecidos por la empresa: el peso del huevo, la forma que presenta, la calidad de la cáscara, posibles casos e incidencia de huevos sucios, la fertilidad, la importancia de la desinfección y el almacenamiento temporal (Cura, 2019).

2.3.3. Granja de pollos y planta de alimentos

Siguiendo la cadena productiva, los pollitos BB son transportados hacia las granjas de pollos de carne donde son colocados en los galpones o naves preparadas para la recepción. Aquí se establecen prácticas y protocolos de crianza que van a influir en la calidad y rendimiento de los pollos de carne (FAO, 2013). A continuación, se enumeran los factores que se deben tener en cuenta para un buen desempeño productivo (Cervantes y Sánchez-Plata, 2009; SENASA, 2020):

- La localización de la granja.
- El acceso a fuentes de agua y su abastecimiento continuo.
- Los tipos y diseños de los galpones o naves: naves convencionales con ventilación natural, uso de extractores o ventiladores.

- Especificaciones de temperatura del galpón de acuerdo con las edades y pesos de los pollos.
- El tipo de material del suelo o cama: en algunos casos puede ser piso de concreto o se puede colocar viruta, cáscara de arroz, cáscara de café, arena, etc.
- Los tipos de bebederos, ya sea en bandejas, tipo tongo, campana o niples.
- Tipo, acceso y cantidad de los comederos acorde a la densidad de las aves.
- Presencia y control de plagas (insectos, roedores).
- Programas de vacunación de acuerdo con la zona geográfica.
- Manejo de la cama y procesos de reutilización para asegurar la bioseguridad.

Hay que tener en cuenta que las condiciones climáticas de la zona geográfica afectan significativamente el sistema utilizado para la crianza de pollos de carne. En muchos casos son aspectos que la empresa tiene presentes para definir el tipo de galpón. Por ejemplo, en caso de zonas con climas fríos, es posible requerir más inversión en hermeticidad y aislamiento, y a su vez, esto requerirá un buen sistema de ventilación (de Gussem *et al*., 2016).

Con relación al abastecimiento del alimento balanceado proveniente de las plantas, ya se sabe que es de vital importancia en cada una de las etapas de crecimiento de los pollos de carne (SENASA, 2020). Por eso, es importante que los nutrientes necesarios en cada una de las fases de desarrollo en granja sean de la mejor calidad y esto está en función a la formulación y las materias primas disponibles (Morales y Vera, 2018).

2.3.4. Mataderos, plantas de beneficio o procesamiento

Se define al matadero, planta de beneficio o procesamiento como el lugar donde se transforman los músculos de las aves en carne para consumo humano (Cervantes y Sánchez-Plata, 2009). La Figura 4 muestra el flujo de la cadena productiva desde las reproductoras hasta el producto terminado para consumo humano y muestra algunos puntos críticos en la cadena de producción de carne de pollo, tales como el atrapado de

los pollos, el transporte, el eviscerado, etc., también se muestran las actividades más comunes que se realizan durante el procesamiento (Tondeur *et al*., 2019).

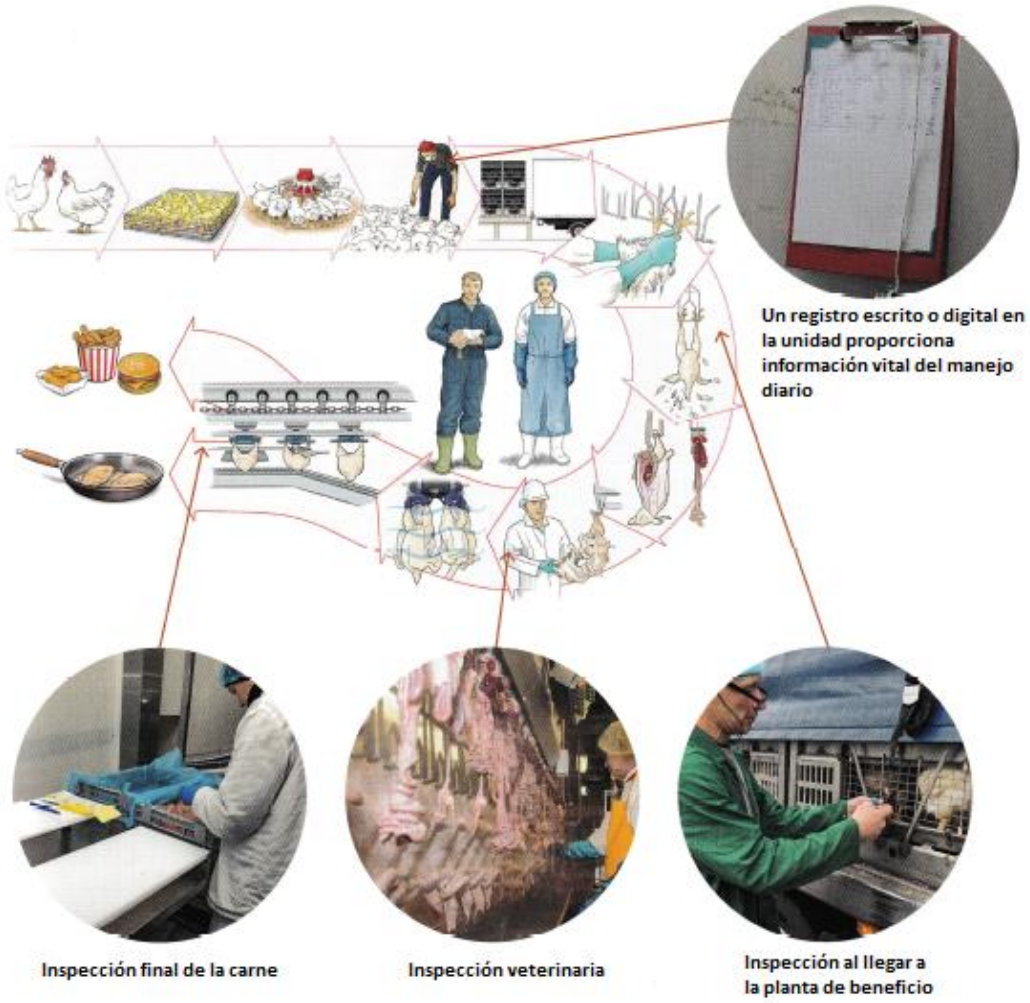


Figura 4. Flujo de la cadena productiva del pollo de carne

Fuente: Tondeur *et al*. (2019).

En la planta de beneficio se establecen una serie de prácticas y parámetros tecnológicos tales como nivel de enfriamiento, cortes, embalaje, almacenamiento, etc. En este proceso se aplican todas las normas o programas de seguridad alimentaria según lo establecido para cada país (Silva, 2020). En el Cuadro 3 podemos observar la distribución de los cortes de una canal de pollo.

Cuadro 3. Distribución de cortes en una canal de pollo

TEJIDO Corte/Porción	Proporción respecto a la canal (%)	Proporción respecto a cada tejido (%)
MUSCULAR	**61.9**	
Pechuga		22.70
Muslo		15.20
Pierna		10.60
Miembro superior		5.00
Otros		8.40
ADIPOSO	**21.70**	
Abdominal (removible)		6.20
Piel y grasa subcutánea (removible)		9.30
Grasa intermuscular		6.20
ÓSEO	**16.40**	16.40
TOTAL	**100.00**	**100.0**

Fuente: Rodríguez, 2011

2.4. Calidad de la carne de pollo

La calidad se define como la propiedad, atributo o condición de las cosas capaz de distinguirlas de los demás y determinar su naturaleza (Vieira, 2012). En una escala de valores, la calidad permite evaluar y, consecuentemente, aprobar, aceptar o rechazar cualquier cosa a través de un conjunto de características y parámetros específicos para cada tipo de producto (Zamudio, 2010). Con relación al comportamiento de los consumidores, las características deseadas se tornan como tendencias grupales, llevando a la necesidad de establecer características mínimas de calidad para los productos ofertados en el mercado (Tondeur *et al*., 2019).

De acuerdo con Zuin y Queiroz (2006), los parámetros de calidad se dividen en intrínsecos (aspectos microbiológicos, ausencia de sustancias nocivas y la inocuidad del producto), y extrínsecos, que son aquellos observados por el consumidor (color, aspecto físico, integridad, confianza de la marca, origen de procesamiento, entre otros). Por otro lado, los factores determinantes de apreciación de la calidad visual por los consumidores son variados. McKee *et al*. (2012) describen los indicadores básicos de calidad en los productos avícolas: color, aroma, sabor, textura y las características microbianas de la carcasa. El color desempeña un atributo importante en la calidad sensorial de la carne y es un factor de apreciación en el momento de la compra (da Silva *et al*., 2017).

La coloración de la carne está determinada principalmente por la concentración total del pigmento denominado mioglobina y su proporción en el tejido muscular; en la carne de aves los principales pigmentos heme encontrados son la mioglobina, hemoglobina y la citocromo C (Costa *et al*., 2011; Pérez y Fernández, 2012). La pigmentación de la piel puede estar afectada por factores genéticos o por las fuentes del alimento, tales como el maíz amarillo o aditivos alimentarios, edad del ave, sexo, grasa intramuscular, condiciones del pre-beneficio, estrés térmico y también casos de procesamiento, como la temperatura en el escaldado y las condiciones de almacenamiento y congelado (Fletcher, 2002).

Para determinar el color de la carne se utiliza una paleta o abanico de color, herramienta objetiva para la rápida medición en un ambiente con buena iluminación (Tondeur *et al*., 2019). Otro modo de medir el color de la piel del ave es con un espectrómetro electrónico (Pérez y Fernández, 2012) (Figura 5).



Figura 5. Herramientas para determinar el color de la piel de las aves beneficiadas.

Fuente: Tondeur *et al*. (2019).

El aroma es la percepción que se origina cuando los receptores olfatorios tienen contacto con moléculas volátiles o transportadas por el aire, mientras que el sabor es originado por una serie de factores que incluyen el tipo de alimento, los estresantes pre-beneficio, el procedimiento durante el proceso de beneficio y la aplicación de preservantes y aditivos post mortem que contribuyen a la composición química final del sabor de la carne de pollo (McKee *et al*., 2012). Mir *et al*. (2017) indican que el

desarrollo del sabor ocurre en el momento de cocinar la carne de pollo debido a las interacciones entre azúcares y aminoácidos, la oxidación lipídica y térmica, y la degradación de tiamina que al combinarse también explican el olor característico a pollo.

La textura es la propiedad sensorial más importante ya que puede afectar la evaluación final de la calidad de la carne de pollo (Pérez y Fernández, 2012). El grado de firmeza de la carne de pollo está en función de la cantidad de agua mantenida intramuscularmente (Mir *et al*. 2017) y se determina por cómo se siente la carne al tocarla (Katiyo *et al*. 2020). Respecto a las características microbianas de la carne de pollo, la carne cruda puede estar contaminada con microorganismos tales como *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Campylobacter* o *Listeria monocytogenes* (McKee *et al*., 2012) aunque su presencia está asociada con hemorragias musculares, un pH que favorece la multiplicación microbiana y pobres prácticas de higiene durante el procesamiento y almacenamiento de la carne (da Silva *et al*., 2017).

La apreciación de la calidad también puede estar relacionada al grado de acabado de la carcasa entera (conformación o cobertura muscular) (Vieira, 2012), la cual puede presentar daños o defectos como características de descalificación o rechazo de la carne de pollo, se suelen producir los arañones, lesiones o defectos en la piel, hematomas, dislocaciones o fracturas óseas, además de textura y coloraciones inadecuadas (Wotton y Wilkins, 2004; Petracci *et al*., 2015; Petracci *et al*., 2019).

Cuadro 4. Incidencia de lesiones (%) en la carcasa de pollos de carne criados en diferentes densidades.

Lesiones	**Sexo**	**Densidad (Aves/m^2)**			**Promedio**
		10	**13**	**16**	
Hematomas	Macho	8,50	9,23	18,43	12,05
	Hembra	9,50	15,76	16,56	13,94
	Promedio	9,00	12,50	17,50	
Rasguños	Macho	19,50	25,38	29,68	24,85
	Hembra	12,00	14,61	21,56	16,05
	Promedio	15,75	20,00	25,62	

Fuente: Garcia *et al*. (2002).

Por tanto, la apariencia es fundamental tanto para la selección inicial del producto por parte del consumidor como para la satisfacción. En muchas partes del mundo el color amarillo de la piel es una característica deseable de calidad. Al respecto, las xantofilas, pigmentos procedentes de la dieta, se depositan en la epidermis -principalmente en el estrato córneo -, y son responsables de la coloración de la piel (Mir *et al*., 2017). Igualmente, una piel intacta es un atributo de calidad importante ya que muchos productos la incluyen tanto en pollo fresco como procesados (Rodríguez, 2011).

Kop-Bozbay y Ocak (2015) y Bautista *et al*. (2016) mencionan que las características fisicoquímicas son importantes para determinar la calidad de la carne: pH, capacidad de retención de agua, pérdida por goteo, color, textura, rendimiento, uniformidad y estabilidad, durabilidad de almacenamiento e incluso el sabor y el aroma. En mayor o menor medida, todas estas características son las que el consumidor busca en una carcasa de pollo o en cortes con valor agregado e influyen en la decisión de compra. En las Figuras 6 y 7 se observan las características que se tienen en cuenta para describir una buena canal o una mala canal de pollo, respectivamente.

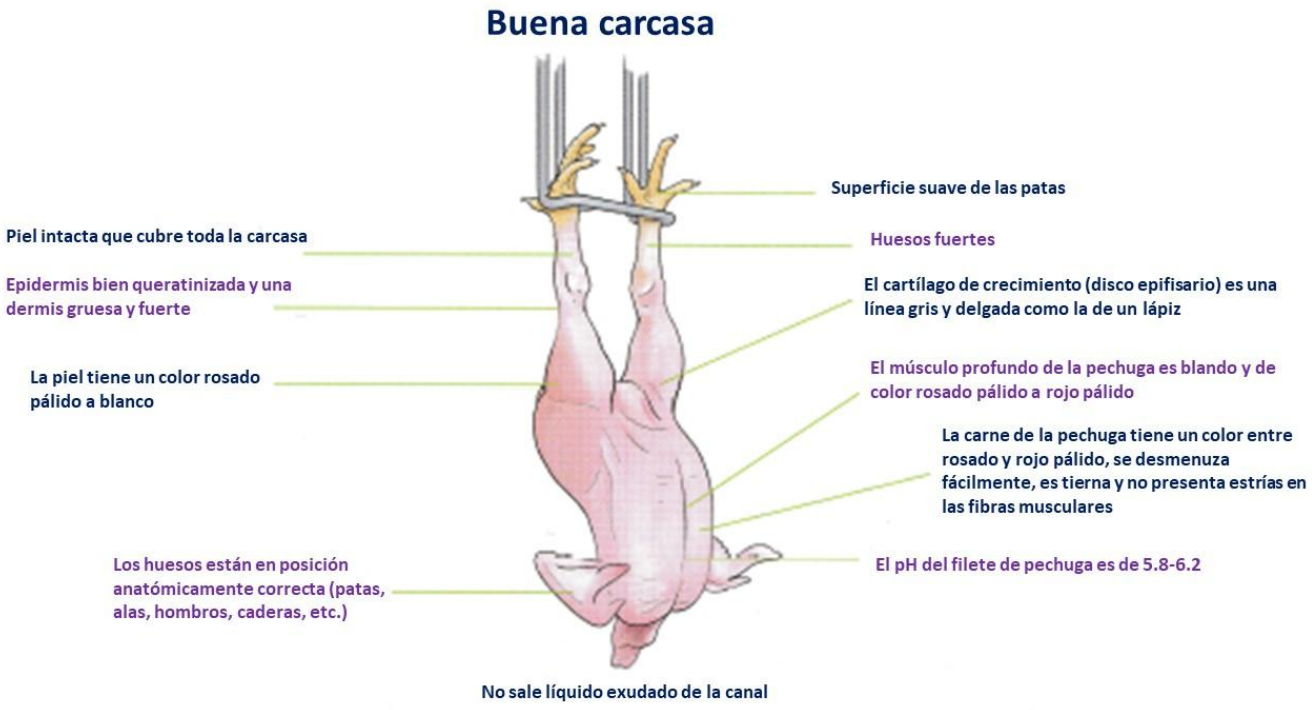


Figura 6. Canal de pollo de buena calidad y aceptable para los consumidores

Fuente: Tondeur *et al*. (2019).

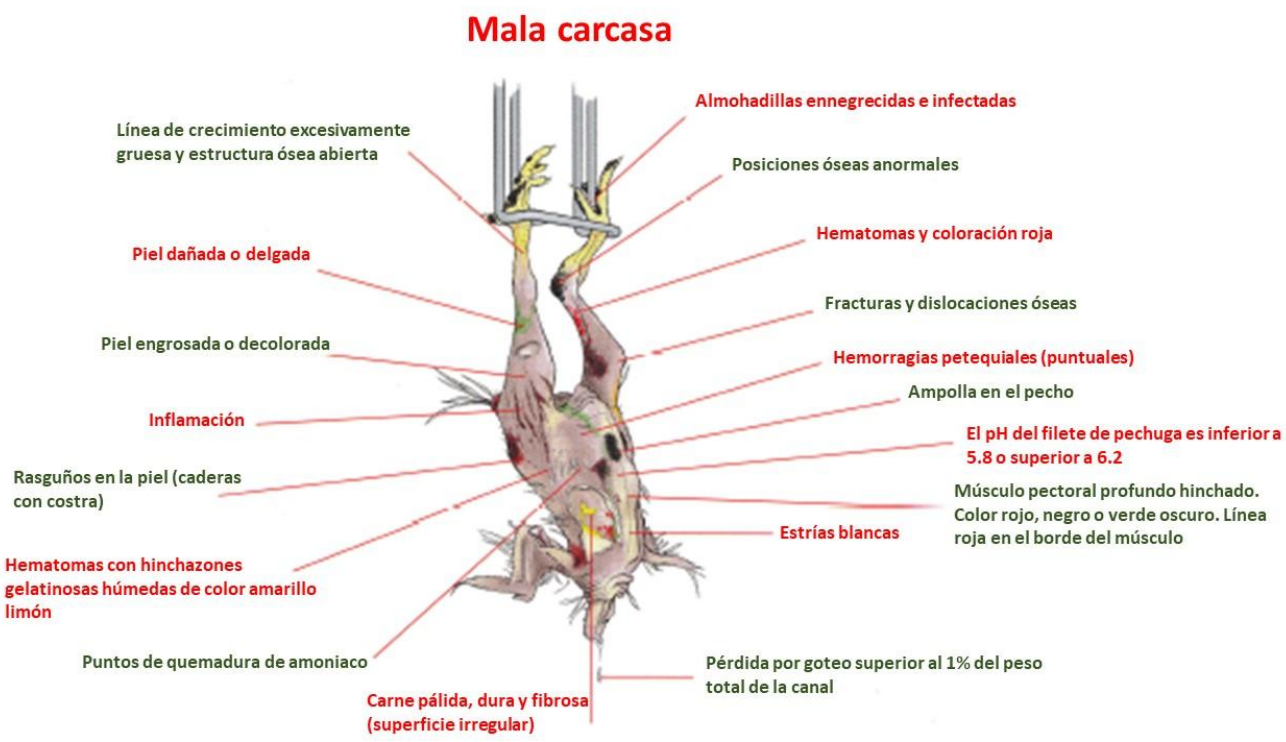


Figura 7. Canal de pollo de mala calidad con defectos rechazados por los consumidores

Fuente: Tondeur *et al*. (2019).

Es importante comprender el proceso normal de transformación del músculo en carne para saber por qué se origina la carne PSE (pálida, suave, exhudativa). En la etapa de desangrado, cuando se da la muerte del ave, sus células siguen metabolizando y teniendo actividad o funciones por un espacio de tiempo, de esa forma y según el aporte de oxígeno va disminuyendo a causa de la pérdida de sangre, las células pasan a realizar un metabolismo anaeróbico en su afán de producir energía (como ATP y ácido láctico), para lo cual proceden a utilizar las reservas de glucógeno (Aliani *et al*., 2013). Dado que no hay flujo sanguíneo para remover el ácido láctico, éste se acumula y el pH tiende a disminuir (Tondeur *et al*., 2019). Finalmente, en un momento cesa la producción o disponibilidad de ATP, generando así que el músculo no tenga energía suficiente para contraerse o relajarse, quedando en total contracción (rigor mortis), luego los procesos enzimáticos actúan rompiendo el complejo actina-miosina y de ese modo se forma la carne suave para consumo humano (Wang *et al*., 2013).

Cuando estos procesos ocurren rápidamente se forma la carne PSE. Cuando la degradación del glucógeno es acelerada, el pH que inicialmente tendría que estar

alrededor de 7.0, baja dramáticamente y en poco tiempo hasta aproximadamente 5.5-5.8 (Dong *et al*., 2020). Esto sucede cuando hay estrés en el período antes del proceso de beneficio, llevando al consumo de glucógeno antes de tiempo, es decir, cuando las aves aún están vivas (Alves *et al*., 2016). En este caso, el mayor problema es el acelerado proceso de rigor mortis que a un pH de 5.5-5.8 activa las enzimas proteolíticas, generando acumulación intensa de ácido láctico en la musculatura (Schneider, 2004; Groff-Urayama *et al*., 2018). Estas enzimas rompen los enlaces de contracción muscular del rigor mortis tornando la carne suave y blanda (Dong *et al*., 2020). La coloración pálida de esta carne es por la desnaturalización proteica, cuando incide la luz, esta no consigue ser transmitida por ausencia de proteínas, la luz se disipa y, por tanto, se torna pálida (Petracci *et al*., 2015; Groff-Urayama *et al*., 2018).

En el proceso normal todas estas fases ocurrirían en una hora aproximadamente, sin embargo, en la carne PSE ocurren en apenas 15 minutos (Droval *et al*., 2012). Se debe tener en cuenta que en esta etapa la carcasa aún está con una temperatura de 35°C pues aún no llega a la etapa de enfriamiento y esto es un factor que desnaturaliza las proteínas (Dong *et al*., 2020). Por lo tanto, la caída abrupta del pH, que activa las enzimas proteolíticas antes del tiempo porque la canal aún está caliente, desnaturaliza la proteínas miofibrilares formando la carne PSE (Schneider, 2004; Droval *et al*., 2012) (Figura 8).

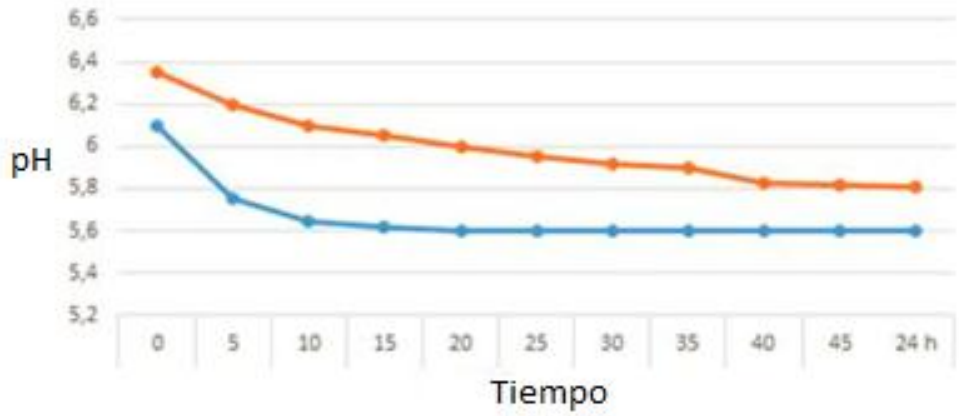


Figura 8. Caída del pH en la carne normal (color naranja) y caída del pH en una carne PSE (color celeste)

Fuente: Schneider (2004).

La formación de carne PSE trae como consecuencia una pérdida de la calidad visual y a gran escala puede generar impactos económicos al sector avícola, debido a que la carne con este defecto no es aceptada por los consumidores y en las plantas de procesamiento es una carne inadecuada para añadir algún valor agregado (Oliveira *et al*., 2015). Además, es considerada un problema económico en todo el mundo relacionado con diversos factores predisponentes tales como las temperaturas ambientales extremas, la presión atmosférica, el porcentaje de humedad relativa, el miedo, la fatiga y todos aquellos factores que causen estrés en forma intensa y aguda en las etapas previas al procesamiento (Droval *et al*., 2012; Groff-Urayama *et al*., 2018; Dong *et al*., 2020).

En nuestro país se ha desarrollado la Norma Técnica Peruana NTP 201.054 (2009) que describe los requisitos generales, organolépticos, químicos y microbiológicos en la carne de aves. El cuadro 5 describe los requisitos para las carcasas y cortes de pollos, gallinas, gallos, pavos, patos y gansos obtenidos del procesamiento primario para consumo directo o transformación, según la NTP 201.054 (2009).

Cuadro 5. Requisitos de la Norma Técnica Peruana NTP 201.054 para las carcasas y cortes de aves domésticas para consumo humano.

Requisitos	**Descripción**
Organolépticos	**Aspecto general:** buena conformación con una relación armoniosa entre la estructura ósea y los músculos. No debe presentar defectos o deformaciones que cambien la apariencia. Cobertura de grasa bien distribuida. Las carcasas o cortes no deben presentar incisiones o rasgaduras de la piel. Debe haber ausencia de desarticulaciones o fracturas de huesos. No debe haber presencia de plumas. No debe presentar lesiones por frío o escaldado. **Color:** característico de acuerdo con la especie. **Olor:** *sui generis* y exento de cualquier olor anormal. **Consistencia:** firme y elástica al tacto, tanto en tejido muscular como en grasa.
Químicos	**Límite Máximo de Residuos (LMR):** los LMR de sustancias de uso veterinario no deberán sobrepasar los valores establecidos por la legislación nacional. En ausencia de alguna normativa se deberá

	cumplir con lo dispuesto en el Códex Alimentarius. **Aditivos alimenticios:** en caso se requiera su uso, deberán cumplir con los requisitos establecidos en la legislación nacional. En ausencia de alguna normativa se deberá cumplir con lo dispuesto en el Códex Alimentarius. pH: 5.8 a 6.5.
Microbiológicos	Deberán cumplir con los requisitos establecidos en la legislación nacional. En ausencia de alguna normativa se deberá cumplir con lo dispuesto en el Códex Alimentarius.
Temperatura post-beneficio	**Enfriamiento:** inmediatamente después del faenado y corte, se debe lograr una temperatura interna de la carcasa entre 0 a 4°C. Si el corte se efectúa antes del enfriamiento, se deberá lograr la temperatura establecida antes de una hora post-beneficio. Si el corte se efectúa después del enfriamiento, no debe permitirse que la temperatura interna de la carcasa y de las partes exceda los 10°C. Las menudencias deben enfriarse a 4°C o menos antes de las dos horas desde que se separan del ave. **Almacenamiento con refrigeración:** la temperatura de almacenamiento de las carcasas y cortes debe estar entre 0 a 4°C. **Almacenamiento con congelación:** las carcasas, cortes y menudencias que estén destinados a este procedimiento se deberán enfriar lo antes posible y luego pasar a una cámara de almacenamiento con una temperatura inferior a los -18°C.

Fuente: Norma Técnica Peruana (2009).

2.4.1. Porcentaje de pollos de segunda en América Latina

Se denomina pollos de segunda o pollos B a aquellas carcasas que presentan algún tipo de daño en su apariencia, como contusiones o hematomas ya sea en las alas, piernas o pechuga, así como posibles fracturas. Estas lesiones son defectos de calidad que descalifican a las carcasas y hace que sean rechazadas por el consumidor (Mendes y Komiyama, 2011). Según Barbón (2019) el porcentaje promedio de carcasas dañadas o con lesiones que no califican como de buena calidad está entre 14% a 20.4% en América Latina (Figura 9). Este porcentaje tiene un impacto económico ya que esas canales no pueden ser comercializadas con el precio de mercado regular.

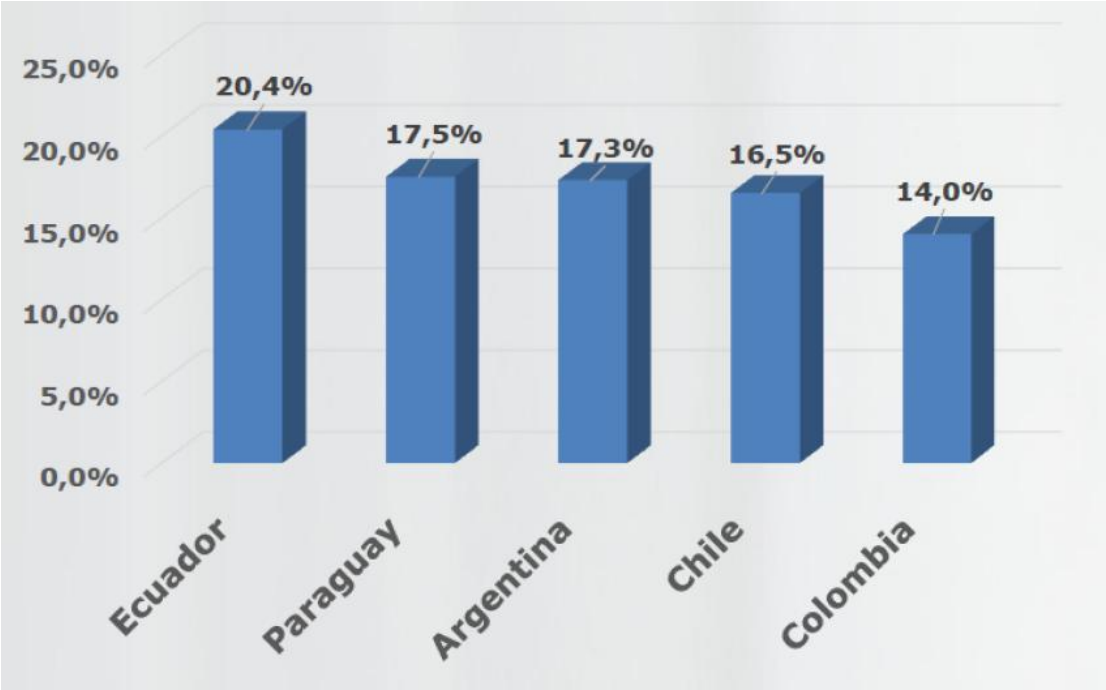


Figura 9. Porcentaje de carcasas de pollo dañadas o con lesiones en América Latina

Fuente: Barbón (2019).

La piel normal del pollo es uniforme, intacta, rosado pálido y está cubierta de plumas. La mayor parte de los rasguños en el dorso y muslos son causados mientras las aves se alimentan en los comederos, durante la captura o cuando las personas no toman el suficiente cuidado cuando ingresan en el galpón (Mendes y Komiyama, 2011). Estas lesiones pueden causar inflamación subcutánea con contaminación con bacterias propias de la cama y aunque no son un riesgo para la salud pública, pueden reducir el valor de venta en el mercado (Katiyo *et al*., 2020).

Según la revisión realizada por Mendes y Komiyama (2011) y la información descrita por Tondeur *et al*. (2019), los principales defectos de calidad en las carcasas de pollo son:

- ***Hemorragias y fracturas de las alas*:** generalmente están relacionadas a la etapa de captura, el transporte y el colgado de las aves en la planta de beneficio (Figura 10).



Figura 10. Hemorragia en la punta del ala

Fuente: Tondeur *et al*. (2019).

- ***Arañazos recientes de dorso y rabadilla:*** la causa principal está relacionada a la captura y la habilidad para retirar el pollo de las jabas al momento del colgado en la planta de beneficio (Figura 11).



Figura 11. Rasguños y lesiones vistas en la piel de las aves durante el proceso de beneficio

Fuente: Tondeur *et al*. (2019).

- ***Hematomas*****:** aproximadamente 20 a 30% de los hematomas ocurren antes del proceso de captura, 30 a 50% durante la captura y 20 a 35% después de la captura. Las causas están relacionadas con la densidad, calor, posibles enfermedades, cama dura, micotoxinas, mal manejo de la captura y de la

colocación de los pollos en las jabas, los tipos de jabas y posibles casos de colgado inadecuado en la planta de beneficio (Figura 12).



Figura 12. Hematomas en pechugas y alas

Fuente: Adaptado de Tondeur *et al*. (2019).

2.5. Factores pre-beneficio que influyen en la calidad de la carcasa de pollo

En la cadena productiva del pollo de carne, la etapa pre-beneficio comienza cuando el pollo llegó a término, es decir, completó su proceso de crianza en la granja y logró el peso y la edad para iniciar su traslado a la planta de beneficio (Alves *et al*., 2016). Cuando los pollos están listos para la saca, son atrapados, cargados en las jabas y transportados hacia el centro de beneficio. Desde el momento en que los pollos salen de la granja pueden ocurrir varios problemas que pueden incrementar la tasa de mortalidad y disminuir la calidad de la carcasa, perjudicando con eso, la calidad de la carne (Petracci *et al*., 2010).

También, la eficiencia del beneficio depende de la uniformidad de las aves y las variaciones que se originan en respuesta a los cambios en las condiciones durante el atrapado de los pollos, el transporte y las condiciones de la zona de espera que pueden afectar el procesamiento y producir pérdidas durante éste, causar una menor

uniformidad del producto y disminuir la calidad de la carne (Rui *et al*., 2011; Petracci *et al*., 2015). Los pasos que comprenden la etapa pre-beneficio incluyen el retiro del alimento, al atrapado y enjabado de los pollos, el transporte y la descarga en la zona de espera (Müeller *et al*., 2012).

2.5.1. Retiro del alimento

Antes que las aves sean atrapadas y colocadas en las jabas, el alimento es retirado para permitir un tiempo para la evacuación del contenido intestinal y del buche. Esto reduce la incidencia de contaminación fecal de la carcasa que podría ocurrir durante el transporte y el beneficio (Petracci *et al*., 2010; Collins y Huey, 2015). Se ha demostrado que también reduce la muerte durante el transporte, mejora el bienestar animal y reduce el gasto respecto al consumo de alimento (Wang *et al*., 2013).

El tiempo total de retiro del alimento incluye el tiempo que las aves permanecen sin alimento cuando están en la granja, así como el tiempo de transporte y el tiempo en la zona de espera (Mir *et al*., 2017). El tiempo de retiro también depende de otros factores tales como edad y el estado sanitario del ave, el contenido de nutrientes de la dieta y la duración del programa de retiro de alimento (Kop-Bozbay y Ocak, 2015).

El tiempo óptimo de retiro del alimento no debe ser menor a 8 horas y no mayor de 12 horas. Por lo tanto, se requiere la cooperación y comunicación entre el centro de crianza y el centro de procesamiento ya que la duración del retiro del alimento puede afectar la producción de la carcasa al disminuir el peso vivo, lo cual reduce la producción de carcasa. Esto reduce significativamente el almacenamiento de energía muscular utilizado durante el metabolismo post mortem acelerando así la presentación del rigor (Mir *et al*., 2017).

Un escaso tiempo de retiro del alimento puede originar una limpieza incompleta del tracto gastrointestinal, incrementando la probabilidad de contaminación de la carcasa o contaminación cruzada durante la evisceración automatizada (Petracci *et al*., 2010) poniendo en riesgo la seguridad y calidad del producto (Kop-Bozbay y Ocak, 2015). Asimismo, se debe evitar el "sobre-ayuno", es decir, el retiro del alimento por más de 12 horas ya que esto afectará directamente el rendimiento de la canal debido a que puede haber: una pérdida de peso por deshidratación estimada entre 0.20% y 0.45%

por hora dependiendo del clima; pérdida de la mucosa y resistencia intestinal que ocasionará contaminación de las canales al momento de la evisceración; peristaltismo inverso que determinará una saturación de la vesícula biliar, la cual se vuelve muy frágil ya que la bilis retorna a través de la molleja y el proventrículo, llegando hasta el buche, dejando una mancha indeleble creando un problema de calidad; endurecimiento de la cutícula amarilla de la molleja que incluso puede ser imposible de retirar; adherencia del buche en la cavidad abdominal haciendo difícil la extracción; y reducción del tamaño del hígado al agotarse las reservas de glucógeno hepático y grasa: su color se oscurece debido al retorno de la bilis y adquiere un sabor amargo (Rodríguez, 2011; Collins y Huey, 2015).

Recientemente, Xue *et al*. (2020) demostraron que un mayor tiempo de retiro del alimento pre-beneficio incrementa la pérdida de peso, luminosidad y pérdida por goteo de la carne, pero reduce el pH. Por otra parte, el retiro del alimento por 6 a 10 h redujo la probabilidad de contaminación de la carcasa. Estos autores recomiendan un retiro del alimento de al menos 6 h, lo que no afecta el bienestar de las aves y reduce la contaminación de la carcasa.

2.5.2. Programa de atrapado de pollos

Esta etapa consiste en realizar un programa que incluye un grupo de personas debidamente entrenadas para llevar a cabo la captura de pollos, colocarlos en las jabas e iniciar el transporte hacia la planta. La captura de cada ave debe ser realizada en forma rápida, agrupando un lote (Roça, 2000). Es clave en este punto la sincronización de horarios entre la granja y la planta de beneficio para evitar tiempos innecesarios de espera. Se ha demostrado que el manejo cuidadoso de las aves durante el atrapado y enjabado reduce lesiones y traumas, disminuyendo la mortalidad y los defectos en la carcasa tales como hemorragias, hematomas y fracturas (Mendes y Komiyama, 2011; Collins y Huey, 2015). Además, las aves tienen un límite de visibilidad entre el color verde y azul, por lo tanto, la captura debe efectuarse de noche, sobre todo con luz azul (Adamczuk *et al*., 2014).

El atrapado de las aves suele ser manual y se puede tomar a los pollos por las piernas o sujetando las alas al dorso del ave (de Lima *et al*., 2018). En el atrapado por las piernas cada operario puede llevar hasta cinco pollos en cada mano, haciendo que el

riesgo para originar un trauma sea alto (Petracci *et al*., 2010). Este método de captura por las piernas se realiza en algunos países, pero para el caso de nuestro país, por lo general se realiza el método de captura uno a uno sujetando las alas al dorso (Kittelsen *et al*., 2018). La incidencia de lesiones también está directamente relacionada con la duración de la jornada de estas actividades (Collins y Huey, 2015).

En países con una crianza de pollos de carne más industrializada, se realiza el atrapado mecánico utilizando rotores provistos de dedos de caucho colocados en cintas transportadoras de tal manera que las aves son empujadas hacia la cinta que las lleva a las jabas y en ningún momento son manipuladas, lo que reduce el estrés de la captura (Nijdam *et al*., 2005; Comisión Europea, 2013) (Figura 13). El trabajo realizado por Nijdam *et al*. (2005) comparando el atrapado manual y mecánico sobre los parámetros de calidad de la carne, no halló diferencia en el porcentaje de lesiones y los patrones que miden la presencia de estrés tales como los niveles de corticosterona, glucosa y lactato, sugiriendo revisar otros factores que puedan afectar la calidad de la carne aparte de la captura de las aves.



Figura 13. Atrapado mecánico de aves

Fuente: Comisión Europea (2018).

Por otra parte, una investigación realizada por Mönch *et al*. (2020) comparando el impacto del atrapado manual y mecánico sobre el bienestar de las aves, tampoco halló diferencias significativas sobre el porcentaje de lesiones, aunque se detectó un mayor nivel de “Dead on Arrivals” (DOA), es decir, aves que llegan muertas a la planta de

beneficio, en el atrapado mecánico, aunque no fue una diferencia significativa. Además, este estudio demostró que otros factores aparte del tipo de atrapado influyen en el porcentaje de lesiones en las aves, tales como la cantidad de personas que realizan el procedimiento, la cantidad de aves y la duración de la captura, demostrando que por si solo, el método de captura no determina el riesgo de lesiones debido a los múltiples factores asociados.

Durante el atrapado, las partes del pollo que son propensas a mayores lesiones son el pecho, las alas y las piernas (Tondeur *et al*., 2019). Se ha reportado que entre el 90 a 95% de las lesiones halladas en las carcasas de pollo se producen durante las 12 horas antes del procesamiento (Petracci *et al*., 2010), coincidiendo con el momento del atrapado y transporte, por lo tanto, las jabas deben tener un buen diseño, estar en adecuadas condiciones y no deben ser sobrecargadas o poco llenas ya que ambas condiciones pueden conducir a lesiones en las aves.

La densidad de carga óptima depende de muchos factores, principalmente la temperatura ambiental, la cubierta y ventilación de la jaba y el tamaño del ave. Sin embargo, altas densidades de carga están asociadas con una mayor mortalidad en el transporte (Schwartzkopf-Genswein *et al*., 2012). La densidad puede variar de 5 a 10 aves por jaba (Alves *et al*., 2016). Los índices más elevados de mortalidad ocurren cuando hay más de 7 aves por jaba para los períodos con temperatura alta (Vieira *et al*., 2013). Cony y Zooche (2004), teniendo en cuenta el peso del ave, sugieren una densidad de 22 kg/jaba, mientras que Rosa *et al*. (2012), sugieren de 21 a 23 kg/jaba. Ambos autores remarcan que la observación de la densidad durante el transporte está enfocada a minimizar o reducir pérdidas de peso de los pollos por deshidratación o mortalidad.

Luego de la colocación de las aves en las jabas, éstas son cargadas en los vehículos que transportarán los pollos a la planta de beneficio. Este proceso puede ser perjudicial para el bienestar de las aves debido al manejo asociado (Kittelsen *et al*., 2018). Asimismo, el ingreso con jabas dentro del galpón es un paso importante que se debe realizar con el mayor cuidado, sin generar ruidos o movimientos bruscos que perturben a las aves. Las jabas deben colocarse ordenadamente y se utilizan para segmentar la distribución de las aves, obtener corrales con números reducidos de pollos y facilitar la captura (Vieira, 2012).

En el trabajo realizado por Pilecco *et al*. (2013) se evaluó el efecto del tiempo de entrenamiento a los grupos de personas que realizan la captura de pollos, dividiendo los grupos en cuatro equipos de captura con 24 personas cada uno, los cuales recibieron capacitación por cuatro semanas consecutivas y se halló que la edad promedio de los miembros del equipo y el tiempo de captura afectaba la incidencia de arañazos en el dorso de los pollos. Además, el entrenamiento tuvo un efecto positivo, reduciendo en 33.3% la incidencia de rasguños en dorso causados por el equipo de captura, debido a procedimientos incorrectos de atrapado. Por tanto, se concluyó que es requerida una formación continua, particularmente cuando los equipos de captura están compuestos por operarios jóvenes y sin experiencia.

También es importante tener en cuenta la motivación, capacidad y entrenamiento de los trabajadores que intervienen en el proceso de crianza y beneficio de los pollos de carne. En el estudio realizado por Adamczuk *et al*. (2014) sobre bienestar de las aves y confort laboral, se demostró que un incremento de 119% en la intensidad de la luz azul en las estaciones de trabajo mejoró la visibilidad de los trabajadores, lo que a su vez permitió que las aves se manejaran más cuidadosamente. El mayor confort visual de los trabajadores mejoró la productividad de la planta de procesamiento. Por otro lado, Langkabel *et al*. (2015) indican que el método de atrapado de las aves por las dos piernas consume más tiempo y causa un trabajo más intensivo que atrapar a las aves por una pierna, y que los trabajadores experimentan más dificultades y están en posiciones menos confortables, perjudicando posteriormente su salud y desempeño.

Silva (2020) menciona que se pueden originar lesiones en las aves cuando los trabajadores no han recibido un entrenamiento apropiado o cuando se les solicita un aumento de la velocidad de trabajo. Esta investigadora recomienda trabajar contratando a un grupo fijo y selecto de personas, lo que puede permitir invertir en entrenamiento y orientaciones sobre la conducta correcta para realizar la ejecución de los procedimientos, con el objetivo de minimizar las lesiones en las aves y optimizar los resultados de la crianza. Asimismo, Lima y Stella (2020) realizaron un cuestionario en trabajadores de crianza de aves y hallaron que ellos piensan que su trabajo puede provocar sufrimiento a las aves. Su estudio revela que ahora los trabajadores tienen una personalidad más sensibles y responsable, lo que puede hacer más sencilla la

orientación para que la ejecución de las tareas se pueda hacer de forma correcta y humanitaria.

Según López *et al*. (2015), Alves *et al*. (2016) y de Lima *et al*. (2019), los principales factores para los cuidados en esta etapa pre-beneficio son:

- ***Iluminación:*** la captura se realiza de preferencia durante el horario nocturno o con luces de color rojo, verde o azul, ya que las aves se encuentran en reposo y tranquilidad, facilitando su enjaule.

- ***Temperatura:*** debe estar entre 25-27°C para evitar el estrés por calor y la acumulación de calor dentro de la nave.

- ***Instalaciones:*** tanto en el tipo de captura manual como mecánica se prefieren casetas con varias puertas para que el tiempo de traslado de las jabas de la caseta al camión sea breve.

- ***Tipo de captura:*** según el programa de carga a escoger, un trabajador deberá sostener por las dos patas (articulación tarsometatarsiana), nunca por los muslos, o sostener al ave desde arriba con las alas juntas al dorso y evitar el forcejeo o aleteo.

- ***Número de animales:*** la cantidad de aves que se deben atrapar es 4 a 5 aves/hora/persona.

- ***Manejo:*** comúnmente el grupo de captura está conformado por nueve trabajadores, un montacarguista y su auxiliar.

- ***Tiempo de captura:*** depende de la destreza, entrenamiento del personal y disponer del ambiente necesario considerando luz, densidad y sistema de transporte de las aves enjabadas del galpón al vehículo de transporte, por lo tanto, puede variar. Por ejemplo, considerando un galpón de 10,000 pollos, el tiempo de captura puede ser de dos horas.

- ***Densidad:*** dependiendo del tamaño y peso de las aves, de acuerdo con las especificaciones, no debe haber más de 10 aves en cada jaba.

En las siguientes imágenes obtenidas de Vieira (2012), Barbón (2019) y Tondeur *et al*. (2019) se grafican los diversos pasos que se realizan en el proceso de atrapado y enjabado de los pollos de carne. Las Figura 14 y 15 muestran la importancia de colocar jabas para segmentar la cantidad de pollos y facilitar el atrapado, reduciendo la probabilidad de estrés y la agitación de las alas. La Figura 16 muestra cómo se sujetan las alas al dorso del ave, en este caso el operario atrapa dos pollos a la vez para colocar correctamente en las cajas o jabas.

En la Figura 17 se muestra la forma incorrecta de sujetar al pollo ya que las alas están libres e incrementa la probabilidad de generar agitación de las alas y por consiguiente, lesiones. En la Figura 18 se observa el método de captura por las piernas, el cual se realiza en algunos países productores de pollos de carne. Por otra parte, la Figura 19 muestra las principales lesiones generadas en el proceso de captura de pollos tales como hematomas y fracturas en las alas.



Figura 14. Colocación de jabas para segmentar la cantidad de pollos y facilitar el atrapado.

Fuente: Vieira (2012).

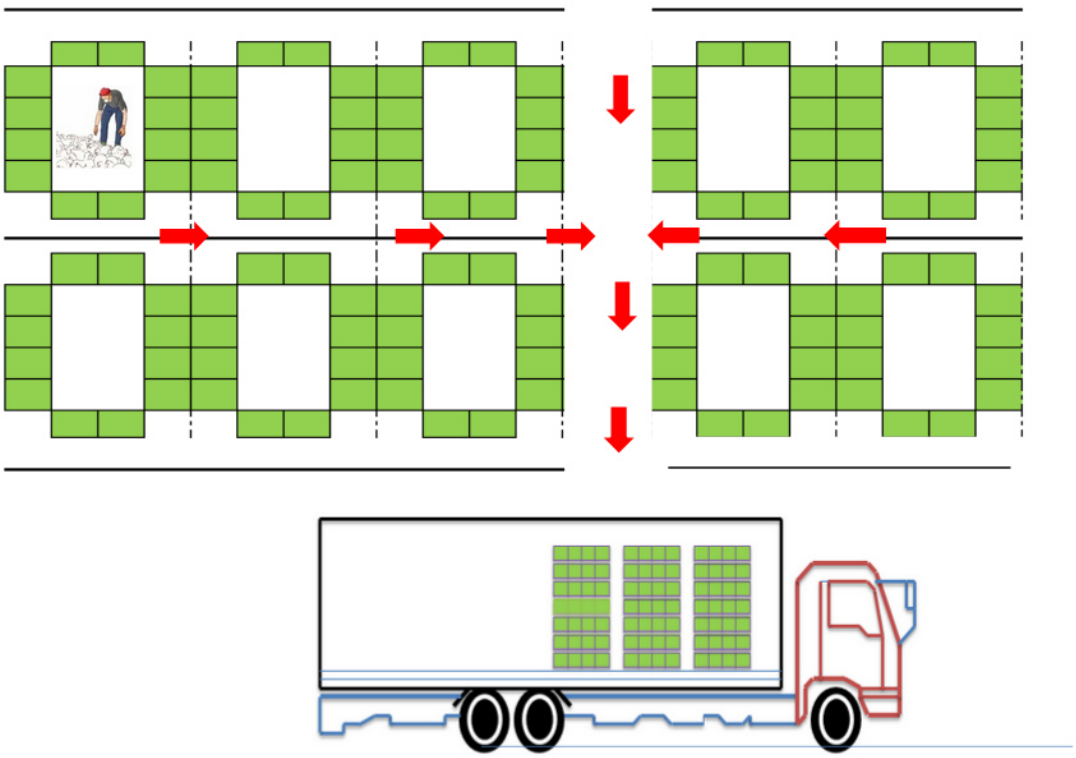


Figura 15. Diseño de colocación de jabas para segmentar en corrales pequeños para facilitar la captura de los pollos.

Fuente: Elaboración propia (2021).



Figura 16. Sujeción de aves por el dorso, colocación correcta en la jaba.

Fuente: Vieira (2012).



Figura 17. Sujeción incorrecta del ave para colocar en la jaba.

Fuente: Vieira (2012).



Figura 18. Captura por las piernas.

Fuente: Tondeur *et al*. (2019).

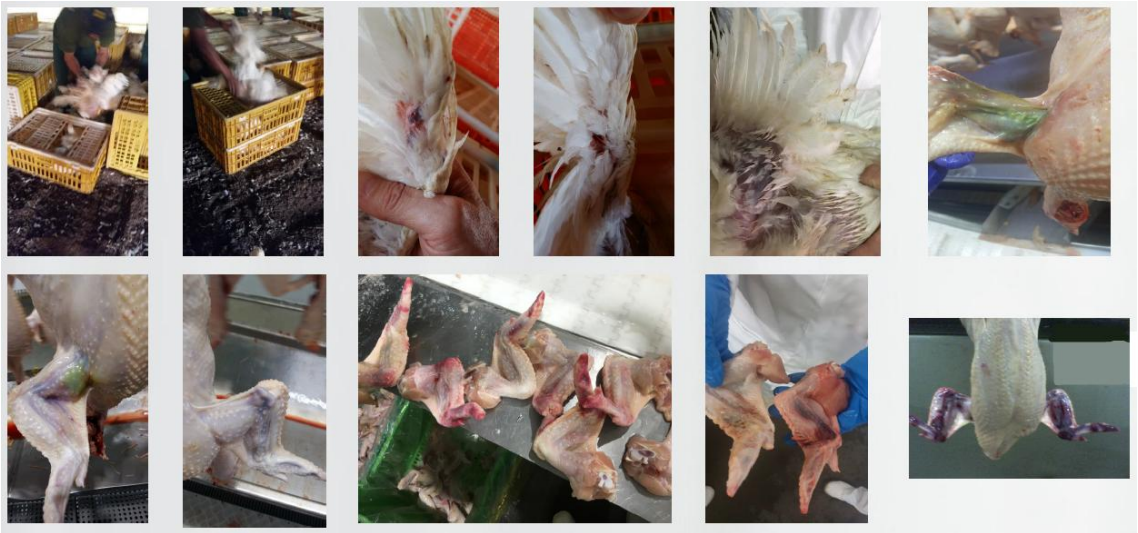


Figura 19. Principales lesiones generadas en el proceso de captura de pollos de carne.

Fuente: Barbón (2019).

2.5.3. Transporte

El transporte es un componente esencial del procesamiento de pollos de carne y puede causar diferentes grados de estrés en las aves, desde una leve incomodidad hasta la muerte. Las respuestas de las aves al transporte son un fenómeno que involucra muchos factores tales como la condición de las aves en el galpón, es decir, su estado sanitario antes del transporte, el manejo, carga, descarga, diseño del transporte, microclima del transporte, duración del viaje, duración en la zona de espera y tiempo del retiro del alimento (Schwartzkopf-Genswein *et al*., 2012; Collins y Huey, 2015).

Durante el transporte, las aves pueden ser sometidas a una variedad de factores estresantes que incluyen estrés térmico en el microambiente dentro del medio de transporte, aceleración, vibraciones, movimientos, impactos, la falta de agua y comida, la alteración social y los ruidos (Petracci *et al*., 2010). Además, las reservas de glucógeno pueden ser agotadas por un prolongado retiro del alimento y el estrés del transporte. Algunos estudios han reportado que la concentración de glucógeno hepático disminuye rápidamente entre las 6 a 12 horas de ayuno (Aliani *et al*., 2013; Xing *et al*., 2016a). El consumo de las reservas de glucógeno post mortem produce una disminución en el pH muscular, con la acidificación extensa que conduce a valores de pH extremadamente bajos, menor a 5.7-5.8 (Petracci *et al*., 2016).

La duración del viaje hacia la planta de beneficio también puede influir en la calidad de la carne de pollo. Petracci *et al*. (2010) y Tondeur *et al*. (2019) indican que el porcentaje de mortalidad esperado durante el transporte es desde 0.2% hasta un límite máximo de 0.5% y la tasa se incrementa con la longitud del viaje. Ciertamente, la mayoría de estudios asocian una mayor mortalidad de las aves con viajes de larga duración (Schwartzkopf-Genswein *et al*., 2012). Vecerek *et al*. (2006) confirman la existencia de diferencias en las tasas de mortalidad según la distancia del transporte. En caso de trayectos mayores a 300 km, la tasa de mortalidad aumenta significativamente, alrededor de 0.9%. Si el trayecto era de 50 km, la tasa de mortalidad descendía a 0.15%. Por otro lado, Santos *et al*. (2015) señalan que el impacto del estrés térmico y la duración del transporte puede ser medido a través del nivel DOA, mientras más largo el viaje y más estrés térmico exista, llegarán más aves muertas.

Igualmente, las condiciones ambientales durante el transporte son uno de los principales factores que afectan la productividad de las aves ya que éstas responderán al incremento de la temperatura aumentando su frecuencia de jadeo, lo que alterará el perfil de humedad de la carcasa. Durante el verano, las altas temperaturas ambientales pueden afectar el metabolismo post mortem del músculo y, por consiguiente, la calidad de la carne a través de la respuesta adrenal u otras respuestas fisiológicas o simplemente debido a la fatiga (Cervantes y Sánchez-Plata, 2009; Rui *et al*., 2011).

Una investigación realizada por dos Santos *et al*. (2017) para determinar los efectos del clima y la distancia del viaje sobre la calidad de la carne de pollos de carne demostró que en las épocas lluviosas la calidad de la carne estaba influenciada por la distancia, mientras más larga la distancia, mayor probabilidad de obtener una carne oscura, firme y seca. Los pollos transportados en invierno por distancias largas presentaron carne catalogada como normal.

Acerca de la temperatura interna del camión, Tondeur *et al*. (2019) mencionan que según el perfil de comportamiento de las variables ambientales temperatura y humedad relativa, se afecta el microclima a lo largo del camión. A una baja temperatura ambiental el microclima del camión será más fresco, con la temperatura más alta en el centro del camión y la temperatura más baja cerca a la puerta. Por el contrario, con una temperatura ambiental alta la sensación real térmica para las aves será mucho más alta en el centro del camión, lo que puede originará estrés de calor (Figura 20). Igualmente,

en la Figura 21 se puede observar un escenario de verano con distancia larga, turno matutino y sin mojado de la carga donde se pueden observar las zonas más calientes y húmedas en el camión (Barbosa Filho *et al*., 2009).

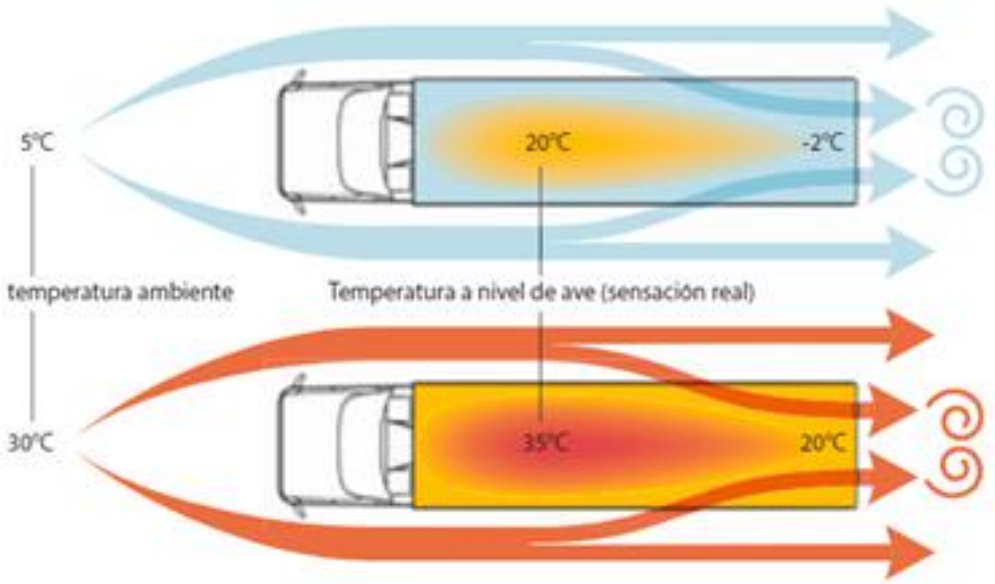


Figura 20. Efecto de la temperatura ambiental durante el transporte de las aves hacia la planta de beneficio

Fuente: Tondeur *et al*. (2019).

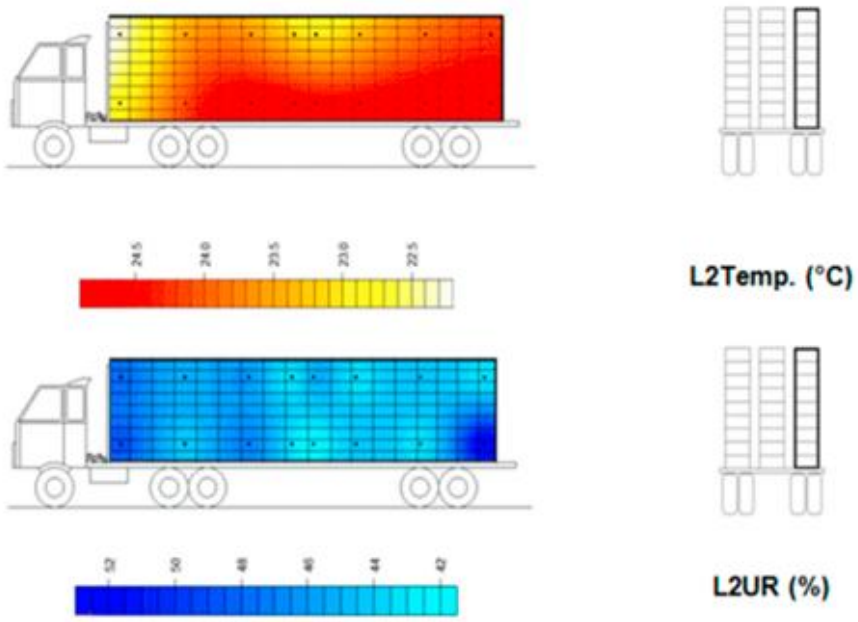


Figura 21. Efecto de la temperatura ambiental y el porcentaje de humedad durante el transporte de las aves hacia la planta de beneficio

Fuente: Barbosa Filho *et al*. (2009).

Vecerkova *et al*. (2019) realizaron un estudio sobre los efectos de la temperatura ambiental, la estación del año y la distancia de transporte sobre la mortalidad de gallinas ponedoras en el final de su período productivo y hallaron que la temperatura ambiental y el mes del año tiene un alto impacto sobre la mortalidad en las aves transportadas. Ellos hallaron que una baja temperatura exterior estaba relacionada con una mayor mortalidad y en los meses más calurosos había menos mortalidad de las aves. También demostraron que la mortalidad disminuía según se acortaba la distancia de viaje, con la menor tasa de mortalidad en viajes de hasta 50 km y las mayores tasas en viajes con distancias superiores a los 200 a 300 km.

En el transporte de las aves, el diseño y mantenimiento de los vehículos también es importante. Estos deben contar con jabas en buenas condiciones, seguras y sólidas, no dañadas, las tapas de las jabas deben ser amplias y deslizantes, con bordes inferiores sólidos para evitar que se salgan las patas de las aves (Comisión Europea, 2018). El camión debe estar siempre limpio, equipado con luz y una escalera, con lonas que puedan ajustarse de acuerdo con las condiciones climáticas para permitir una buena ventilación, ya vea pasiva o mecánica, tener puertas laterales amplias, de ser posible se debe controlar el microclima del camión cuando sea necesario, en especial en viajes largos, debe estar preparado para paradas no deseadas, con equipamiento para inspeccionar a las aves y acceso a agua de bebida para las aves en caso el viaje dure más de 12 horas (Mitchell y Kettlewell, 2004) (Figura 22).



Figura 22. Condiciones y diseño de vehículo para transporte de aves

Fuente: Comisión Europea (2018).

Según Alves *et al*. (2016), la etapa de transporte puede ser un riesgo donde se pueden presentar casos de carne pálida, suave y exudativa (PSE). Factores tales como la velocidad del viento, alteraciones del microclima, las vibraciones de las jabas durante el trayecto y las aceleraciones que realiza el vehículo pueden tener un gran impacto sobre la calidad de la carne (Mitchell y Kettlewell, 2004). Las aves que se ubican en una zona con menor ventilación estarán expuestas a una mayor temperatura y, por tanto, se presentará una mayor mortalidad y frecuencia de carne PSE (Droval *et al*., 2012).

La zona de confort térmico o termo neutralidad se caracteriza cuando a un determinado rango de temperatura ambiental, los animales se encuentran dentro de los límites máximos y mínimos de temperatura, siendo el gasto de energía mínimo para mantener su temperatura corporal a través de procesos propios de la termorregulación. Cuando las aves están dentro de este rango de confort y se encuentran en etapas de producción tienen una buena eficiencia productiva, ya que su energía casi en su totalidad se direcciona a producir porque su gasto energético es mínimo para adecuarse o adaptarse al medio ambiente donde se encuentra (Abreu *et al*., 2015).

Finalmente, el cuadro 6 muestra los factores atribuidos al transporte que afectan la calidad de la carne de pollo y la Figura 23 muestra las principales lesiones que se originan durante el transporte de las aves a la planta de procesamiento.

Cuadro 6. Factores relacionados al transporte que afectan la calidad de la carne de pollo.

Factor	Efecto sobre la carcasa	Referencias
Retiro del alimento	El ayuno prolongado produce un aumento del pH de la carne, le da una coloración oscura. También se presenta deshidratación	Rodríguez, 2011; Collins y Huey, 2015; Xue *et al*. 2020.
	El ayuno escaso puede no permite un adecuado vaciamiento gastrointestinal causando un aumento de la contaminación microbiana de la carne.	Petracci *et al*., 2010; Kop-Bozbay y Ocak, 2015.
Distancia de viaje	Aumento del porcentaje de mortalidad según aumenta el tiempo de viaje, en trayectos menores a 50 km la mortalidad puede llegar a 0.15%, en trayectos mayores a 300 km la mortalidad aumenta a 0.9%.	Vecerek *et al*., 2006; Petracci *et al*., 2010; Schwartzkopf-Genswein *et al*., 2012; Santos *et al*., 2015; Tondeur *et al*., 2019.

Temperatura ambiental	Las temperaturas ambientales extremas, pueden afectar el metabolismo del ave y posteriormente la calidad de la carne. El transporte en los meses más cálidos puede causar la aparición de carne pálida, suave y exudativa (PSE). También se ha demostrado un aumento de la mortalidad cuando se transporta aves en épocas muy frías.	Cervantes y Sánchez-Plata, 2009; Rui *et al*., 2011; Santos *et al*., 2017; Vecerkova *et al*., 2019.
Temperatura interna del camión	El microclima que se forma dentro del camión y que está relacionado a la temperatura ambiental y ubicación de las jabas dentro del camión puede causar estrés en las aves, ya sea por calor o por frío. Este estrés puede originar la formación de carne PSE.	Mitchell y Kettlewell, 2004; Barbosa Filho *et al*., 2009; Abreu *et al*., 2015; Tondeur *et al*., 2019.
Diseño y condiciones del camión	Si el diseño del camión no es el adecuado para el transporte de las aves, no está limpio, no tiene ventilación ni está equipado para hacerle frente a posibles inconvenientes, influirá en la aparición de lesiones en las aves que disminuirán la calidad de la carne.	Mitchell y Kettlewell, 2004; Comisión Europea, 2018.



Figura 23. Principales lesiones en el proceso de transporte de la granja a la planta

Fuente: Barbón (2019).

2.5.4. Zona de espera

Cuando los pollos llegan a la planta de beneficio, las jabas son descargadas del camión y llevadas a una zona de descanso y espera antes del beneficio. La mayoría de estas áreas deben estar cubiertas, equipadas con ventiladores y aspersores de agua como una forma de combatir las condiciones ambientales adversas y alcanzar una temperatura ideal de 17-18°C (Petracci *et al*., 2010; Müeller *et al*., 2012) (Figura 24). La humedad relativa también es esencial y no debe ser superior al 70% (Collins y Huey, 2015).



Figura 24. Zona de espera

Fuente: AVIAGEN (2018).

Según Ludtke *et al*. (2010), el tiempo de espera en las plantas de beneficio para asegurar un adecuado el flujo en el proceso, el bienestar de las aves y la calidad de la carne es de 1 hora y no más de 2 horas. El Cuadro 7. muestra los tiempos de espera recomendados por Vieira (2008) según la distancia de transporte hacia la planta de beneficio y las tasas de mortalidad que se espera en cada grupo según el tiempo de espera.

Cuadro 7. Tiempo recomendado de espera según la distancia recorrida y sus respectivas tasas de mortalidad esperada

Distancia	Tiempo de espera	% esperado de mortalidad
Larga (mayor a 51 km)	Moderado (entre 1 y 2 h)	0.41
Media (entre 25 y 50 km)	Corto (menor a 1 h)	0.12
Corta (menor a 24 km)	Alto (mayor a 3 h)	0.41

Fuente: Vieira (2008).

El método utilizado más frecuentemente para reducir el estrés pre-beneficio e inhibir el desarrollo de lesiones en la carne cuando las aves llegan a la planta de beneficio generalmente es una espera corta (Ludtke *et al*., 2010). Esto junto con baños de aspersión durante la época de verano puede dar un ambiente confortable y evitar las alteraciones musculares en la carne, especialmente la zona de la pechuga (Xing *et al*., 2016a). Los pollos suelen quedarse en esta zona de espera entre 15 a 20 minutos. Cuando los pollos se mantienen por más tiempo antes del beneficio, se produce un aumento del pH de la pechuga debido a los efectos de la depleción del glucógeno muscular, disminuyendo con eso la calidad de la carne (Petracci *et al*., 2010).

Jiang *et al*. (2016) evaluaron el efecto del uso de aspersores de agua y la ventilación sobre la calidad de la carne de pollos de carne en verano en cuatro grupos de tratamiento: un grupo sin ventilación y sin baño, un grupo con ventilación por 10 min y sin baño, un grupo con baño por 10 min sin ventilación y un grupo con 5 min de baño y 5 min de ventilación. Ellos hallaron que el grupo con 5 min de baño de aspersión y 5 min de ventilación tuvo los mejores valores de calidad de la carne respecto al grupo control tales como un mayor pH y contenido de glucógeno, menor luminosidad, pérdida por goteo y contenido de lactato, aunque no hubo diferencia en la fuerza de corte entre los grupos. Este estudio sugiere que la ventilación y el baño de aspersión después del transporte puede ser una buena forma de mejorar la calidad de la carne de pollo.

En el estudio realizado por Bautista *et al*. (2016) se analizaron las características fisicoquímicas de la carne del músculo *Pectoralis mayor* de pollos en dos grupos sometidos a dos y ocho horas de espera al beneficio a una temperatura ambiente de 24°C y un grupo sometido a dos horas de espera al beneficio a una temperatura ambiental de 40°C. Ellos demostraron que el pH de las aves sometidas a 2 horas de

espera y 40°C fue menor respecto a las aves sometidas a 2 horas de espera y 24°C y los valores más altos de pH estuvieron en el grupo de aves sometidas a 8 horas de espera y 24°C. Además, una espera de 2 horas a 40°C produjo una reducción en la capacidad de retención de agua y un incremento en la pérdida por goteo respecto a los otros grupos. Este trabajo concluyó que el tiempo de espera pre-beneficio de 2 horas a temperatura ambiente no afecta negativamente la calidad de la carne de pollo.

También, en la investigación realizada por Xing *et al*. (2016b) en pollos de carne Arbor Acres durante la época de verano (32-35°C), sometidos a tres tratamientos: grupo control sin transporte, transporte por 30 minutos y trasporte por 30 minutos más 10 minutos de un baño de aspersión más 20 minutos en la zona de espera, se demostró que el último grupo tuvo un reducido grado de desnaturalización proteica y una disminución en el deterioro de la calidad de la carne. Por último, el Cuadro 8 muestra un resumen de los efectos de las diferentes etapas del pre-beneficio sobre la calidad visual de las carcasas de pollo de carne.

Cuadro 8. Efecto de las etapas de pre-beneficio sobre la calidad visual de la carcasa de pollos de carne.

ETAPA	EFECTOS SOBRE LA CARCASA	REFERENCIA
Retiro de alimento (ayuno)	Un ayuno prolongado (mayor a 12 horas), puede generar pérdida de peso y rendimiento de la carcasa por efecto de la deshidratación (0.2 a 0.45% por hora), color (luminosidad) y pérdida por goteo. La pérdida de peso puede traer como consecuencia problemas de apariencia.	Xue *et al*., 2020; Rodríguez, 2011 Collins y Huey, 2015.
	Un escaso tiempo de ayuno (menor a 6 horas), trae como consecuencia que el tracto digestivo no complete su proceso de vaciamiento, lo que incrementa la probabilidad de contaminación de la carcasa en la etapa de eviscerado, ocasionando un riesgo a la calidad e inocuidad de los productos.	Petracci *et al*., 2010 Kop-Bozbay y Ocak, 2015
Atrapado o captura de pollos	En caso de no aplicar cuidados en la etapa de atrapar o capturar a las aves y en el momento de introducirlos dentro de las jabas reduce casos de mortalidad, traumas y posibles lesiones de hematomas.	Mendes y Komiyama, 2011; Collins y Huey, 2015; de Lima, 2018.
	La captura por las piernas genera un alto	Carvalho, 2001;

	riesgo para lesiones como hemorragias y hematomas. La captura por el dorso reduce el riesgo de hematomas.	Petracci *et al*., 2010; Kittelsen *et al*., 2018.
	Las partes del pollo que son propensas a mayores lesiones son el pecho, las alas y las piernas. Se ha reportado que entre el 90 a 95% de las lesiones halladas en las carcasas de pollo se producen durante las 12 horas antes del procesamiento	Tondeur *et al*., 2019; Petracci *et al*., 2010.
	La mayoría de las lesiones en los pollos ocurre durante el atrapado y transporte, por lo tanto, las jabas deben tener un buen diseño y estar en adecuadas condiciones y no deben ser sobrecargadas o poco llenas ya que ambas condiciones pueden conducir a lesiones en las aves. Además, la incidencia de lesiones también está directamente relacionada con la duración de la jornada de estas actividades	Collins y Huey, 2015.
	Altas densidades de carga están asociadas con una mayor mortalidad en el transporte	Schwartzkopf-Genswein *et al*., 2012.
	El ingreso con jabas dentro del galpón es un paso importante que se debe realizar con el mayor cuidado, sin generar ruidos o movimientos bruscos que perturben a las aves. Las jabas deben colocarse ordenadamente y se utilizan para segmentar la distribución de las aves, obtener corrales con números reducidos de pollos y facilitar la captura	Vieira, 2012.
	La falta de entrenamiento y experiencia de las personas que trabajan en la captura de los pollos también puede causar lesiones tales como desgarros, fracturas, hematomas en las aves.	Rui *et al*., 2011; de Lima, 2018.
	La densidad de pollos/jaba, diseño de las jabas, carga y descarga, tiempo de transporte puede causar fracturas y hematomas. Los viajes de mayor duración causan mayor mortalidad.	Vecerek *et al*., 2006; Petracci *et al*., 2010; Schwartzkopf-Genswein *et al*., 2012; Barbón, 2019; Tondeur *et al*., 2019.
Transporte	El estrés térmico y los aspectos que no brindan confort al ave pueden causar mortalidad, estrés y deterioro de la calidad de la carne.	Vecerek *et al*., 2006; Cervantes y Sánchez-Plata, 2009; Rui *et al*., 2011 Abreu *et al*., 2015; Oliveira *et al*., 2015; Santos *et al*., 2015; Alves *et*

		al., 2016; Tondeur et al., 2019.
	Aparición de la carne PSE y deterioro de la calidad visual de la carne con rechazo por parte de los consumidores por un mal manejo en el transporte.	Droval *et al*., 2012.
Zona de espera	Importancia del tiempo corto de espera, uso de ventiladores y aspersores para minimizar impacto ambiental en la calidad de la carne.	Petracci *et al*., 2010; Rodríguez, 2011; Müeller *et al*., 2012; Jiang *et al*., 2016; Tondeur *et al*., 2019.

2.6. Factores durante el proceso de beneficio que influyen en la calidad de la carcasa de pollo

2.6.1. Colgado

El colgado es un proceso de alto riesgo para la formación de defectos en la carcasa. Actualmente, aún es una actividad exclusivamente manual. Los colaboradores en el área de colgado deben mantener una velocidad uniforme de la línea de beneficio para que la eficiencia económica de la planta procesadora sea maximizada (Collins y Huey, 2015). Debido al uso de jabas y cajas convencionales para el transporte de los pollos, es preferible que lleguen al sitio de colgado con las tapas abiertas en el mismo sentido en que se desplazan los ganchos del transportador aéreo para facilitar el proceso de atrapado y captura que hace el trabajador para colgar el pollo (Cervantes y Sánchez-Plata, 2009). Además, las líneas de colgado con curvas excesivas e innecesarias estimulan el aleteo de las aves y predisponen a un mayor porcentaje de lesiones (Vieira, 2012).

Antes de la descarga y colgado, es conveniente que los pollos tengan un reposo mínimo para que su estrés disminuya y su temperatura corporal se estabilice. El pH muscular sin estrés es 6.2. Cuando los pollos están estresados el pH puede bajar hasta 5.9 donde se exacerba la posibilidad de producir síndrome de la carne PSE (Groff-Urayama *et al*., 2018; Dong *et al*., 2020).

Un aspecto para tener en cuenta en esta fase del procesamiento es la diferencia de resistencia física y la altura media entre los trabajadores, lo que pueden influir en la

presión impuesta sobre los pollos durante la colocación en la cadena o línea de beneficio, que podría generar hematomas típicos en las piernas (Vieira, 2012). Asimismo, en esta área se puede generar excesivo movimiento y aleteos entre las estructuras de la línea, aumentando así la frecuencia de defectos como hematomas, dislocaciones, fracturas en las áreas internas de las alas y las tibias (Mendes y Komiyama, 2011). La presencia de una plancha de superficie fina a manera de guía tranquilizante desde el momento inicial del colgado y un ambiente relativamente oscuro reducen los aleteos (Vieira, 2012).

La iluminación también es importante en las áreas de colgado. Se indica que el uso de luces azules ayuda mucho ya que las aves no perciben este color y permanecen tranquilas (Cervantes y Sánchez-Plata, 2009). Adamczuk *et al*. (2014) evaluaron un sistema de iluminación azul que fue diseñado e implementado de acuerdo con las regulaciones establecidas. Hicieron una grabación del proceso de colgado de 33,850 pollos de carne en las áreas convencionales y en las nuevas para realizar una comparación. Sus hallazgos indican una reducción del 56% en el aleteo y 3.2% del ruido en la zona nueva con iluminación azul. Estos resultados se obtuvieron aumentando un 119% la iluminación de las estaciones de trabajo en el área de colgado, permitiendo a los operarios manipular las aves con más cuidado, lo que mejoró la productividad de la planta de procesamiento.

Ludtke *et al*. (2010) mencionan que hay varios factores que deben ser evaluados en la fase de colgado para asegurar un bajo porcentaje de lesiones en las aves:

- Los niveles de iluminación: se prefieren niveles bajos.
- Perturbaciones causadas por los trabajadores alrededor de la línea: lo ideal es que no haya tránsito de personas.
- Práctica del trabajador al momento de colgar el pollo: para reducir el aleteo, colocar en la línea (ganchos) y mantener la mano en contacto con las alas por 1 a 2 segundos.
- Plancha masajeadora para la pechuga: el contacto de la plancha con la pechuga reduce aleteos y genera calma a los pollos.
- Tiempo entre el colgado y la etapa de aturdido: debe ser el menor posible, de 12 a 60 segundos.

- Curvas y desniveles en la línea: la recomendación es que la línea sea sin curvas.

La Figura 25 grafica las diversas dificultades en el proceso del colgado de las aves durante el beneficio. El excesivo aleteo de las aves causará la formación de hematomas y fracturas principalmente en las alas (Barbón, 2019).

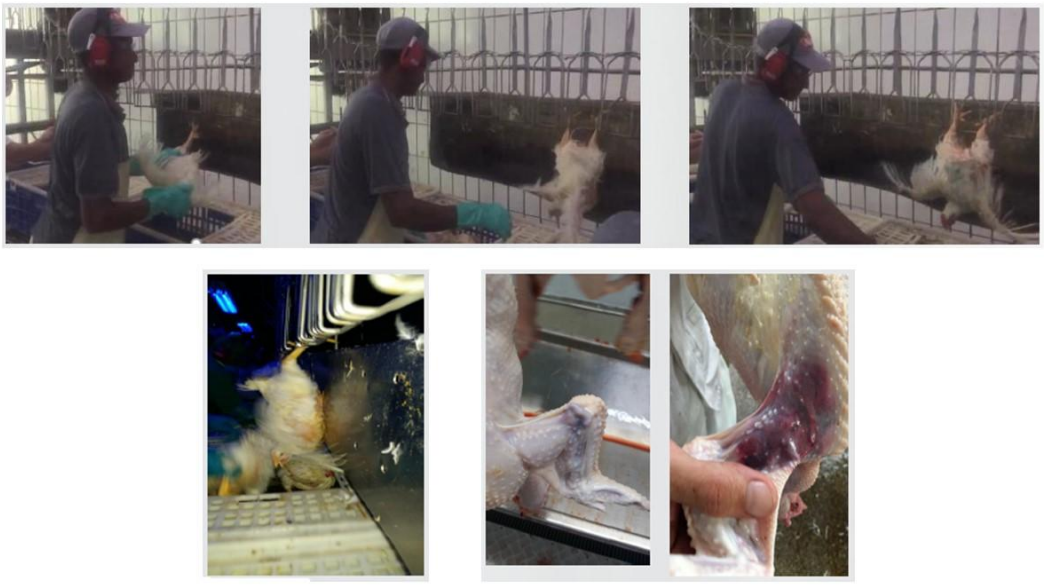


Figura 25. Principales lesiones en el proceso de colgado

Fuente: Barbón (2019).

2.6.2. Aturdimiento

El aturdimiento es un procedimiento necesario para el beneficio humanitario y está regulado por ley en varios países. Existen tres tipos de aturdimiento para las aves en la planta de beneficio: el aturdimiento por gas, el aturdimiento eléctrico y el aturdimiento por baja presión atmosférica (Gerritzen *et al*., 2013; Berg y Raj, 2015; da Silva-Buzanello *et al*., 2018). En el aturdimiento por gas, las aves son expuestas a gases que pueden inducir anestesia, como el caso del dióxido de carbono, o anoxia, tales como el argón y el nitrógeno, actualmente en desuso (Petracci *et al*., 2010; Thaxton, 2018) (Figura 26). La principal ventaja del aturdimiento con gas es que en algunos sistemas automatizados las aves pueden permanecer en las cajas de transporte desde que son cargadas en la granjas hasta que quedan aturdidas, lo que reduce el estrés de las aves y

los posibles defectos de la canal asociados con la descarga de aves vivas y el colgado en la línea de beneficio (Collins y Huey, 2015).

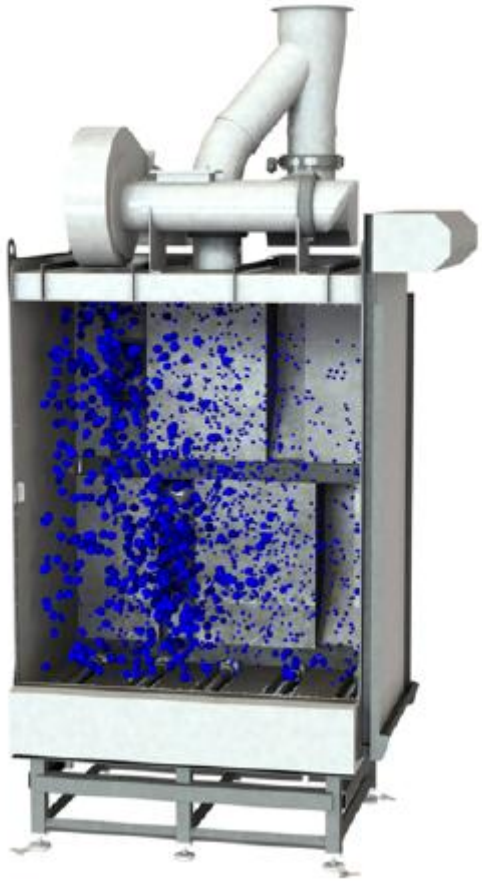


Figura 26. Dispositivo utilizado para aplicar el aturdimiento por gas en pollos

Fuente: Thaxton (2018).

Se han desarrollado diversos métodos de aturdimiento eléctrico: aturdimiento eléctrico con aspersión de agua, aturdimiento eléctrico individual utilizando electrodos secos y aturdimiento eléctrico cabeza a cloaca (Berg y Raj, 2015). En este tipo de aturdimiento, una corriente eléctrica pasa de la cabeza hasta las patas del ave, penetrando al cerebro a través del nervio óptico, médula espinal o los huesos del cráneo (Vieira, 2012). El paso de la corriente eléctrica a través del cerebro del ave causa despolarización de las neuronas, lo que impide el pasaje de estímulos, tal es así que el ave entra a un estado de inconsciencia e insensibilidad al dolor (Ludtke *et al*., 2010).

En el aturdimiento eléctrico con aspersión de agua las aves son colgadas con la cabeza hacia abajo, un electrodo está al nivel de las patas y el otro electrodo está en una tina con agua donde estará la cabeza del ave (Ludtke *et al*., 2010; Lambooij y Hindle, 2018) (Figura 27). Las aves son mojadas y el aturdimiento produce la inducción de fibrilación cardiaca ventricular que conduce a la muerte inmediata del ave aturdida y elimina el riesgo de recuperar la consciencia después del aturdimiento (Berg y Raj, 2015).



Figura 27. Aturdimiento eléctrico con aspersión de agua

Fuente: Lambooij y Hindle (2018).

En el aturdimiento eléctrico individual utilizando electrodos secos las aves son colocadas en un cono con la cabeza hacia abajo y dos electrodos son colocados en cada lado de la cabeza de cada ave (Figura 28), mientras que en el aturdimiento eléctrico cabeza a cloaca las aves son colocadas con la cabeza hacia abajo en un dispositivo que tiene una base con agua que constituye uno de los electrodos, mientras que en otro electrodo es colocado en la cloaca del ave, cerrando el circuito (Lambooij *et al*., 2012;

Berj y Raj, 2015) (Figura 29). Estos sistemas con electrodos secos no sólo causan aturdimiento en las aves, también inducen un paro cardiaco y ha demostrado menos salpicaduras de sangre que el aturdimiento con baño de aspersión (Berj y Raj, 2015).



Figura 28. Aturdimiento eléctrico con electrodos secos en la cabeza.

Fuente: Berj y Raj (2015).

El sistema de aturdimiento más utilizado en nuestro medio es el eléctrico con baño de aspersión. No obstante, bajo ciertas condiciones, este tipo de aturdimiento eléctrico puede producir defectos de la canal y la carne tales como quillas y alas rotas, venas hinchadas en las alas, puntas rojas de las alas y capilares en el músculo de la pechuga, debido a las intensas contracciones musculares y la posterior hemorragia del tejido muscular causada por la ruptura de vasos sanguíneos y daño en las fibras musculares (Siqueira *et al*., 2017).

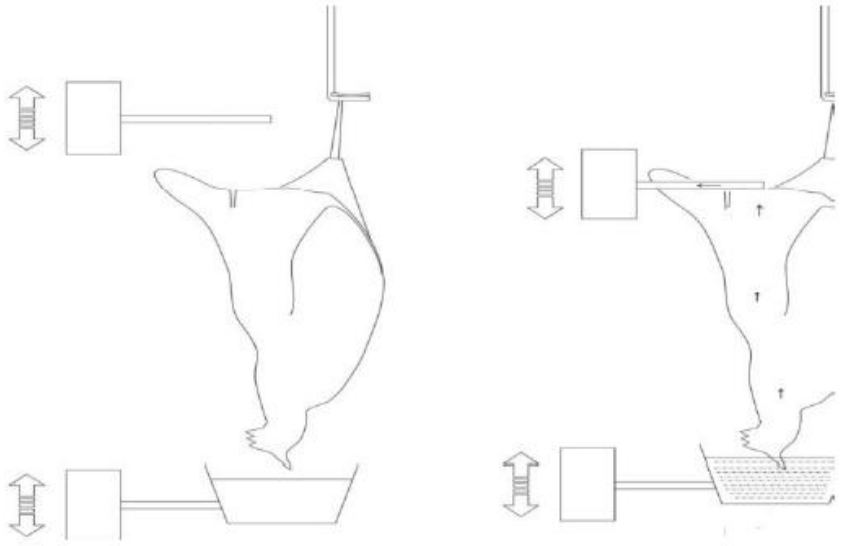


Figura 29. Aturdimiento eléctrico con electrodos secos cabeza-cloaca

Fuente: Berj y Raj (2015).

Se ha comparado el uso del aturdimiento con gas y el eléctrico, aunque los hallazgos no son muy alentadores. Si bien se menciona que el uso del aturdimiento eléctrico puede causar problemas de bienestar animal y calidad en las carcasas, el uso de gas requiere un equipo sofisticado y mayores costos (Petracci *et al*., 2010). Sin embargo, Gerritzen *et al*. (2013) indican en su estudio utilizando el aturdimiento con dióxido de carbono en dos fases, que la inconsciencia de las aves se logró con un CO_2 debajo del 40%, el estrés experimentado durante la exposición al gas produjo menos problemas de manejo, agitación de la cabeza y aleteos en las aves en comparación con el sistema eléctrico con aspersión de agua y en general hubo un aturdimiento apropiado y oportuno en las aves.

Por otro lado, a pesar de que se han reportado diferencias mínimas en el metabolismo muscular, así como en las características finales de la calidad de la carne con ambos métodos (Raj, 2004), estudios más recientes indican que pueden existir algunas diferencias importantes. En la revisión de los diferentes métodos de aturdimiento para aves, Berg y Raj (2015) mencionan que, aunque el aturdimiento eléctrico es el método más utilizado en la industria avícola, se cuestiona su efecto sobre el bienestar de las aves y la calidad de la carcasa. La investigación realizada por da Silva-Buzanello *et al*. (2018) comparando dos métodos de aturdimiento señala que el

método de aturdimiento con gas produce menos estrés en las aves que el aturdimiento eléctrico ya que las aves sometidas a electronarcosis tuvieron un menor pH en el músculo de la pechuga que las aves aturdidas por CO_2, indicando una modificación de la tasa glucolítica. Además, la actividad proteasa, la concentración sarcoplásmica de Ca^{2+} y el perfil de ácidos grasos poliinsaturados fue mayor en los pollos sometidos a aturdimiento eléctrico, indicando una mayor actividad del sistema calpaína, sugiriendo un mayor estrés en las aves.

Vieira (2012) ofrece algunos parámetros de referencia para el aturdimiento eléctrico de las aves, recomendando, además, tener en cuenta el peso de las aves y el sistema de beneficio utilizado: un voltaje de 25 a 30 voltios, un amperaje de 5 a 20 mA que ayuda a reducir la resistencia del sistema, una frecuencia de 350 a 400 Hz (ciclos por segundo), el uso de cloruro de sodio en el agua de aturdimiento y como aspersión en las patas. Sin embargo, Berj y Raj (2015) mencionan que el aturdimiento eléctrico con baño de aspersión puede ser logrado en la mayoría de las aves utilizando 120 mA por ave con 50 Hz con una corriente alterna de onda sinusoidal.

Respecto al voltaje, Huang *et al*. (2014) hicieron un estudio utilizando el aturdimiento eléctrico de las aves considerando variados voltajes: un bajo voltaje (15 voltios a 750 Hz por segundo), un voltaje moderado (50 voltios a 50 Hz por 10 segundos), y un alto voltaje (100 voltios a 50 Hz por 5 segundos) y su efecto sobre la calidad de la carne. Ellos demostraron que el aturdimiento con voltaje moderado redujo significativamente el pH muscular inicial de la carne, disminuyendo la capacidad de la carne de retener agua y su fuerza de corte.

También, el mismo grupo de estudio (Huang *et al*., 2017) comparó variados niveles de amperaje con 500, 600, 700, 800 y 900 Hz a 15 voltios por 10 segundos sobre el nivel de aturdimiento y la calidad de la carne. Ellos hallaron que el uso de 500 y 900 Hz incrementaba significativamente las concentraciones plasmáticas de corticosterona y lactato en comparación con el grupo de 700 Hz. Además, el daño en las alas fue mayor con el uso de 500, 800 y 900 Hz. Este trabajo indica que es aceptable el uso de 700 Hz de corriente directa para el aturdimiento eléctrico de pollos de carne.

En paralelo, Siqueira *et al*. (2017) evaluaron los efectos sobre la calidad de la carne de diferentes frecuencias de aturdimiento y formas de onda de corriente eléctrica, utilizando dos frecuencias (300 Hz y 650 Hz) y dos formas de corriente (corriente

directa y corriente alterna). Se determinó que la interacción entre la onda de corriente eléctrica y la frecuencia fue significativa para los niveles de lactato, sodio y la luminosidad. Además, se concluyó que independientemente de la forma de corriente, el uso de una frecuencia de 650 Hz proporcionó un aturdimiento más eficiente a las aves y aseguró una mejor calidad de la carne.

Ludtke *et al*. (2010) enumeran las señales en el ave que indican que se ha realizado un buen aturdido eléctrico:

- Inicio de la fase tónica, cuando el ave muestra el pescuezo arqueado, las alas cerradas junto al cuerpo, tremor involuntario constante en el cuerpo y las alas, ojos abiertos y piernas extendidas.
- Ausencia de respiración rítmica, que puede ser observada por ausencia de contracción en los músculos del abdomen.
- La fase de espasmos finaliza con movimientos no coordinados de las piernas y alas.
- Ausencia de los reflejos ocular y del tercer párpado a la salida del tanque de aturdimiento y antes de ingresar al tanque de escaldado.
- Aves con muslos distendidos, cuello ligeramente arqueado, mirada brillante, cuerpo relajado.

Un estudio reciente sobre aturdimiento eléctrico realizado por Ye *et al*. (2020) dividió el estado de aturdimiento en tres condiciones: aturdimiento insuficiente, aturdimiento moderado y aturdimiento excesivo colectando imágenes de los pollos aturdidos en la línea de beneficio. La figura 30 (letras a hasta d) muestra estas tres condiciones de aturdimiento, donde las aves con aturdimiento insuficiente aún estaban vagamente conscientes, aleteaban o levantaban la cabeza; las aves con aturdimiento moderado (letras e y f) perdieron la consciencia temporalmente con sus alas cerradas y sus cuellos arqueados y rígidos; y las aves con aturdimiento excesivo (letras g y h) han perdido completamente la consciencia o están muertas, sus cabezas cuelgan y sus alas están abiertas.

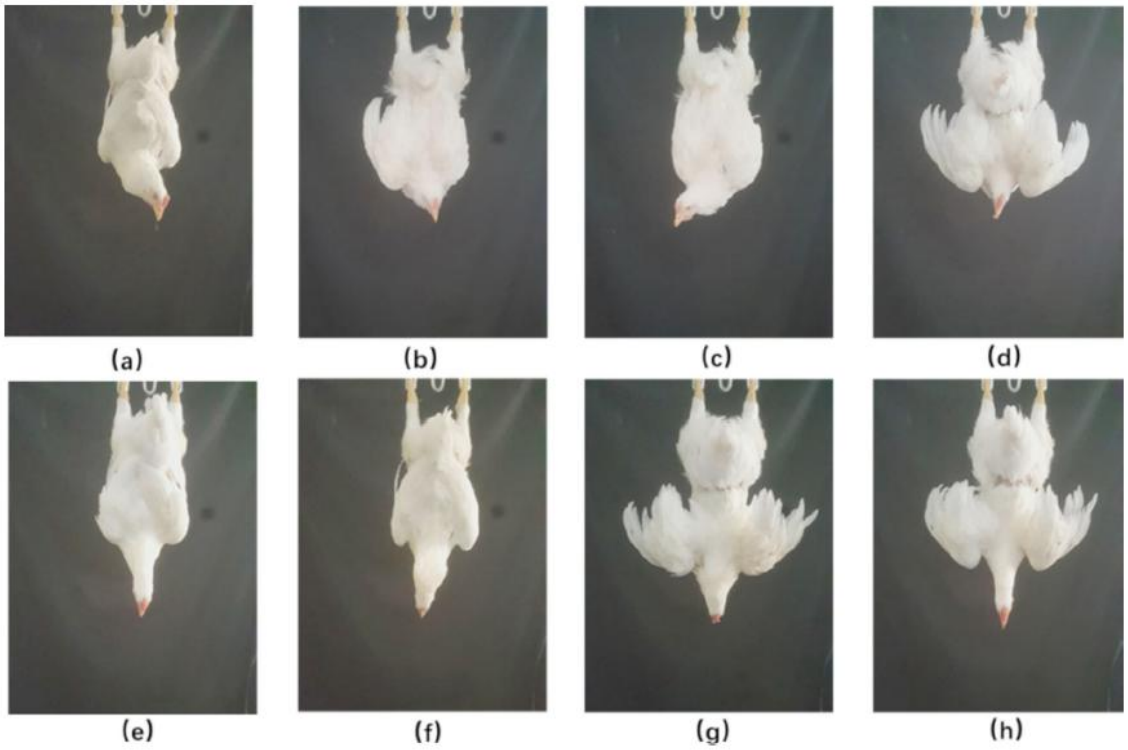


Figura 30. Diversas condiciones de aturdimiento de las aves y su forma de identificarlas.

Fuente: Ye *et al*. (2020).

Por otra parte, Wotton y Wilkins (2004), mencionan que la impedancia, es decir, la resistencia al flujo de la corriente eléctrica es muy importante en la calibración del aturdidor eléctrico. Ellos mencionan que las variaciones en el tamaño de las piernas producirán grandes variaciones en la impedancia de contacto, ya que para pollos de carne fue necesario aplicar un voltaje de 160 V que produjo una corriente de 1.3-1.8 A, mientras que para su uso en gallinas, el voltaje necesario para entregar la misma corriente fue de 380 V. Es probable que el mayor diámetro de las piernas de los pollos de carne y la menor edad de estas aves con piernas de piel suave disminuyan la impedancia haciendo un mejor contacto con el metal del aturdidor, mientras que las gallinas, teniendo mucha más edad y con piernas delgadas, secas y escamosas hagan un pobre contacto, necesitando mayor voltaje.

También, Lambooij y Hindle (2018) señalan que para el aturdimiento, la corriente mínima necesaria para inducir inconsciencia e insensibilidad depende de la forma de onda y frecuencia de corriente utilizada; el método más común de aturdimiento eléctrico para aves utiliza una frecuencia de 50 Hz de corriente alterna con

una forma de onda sinusoidal. Estos autores además indican que es necesario un período prolongado de inconsciencia e insensibilidad, aproximadamente 40 segundos, para facilitar el desangrado y la muerte.

Petracci *et al*. (2010; 2016), Collins y Huey (2015) y Mir *et al*. (2017) comentan los defectos que se pueden producir cuando se realiza una inadecuada fase de aturdimiento (Figura 31):

- El aturdimiento con un alto amperaje eleva las probabilidades de defectos como fracturas en clavícula y coracoides, petequias en los filetes de pechuga por ruptura de los vasos sanguíneos que irrigan los músculos pectorales y ensanchamiento de las venas de las alas ocasionando acumulación de sangre venosa, lo que da una apariencia oscura a las alas.
- El aturdimiento con un bajo amperaje produce un sacrificio inadecuado debido a que las aves aún tienen algún grado de conciencia, hay un desangrado insuficiente que genera que los pollos ingresen vivos a la escaldadora, afectando hasta el 85% de la carne en este proceso.



Figura 31. Principales lesiones o dificultades en el proceso de aturdimiento.

Fuente: Barbón (2019).

El aturdimiento por baja presión atmosférica consiste en remover el aire de una cámara sellada en la cual han sido colocados los contenedores de transporte de las aves (Berg y Raj, 2015). Según se va produciendo una reducción gradual de la tensión de oxígeno en la cámara, las aves logran un estado de inconsciencia debido a la hipoxia progresiva (McKeegan *et al*., 2013) (Figura 32). En un ensayo reciente ejecutado por

Martin *et al*. (2020) se compararon las consecuencias patológicas de este nuevo método de aturdimiento con las lesiones patológicas producidas en aves eutanasiadas por inyección intravenosa de pentobarbital sódico. Después de los procedimientos, todos los órganos estuvieron estructuralmente intactos y no fueron observadas lesiones en las cavidades auricular, oral, lumen de la tráquea, molleja y sacos aéreos de las aves en ambos grupos. No obstante, fueron observadas lesiones hemorrágicas en el cráneo, cerebro, corazón y pulmones en ambos grupos, aunque las lesiones en estas áreas fueron más severas en el grupo sometido a aturdimiento por baja presión. A pesar de todo, los autores de este trabajo concluyen que estos datos patológicos tienen un valor limitado como indicadores de bienestar y se confirma que el procedimiento no compromete el proceso de beneficio del ave.



Figura 32. Aturdimiento por baja presión atmosférica

Fuente: Imagen de internet (https://avicultura.com, 2021).

2.6.3. Degollado y desangrado

El tiempo entre el aturdido eléctrico y el degollado debe ser un máximo de 30 segundos (Tondeur *et al*., 2019). Finalizado el aturdimiento, se realiza el degollado de

las aves. El degollado debe ser realizado lo más rápido posible, las aves deben ser degolladas en un tiempo máximo de 10 segundos cuando se utiliza alta frecuencia y 20 segundos para el uso de baja frecuencia (Ludtke *et al*., 2010). En el degollado se corta la vena yugular y la arteria carótida en uno o ambos lados del pescuezo. Una vez realizado este paso, se permite que las aves se desangren durante 2 a 3 minutos. Esto causará una insuficiencia cerebral y finalmente la muerte. La insuficiente pérdida de sangre debido a un mal degüello puede originar presencia de sangre residual, que ingurgita los vasos sanguíneos y causa ausencia de contracción muscular evitando el vaciado de los vasos sanguíneos, observando finalmente una canal con venas hinchadas y carne oscura (Raj, 2004). Debido a los capilares sanguíneos y la rápida vasoconstricción, de 50 – 65% del volumen de sangre queda como remanente en las carcasas. Esto representa aproximadamente el 3.5% del peso corporal del ave, es decir, aproximadamente 70 ml de sangre en un pollo de 2 kg (Tondeur *et al*., 2019).

El degollado puede realizarse de forma manual o automática. En el degollado manual se utiliza un cuchillo para hacer el corte de los principales vasos sanguíneos; en el degollado automático hace uso de un disco unilateral o bilateral, siendo este último de mejor eficiencia (Ludtke *et al*., 2010). En el cuadro 9 de Gregory y Wotton (1986) se muestra el tiempo que transcurre para que las aves puedan perder la actividad espontánea y provocada según el método de degüello.

Cuadro 9. Tiempos de pérdida de consciencia según el tipo de degollado.

	Tiempo para perder el 95% de la actividad espontánea (en segundos)	Tiempo para perder el 95% de la actividad provocada (en segundos)
Paro cardiaco	23	90
Decapitación	32	136
Corte de ambas carótidas	60	163
Corte de una carótida y una vena	122	302
Corte de ambas venas yugulares	185	332
Corte de una vena yugular	233	349

Fuente: Gregory y Wotton (1986).

En caso de que los pollos no se hayan aturdido correctamente, el degollado también resultará inadecuado, ocasionado que el ave retraiga la cabeza y salga de la guía o la riel de la línea de beneficio (Figura 33) (Tondeur *et al*., 2019). En este caso, además de los aspectos de bienestar animal, si el ave ingresa en forma consciente al tanque de escaldado, produce pollos rojos, es decir, con apariencia roja (Figura 34) (Ludtke *et al*., 2010). Un ave con un desangrado inadecuado es descartada o decomisada en la planta de beneficio porque la sangre retenida es un buen medio de cultivo para las bacterias (Tondeur *et al*., 2019).



Figura 33. Un ave insuficientemente aturdida tendrá un degollado deficiente

Fuente: Tondeur *et al*. (2019).



Figura 34. Pollo rojo.

Fuente: Tondeur *et al*. (2019).

2.6.4. Escaldado

El escaldado se realiza con el propósito de aflojar la inserción de las plumas de los folículos, a través de la desnaturalización de las estructuras proteicas que las sujetan utilizando agua o vapor caliente (Alves *et al*., 2016). Existen dos tipos de escaldado, el escaldado duro o alto que utiliza una temperatura de agua a 56°C y 58°C con un tiempo de inmersión 2.15 a 2.45 minutos; y el escaldado suave que utiliza una temperatura de agua a 50-54°C y un tiempo de inmersión de 2 a 3.5 minutos (Cervantes y Sánchez-Plata, 2009). El escaldado duro remueve la epidermis, por lo que es importante que la canal permanezca húmeda para evitar decoloración, mientras que en el escaldado blando la epidermis queda intacta, evitando el ingreso de agua y bacterias en la piel (Tondeur *et al*., 2019). Considerando que el color de la piel amarilla es muy deseado en algunas partes del mundo y se utiliza como un indicador de aves sanas alimentadas con maíz, se prefiere el escaldado suave como método para producir aves frescas con piel amarilla (Cervantes y Sánchez-Plata, 2009; Petracci *et al*., 2015).

El escaldado tradicional se realiza en tanques largos de acero inoxidable con agua que fluya contracorriente al flujo de los pollos para realizar un completo lavado de las aves en el proceso y minimizar la contaminación cruzada (Vieira, 2012). Una inmersión y agitación adecuadas permitirán que el agua penetre entre las plumas y llegue hasta folículos de la piel para abrirlos y causar la desnaturalización de las proteínas, que es una condición básica para realizar un buen pelado de las aves (Mir *et al*., 2017).

Para un buen escaldado se deben monitorear variables como temperatura del medio, tiempo y agitación del agua e inmersión completa del ave (Rodríguez, 2011; Müeller *et al*., 2012). La combinación de tiempo y temperatura determinará el color final de los pollos: amarillo o blanco. Esto se debe a que dependiendo de la intensidad del proceso se removerá o no la cutícula o epidermis, que contiene pigmentos que dan el color característico a la piel del pollo (Cervantes y Sánchez-Plata, 2009). Petracci *et al*. (2010) mencionan que el escaldado por aspersión o escaldado por vapor en los cuales se emplean aspersores de agua caliente pueden tener un efecto adverso en la apariencia de la canal, ya que el vapor daña la cutícula de la piel, generando canales que son inadecuadas para el mercado.

2.6.5. Desplumado

En el desplumado o pelado, dedos de goma frotan las plumas de la carcasa a alta velocidad. Los pollos están colgados boca abajo en la línea de beneficio y se mueven entre discos de rotación opuesta con los dedos de desplumado (Vieira, 2012). El alto y el espacio entre los discos de la máquina peladora y la velocidad de la línea pueden ser ajustados para pollos de diferente peso. También, los dedos pueden ser de diferente longitud, dureza y elasticidad, aunque todos usan caucho de grado alimenticio (Tondeur *et al*., 2019). El efecto de masaje de los dedos sobre la piel del ave estimula el proceso de maduración de la carne de pollo. Con este proceso de pelado se trata de obtener un balance entre la máxima remoción posible de plumas y el mantenimiento de la calidad de la epidermis (Petracci *et al*., 2010; Tondeur *et al*., 2019).

Respecto a las alteraciones producidas en esta fase del proceso durante el beneficio, las máquinas desplumadoras con los dedos demasiado ajustados y muy cerca del ave pueden causar lesiones de la piel tales como desgarros en las regiones del muslo y la pechuga, y fracturas en las alas, piernas y costillas. Por el contrario, las máquinas que están a demasiada distancia del ave no podrán remover adecuadamente las plumas (Barbón, 2019) (Figuras 35, 36). Esta fase también es crítica ya que se puede producir una contaminación cruzada bacteriana de las canales por el contacto de la piel del pollo con las herramientas o máquinas utilizadas para el desplumado (Mead, 2004).

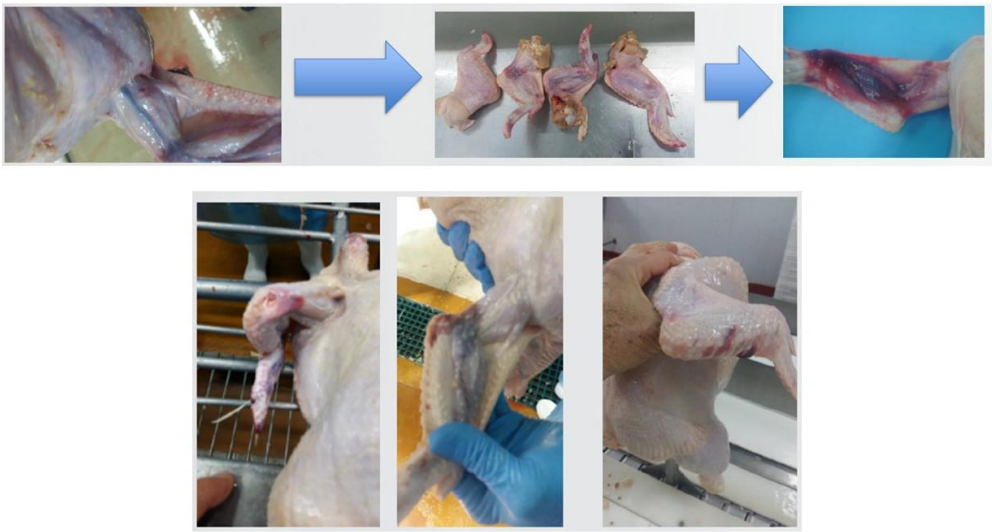


Figura 35. Principales lesiones en el proceso de desplumar aves.

Fuente: Barbón (2019).

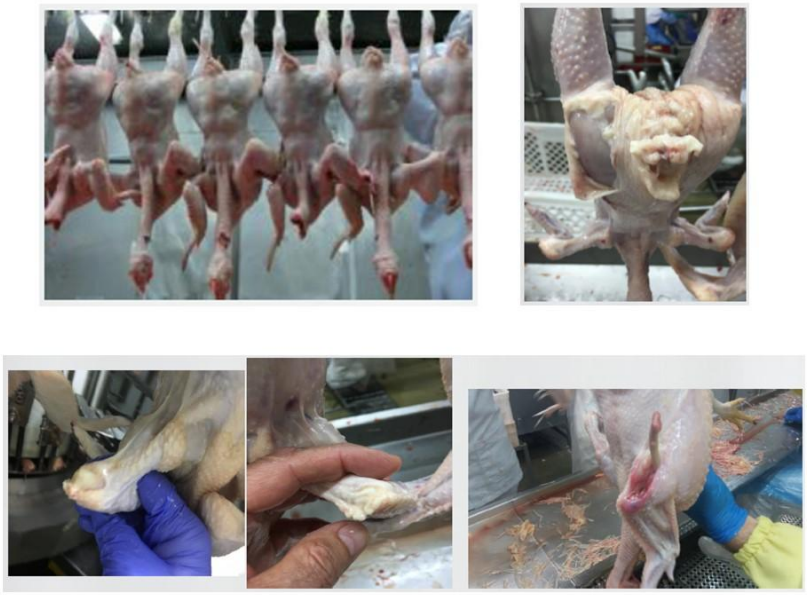


Figura 36. Principales errores en el proceso de desplumar aves.

Fuente: Barbón (2019).

2.6.6. Eviscerado

La evisceración es la fase donde se jala o retira todo el paquete de órganos internos fuera de la cavidad abdominal del pollo. Se utiliza una paleta de evisceración que se introduce en la cavidad abdominal, calibrando la máquina al peso del pollo (Alves *et al*., 2016). Este es un paso importante, porque un ajuste incorrecto puede dañar los intestinos y contaminar la carcasa con restos de heces o bilis. Posteriormente, la paleta de evisceración se lava en la línea después de cada carcasa de pollo, para prevenir contaminación cruzada (Tondeur *et al*., 2019). En esta etapa el principal factor de riesgo para disminuir la calidad de la carcasa es la probabilidad de contaminación fecal, que es la principal forma de contaminación de patógenos entre canales y se puede utilizar como un indicador del buen proceso durante el beneficio (Petracci *et al*., 2016).

2.6.7. Enfriamiento

El enfriamiento consiste en bajar la temperatura de la carcasa del pollo rápidamente después de su beneficio para reducir el crecimiento bacteriano y al final determina el tiempo de vida útil de la carcasa (Petracci *et al*., 2010). Las regulaciones

establecen que esta temperatura debe ser menor a 4°C aunque depende del peso del ave y el tiempo que se utiliza para realizar el enfriamiento (Müeller *et al*., 2012).

El método preferido de enfriamiento es utilizando tanques con agua fría, donde las carcasas son sumergidas por 20 a 50 minutos (Tondeur *et al*., 2019). Sin embargo, se debe tener cuidado ya que un aumento de humedad causado por el enfriamiento por agua puede afectar la apariencia de la canal modificando el color de la piel. En la investigación realizada por Huezo *et al*. (2007) se determinó que la piel de las canales enfriadas por aire mostraba una apariencia seca, más traslúcida y oscura en comparación con la piel de las carcasas enfriadas por agua.

2.6.8. Producto terminado

Terminado el proceso del beneficio, el producto terminado es empacado y el paquete es enfriado entre 0 a 4°C para su posterior comercialización de forma entera, o a través de cortes o como carne deshuesada (Petracci *et al*., 2010). En los últimos años, el cambio del mercado hacia productos más procesados o cortes específicos de pollo ha demostrado que hay una preferencia por la pechuga deshuesada debido a su calidad y uniformidad (Petracci *et al*., 2016; Mir *et al*., 2017).

Según la Norma Técnica Peruana NTP 201.054 (2009) el envase y embalaje de las carcasas, cortes y menudencias deben ser inocuos y no transmitir olores ni sabores extraños, deben ser impermeables, limpios e higiénicos. Además, los vehículos para transportar estos productos deben estar provistos de sistemas de refrigeración, ser isotérmicos para asegurar que la temperatura de los productos refrigerados sea menor o igual a 4°C y la de los productos congelados sea menor o igual a -12°C. Para finalizar, el Cuadro 10 muestra un resumen del efecto de las diferentes etapas del proceso durante el beneficio sobre la calidad de la carcasa.

Cuadro 10. Efecto de las etapas del proceso durante el beneficio sobre la calidad visual de la carcasa de pollos de carne.

Etapa	Efectos sobre la carcasa	Referencias
Colgado	El método de sujeción que aplica el trabajador para colgar el pollo puede causar lesiones en las alas.	Cervantes y Sánchez-Plata, 2009.
	Las curvas excesivas e innecesarias en	Mendes y Komiyama,

	la línea de beneficio estimulan el aleteo de las aves y predisponen a un mayor porcentaje de lesiones.	2011; Vieira, 2012.
	Las fallas en el período de reposo para minimizar el estrés pueden producir carnes PSE.	Groff-Urayama *et al*., 2018; Dong *et al*., 2020
	El tipo de iluminación es importante, la luz azul es necesaria para reducir el estrés de las aves y lesiones tales como hematomas.	Cervantes y Sánchez-Plata, 2009; Adamczuk *et al*., 2014.
	La falta de evaluación de factores tales como la iluminación, ruidos, método de colgado, plancha guía para la pechuga, tiempo entre el colgado y aturdido, curvas y desnivel de la línea pueden predisponer a diversas lesiones en la carcasa de las aves.	Ludtke *et al*., 2010.
Aturdido	Un mal aturdimiento causa una menor pérdida de consciencia de las aves, que pueden agitarse y moverse durante el degollado.	Petracci *et al*., 2010; Collins y Huey, 2015; Petracci *et al*., 2016; Mir *et al*., 2017.
Degollado y desangrado	Tipos de corte y tiempos de pérdida de conciencia pueden afectar la calidad final de la carcasa.	Ludtke *et al*., 2010.
Desplumado	Probabilidad de rasgar la piel de las aves debido a una incorrecta colocación de la máquina de pelado.	Petracci *et al*., 2010; Vieira, 2012; Tondeur *et al*., 2019.
Eviscerado	Probabilidad de contaminación fecal de la carcasa.	Alves *et al*., 2016; Petracci *et al*., 2016.
Enfriamiento	La humedad causada por el enfriamiento por agua puede afectar la apariencia de la canal modificando el color de la piel. La piel de las canales enfriadas por aire puede mostrar una apariencia seca, más traslúcida y oscura.	Huezo *et al*., 2007.
Producto terminado	Envases y embalajes inadecuados pueden transmitir olores y sabores extraños a la carcasa.	Norma Técnica Peruana, 2009.

III. DISCUSIÓN

La presente revisión ha identificado los principales factores pre-beneficio y durante el procesamiento que afectan la calidad visual de la carcasa de pollo enfatizando las situaciones que generan hematomas, fracturas y rasguños, y algunos aspectos sensoriales como apariencia desagradable, desde el ayuno y atrapado de las aves en las granjas hasta su procesamiento en la planta de beneficio. Primero tenemos que tener en cuenta la importancia del consumo de carne pollo en nuestro país, donde el consumo per cápita a nivel nacional durante el año 2018 fue de 50.3 kg/habitante/año y en Lima Metropolitana fue de 80 kg/habitante/año, lo que nos hace uno de los mayores consumidores de pollo en América, a la altura de Brasil (65 kg/habitante/año) o Estados Unidos (59 kg/habitante/año) (MINAGRI, 2020) debido a la versatilidad de esta carne y su fácil acceso en los diversos sectores socio-económicos del país.

Asimismo, la percepción del consumidor de América Latina tiene un papel clave, ya que el mercado es cada vez más exigente en cuanto a la calidad de la carne de pollo, con la apariencia visual de la carcasa siendo el principal indicador de calidad y el factor determinante en la compra e incluso en el valor del producto en el mercado. Al respecto, Arellano (2013) explica que los cambios de hábito que ha tenido el consumidor peruano en las últimas décadas hicieron que la industria avícola desarrolle productos modernos que se adapten a las necesidades de la nueva familia peruana, que busca alimentos de rápida preparación, pero de alta calidad.

Es así como la comercialización de una carne con las características sensoriales alteradas tales como apariencia pálida, suave y exudativa (carne PSE), suele ser rechazada por los consumidores y la planta de procesamiento termina teniendo problemas para procesarla, descartándola y generando grandes pérdidas en la industria avícola (Groff-Urayama *et al*., 2018). Investigadores como Droval *et al*. (2012), comprobaron que ante una carne normal y otra PSE, los consumidores tienen preferencia por la primera, y si bien la carne PSE no tiene implicancia en salud pública, su aspecto sensorial tiene importancia en la calidad visual de las carnes.

Por otra parte, Tondeur *et al*. (2019) mencionan que los hematomas son los defectos de calidad más comunes en la carcasa de pollo, en especial en aves jóvenes. El revestimiento interno de los vasos sanguíneos está compuesto por células endoteliales

que están menos desarrolladas en aves jóvenes de rápido crecimiento y son más vulnerables a lesiones mecánicas o de contaminación bacteriana, por lo que se produce una extravasación que se manifiesta en hematomas. Aunque esto no es un problema de salud pública, si es un problema emocional desde el punto de vista del consumidor.

Se ha reportado que entre el 90 a 95% de las lesiones halladas en las carcasas de pollo se producen durante las primeras 12 horas antes del procesamiento (Petracci *et al*., 2010). Estas lesiones originan un problema de calidad que tiene un impacto económico en las empresas del sector avícola principalmente por dos aspectos: sobrepasar el límite de mortalidad de 0.2-0.3% hasta el límite superior de 0.5% (Tondeur *et al*., 2019) y generar carcasa clasificadas como de segunda debido a las lesiones por hematomas, fracturas, etc., que tienen un impacto económico debido al menor precio para los productores. En algunos estudios se observa que en América Latina la cantidad de pollos que están afectados con estas lesiones está entre 14 a 20.4% (Barbón, 2019).

En la presente revisión se encontró que la etapa de transporte puede generar casos de carne PSE, debido a los diversos factores que se interrelacionan, tales como el microclima en la carga del vehículo, los cambios de velocidad de viento y temperatura ambiental, las vibraciones en el trayecto, e incluso el tipo de camino y los tiempos de recorrido (Alves *et al*., 2016). El estrés de calor antes del beneficio puede afectar el metabolismo post mortem del músculo y causar cambios en la característica de la carne tales como pH, color, capacidad de retención de agua y textura. La disminución del pH resulta en la conversión del glucógeno a ácido láctico durante la glucólisis post mortem resultando en la acumulación de lactato en el músculo (Jiang *et al*., 2016). Por otra parte, hay un factor humano relevante en la etapa de transporte, el cual implica que el conductor responsable del vehículo debe recibir entrenamiento para un buen manejo, evitar paradas innecesarias o comunicar casos de emergencia (UBA, 2008).

Entonces, el estrés de calor ocasiona la desnaturalización de las proteínas musculares miofibrilares y sarcoplásmicas responsables del color de la carne, además de ocasionar una consistencia poco firme y apariencia pálida que produce una baja capacidad para retener agua y mayores pérdidas por goteo ya que el pH tiene una acción directa en determinar el número de grupos reactivos de las proteínas y su capacidad de captar agua. Esto tiene como consecuencia una falta de jugosidad y una textura relativamente dura de la carne de pollo (Bautista *et al*., 2016; Xing *et al*., 2016a).

Igualmente, otras etapas clave son el proceso de ayuno y la captura de las aves, donde se requiere que el personal que ingresa a los galpones lo haga con mucho cuidado para no aglomerar a los pollos y minimizar ruidos o movimientos abruptos al retirar los comederos, el ingreso de las jabas y la carga a los vehículos. Estos cuidados son importantes para que los futuros productos cárnicos obtenidos no sean rechazados, facilitar su comercialización y evitar pérdidas económicas a los productores.

Es posible que la ventilación y el baño de aspersión que se puede aplicar en la zona de espera en la planta de procesamiento retarde la glucólisis post mortem evitando la rápida ruptura del glucógeno. Por esto, es importante que en la zona de espera de las plantas de beneficio se cuente con un espacio acondicionado para los vehículos que llegan cargados con pollos en jabas. El uso de ventiladores dispuestos a ambos lados del vehículo y un sistema de nebulizadores favorece el confort a las aves antes del beneficio y, por tanto, reduce los posibles defectos en la textura de la carne.

Aunque el proceso completo del beneficio de las aves inicia con el retiro del alimento y agua unas 10 a 11 horas desde que se inicia el proceso hasta que los pollos llegan a la planta de beneficio (lo que incluye en promedio 5 a 6 horas de ayuno, 2 a 3 horas de captura, 2 horas de transporte y 1 hora de descanso (Xue *et al*., 2020), es el proceso de atrapado el que suele causar más estrés, lesiones y mortalidad debido a la mayor variabilidad que existe al utilizar varios equipos de captura conformados por personas con diferentes grados de entrenamiento y habilidades.

Respecto a la captura, en nuestro país por lo general se prefiere el método de atrapar los pollos uno a uno, sujetando las alas al dorso o al cuerpo del pollo y colocándolos en las cajas o jabas, dada la exigencia de calidad visual por parte de los consumidores. Es un método que brinda el menor riesgo de lesión ya sea por hematomas (alas, pechuga y piernas), fracturas y/o rasguños a los pollos. En un estudio, de Lima *et al*. (2018) corrobora que al capturar a las aves por el dorso es posible lograr una menor agitación del ave en las manos de la persona, por tanto, menor probabilidad que se agite dentro de la jaba y mayor facilidad para introducir a la jaba en comparación con el método de capturar dos aves al mismo tiempo por el dorso. Asimismo, Carvalho (2001) menciona que al capturar las aves por el dorso, se tiene un mejor control de las aves. También, Kittelsen *et al*. (2018), en su investigación muestran que las aves atrapadas por el dorso presentan menos agitación y menor estrés en comparación con las

aves atrapadas por las piernas ya que las ponen en posición invertida, lo cual genera estrés.

Continuando, otro paso esencial en el atrapado son los cuidados para distribuir los pollos dentro del galpón, esto consiste en segmentar la cantidad de pollos en corrales pequeños, con la finalidad de facilitar el atrapado y reducir el movimiento, aleteos y aglomeración de las aves, reduciendo así la agitación de alas y rasguños entre sí. Esto requiere de una persona debidamente entrenada y consciente de lo que implica este momento en la calidad visual de las aves cuando lleguen a la planta de beneficio. Esta persona debe ser asignada con esta tarea especializada y en general el grupo de personas que participan en las etapas previas y durante el proceso de beneficio de los pollos en planta, requieren constante entrenamiento, así como se necesita monitorear los indicadores de rotación de personas y el tiempo de trabajo por día a fin de brindarles la mejor condición de trabajo. En ese sentido, de Lima *et al*. (2018), indican la importancia de atención a los grupos de personas en esta etapa, evaluando el tiempo prolongado de carga que puedan tener, sus características individuales y la facilidad de los equipamientos con los que cuentan, interviniendo directamente en su desempeño para manejar las aves y su propio bienestar. Es por eso por lo que es importante entender y estudiar sus actitudes y comportamientos así como el nivel de cansancio y estrés en su día a día. Por otro lado, Rui *et al*. (2011) recomienda considerar condiciones de ergonomía en los trabajadores en esta etapa pre-beneficio.

Posterior al atrapado, la densidad de carga y el método de transporte de las aves también puede influir en la calidad final de la carne. Una densidad óptima debe permitir la conservación de calor y una buena ventilación, con el mínimo gasto de energía que asegure el confort térmico para todas las aves en el transporte. Este óptimo variará con el tamaño individual de las aves y la temperatura ambiental (Schwartzkopf-Genswein *et al*., 2012). Por otra parte, el transporte durante épocas con una alta temperatura ambiental desnaturaliza la miosina y las proteínas sarcoplásmicas, conduciendo a una disminución de la solubilidad proteica y resulta en la precipitación de la glucógeno fosforilasa hacia la fracción miofibrilar (Xing *et al*., 2016b). Además, en situaciones de estrés térmico, no sólo ocurre el aumento de la temperatura rectal de las aves, también se produce un aumento de la frecuencia respiratoria, con el consiguiente efecto sobre el metabolismo, para estimular la pérdida de calor por evaporación y para mantener el

equilibrio térmico corporal lo que puede perjudicar la jugosidad de la carne de pollo (Alves *et al*., 2016).

Durante el beneficio de las aves, algunos pasos son considerados críticos para la calidad de la carne de pollo. El colgado es un proceso de alto riesgo para la formación de defectos de carcasa porque aún se realiza manualmente. Los operarios en el área de colgado deben mantener una velocidad uniforme de la línea de beneficio para que se produzca el menor porcentaje posible de lesiones y la eficiencia económica de la planta procesadora sea maximizada (Vieira, 2012). No obstante, se requerirá siempre de operarios entrenados y con buena actitud para cada pollo que se coloca en la línea de beneficio.

Respecto al aturdimiento, existen una serie de parámetros, cada uno distinto de acuerdo con tipo de tecnología que utiliza la máquina aturdidora, los pesos de las aves, la velocidad de la línea de beneficio, entre otros. Este es un motivo más que suficiente por el cual las plantas de beneficio necesitan validar técnicamente su metodología y tomar en cuenta estos parámetros con relación a las señales físicas del comportamiento del ave y verificar las posibles lesiones que podrían presentarse a la salida del aturdidor en las canales de pollo.

Este trabajo también identificó que las partes del pollo que son propensas a mayores lesiones son el pecho, las alas y las piernas (Petracci *et al*., 2010; Barbón, 2019). Por eso es importante que se provea de conocimiento, habilidades y entrenamiento al personal involucrado en el manejo de las aves, siempre con el concepto de mejorar el bienestar de las aves (Kittelsen *et al*., 2018). Conocer cuáles son las lesiones más frecuentes permitirá establecer medidas de manejo durante todo el proceso del beneficio para reducir su presentación al mínimo posible.

Finalmente, la contribución de esta revisión sobre los principales factores que impactan en la calidad visual de las carcasas de pollo implica tomar en cuenta los cuidados y el conjunto de buenas prácticas que se requieren en el eslabón que une las etapas pre-beneficio y durante el procesamiento en planta para reducir los efectos de lesión en carcasas de pollo tales como hematomas, fracturas, rasguños o carnes PSE, ya que esto se traduce en muchos casos en significativas pérdidas económicas para los productores del sector avícola, debido a que disminuye su valor de venta en el mercado porque estas lesiones que son consideradas aspectos poco agradables para los

consumidores. El sector de la industria avícola peruana abastece el 65% de la ingesta de proteína de origen animal (SENASA, 2020). El contexto alimentario actual crea la necesidad e importancia de seguir ofreciendo un producto que reúna los atributos de calidad visual en las carcasas de pollo, optimizando los procesos productivos y mejorando la rentabilidad de la industria.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los factores pre-beneficio que producen el mayor porcentaje de lesiones en las carcasas de pollo son el proceso de captura en la granja y el transporte hacia la planta de beneficio.

- Los factores del proceso durante el beneficio que producen el mayor porcentaje de lesiones en las carcasas de pollo son el proceso del colgado ya que depende del factor humano.

- Las etapas del proceso durante el beneficio de aturdimiento y desplumado también producen porcentajes significativos de lesiones en las carcasas de pollo debido a que se deben validar múltiples parámetros de acuerdo con el peso y edad del pollo, así como la velocidad de la línea de beneficio.

- Las alas, piernas y pechugas son las regiones más afectadas durante las distintas etapas de la cadena productiva de la carne de pollo (hematomas).

- Se recomienda capacitar y entrenar a todo el personal desde la etapa pre-beneficio y durante el procesamiento para generar conciencia de la importancia de su trabajo y el impacto en la calidad visual y rentabilidad del sector de producción de carne de pollo para consumo humano.

- Se recomienda reforzar las instalaciones y equipamiento para facilitar el desarrollo de cada etapa del proceso.

V. LITERATURA CITADA

1. ***Abreu LHP, Yanagi Junior T, Fassani EJ, Campos AT, Lourençoni D. 2015.*** Fuzzy modeling of broiler performance, raised from 1 to 21 days, subject to heat stress. Eng Agric 35(6): 967-978. doi: 10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n6p967-978/2015
2. ***Adamczuk GO, Trentin MG, de Lima JD, Motta J, Cantelli RP. 2014.*** Lighting in the shackling area: Conciliating broiler welfare with labor comfort. Braz J Poult Sci 16(2): 87-92. doi: 10.1590/1516-635x160287-92
3. ***Aliani M, Farmer LJ, Kennedy JT, Moss BW, Gordon A. 2013.*** Post-slaughter changes in ATP metabolites, reducing and phosphorylated sugars in chicken meat. Meat Sci 94: 55-62. doi: 10.1016/j.meatsci.2012.11.032
4. ***Alvarado CZ. 2012.*** Calidad de la carne de pollo. En: XXII Congreso Centroamericano y del Caribe de Avicultura. Ciudad de Panamá: Federación de Avicultores de Centroamérica y el Caribe.
5. ***Alves MGM, Albuquerque LF, Batista ASM. 2016.*** Qualidade da carne de frangos de corte. Essentia, Sobral 17(2): 64-86.
6. ***Arellano R. 2013.*** Resolviendo la ecuación del pollo. [Internet], [11 marzo 2020]. Disponible en: https://gestion.pe/impresa/resolviendo-ecuacion-pollo-36224-noticia/
7. ***AVIAGEN. 2018.*** Manual de manejo del pollo de engorde. Manejo previo al procesamiento. Alabama: AVIAGEN. p 117-124.
8. ***Barbón E. 2019.*** Optimización de los procesos de faenamiento. En: XXVI Congreso Latinoamericano de Avicultura – OVUM, Perú. Lima: Asociación Peruana de Avicultura.
9. ***Barbosa Filho JAD, Vieira FMC, da Silva IJO, Garcia DB, da Silva MAN, Fonseca BHF. 2009.*** Transporte de frangos: caracterização do microclima na carga durante o inverno. R Bras Zootec 38 (12): 2442-2446. doi: 10.1590/S1516-35982009001200021
10. ***Bautista Y, Narciso C, Pro A, Hernández AS, Becerril CM, Sosa E, Velasco J. 2016.*** Efecto del estrés por calor y tiempo de espera ante mortem en las características fisicoquímicas y la calidad de la carne de pollo. Arch Med Vet 48: 89-97.

11. ***Berg C, Raj M. 2015.*** A review of different stunning methods for poultry-animal welfare aspects (stunning methods for poultry). Animals 5: 1207-1219. doi: 10.3390/ani5040407
12. ***Brameld JM, Parr T. 2016.*** Improving efficiency in meat production. Proc Nutr Soc 75: 242-246. doi: 10.1017/S0029665116000161
13. ***Bueno DJ, López N, Rodriguez FI, Procura F. 2016.*** Producción de pollos parrilleros en países sudamericanos y planes sanitarios nacionales para el control de *Salmonella* en dichos animales. Rev Agron Noroeste Argent 36(2): 11-37.
14. ***Carvalho MFA. 2001.*** Manejo final e retirada. En: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas. São Paulo: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas.
15. ***Cervantes E, Sánchez-Plata MX. 2009.*** Procesamiento de pollos - Aspectos que afectan la calidad, inocuidad y rendimiento. Barranquilla: Ediciones Científicas Beta Ltda. 263 p.
16. ***Collins DS, Huey RJ. 2015.*** Poultry production, slaughter and inspection. En: Gracey's meat hygiene. 11a ed. Oxford: Wiley Blackwell. p. 223-248.
17. ***Comisión Europea.*** **2018.** Guía de buenas prácticas para el transporte de aves de corral. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. 47 p.
18. ***Cony AV, Zooche AT. 2004.*** Manejo de frangos de corte. En: Mendes AA, Nääs, IA, Macari M, eds. Produção de frangos de corte. Campinas: Facta. p 117-136.
19. ***Costa RG, dos Santos NM, de Sousa WH, Queiroga RCRE, de Azevedo PS, Cartaxo FQ. 2011.*** Qualidade física e sensorial da carne de cordeiros de três genotipos alimentados com rações formuladas com duas relações volumoso: concentrado. R Bras Zootec 40(8): 1781-1787. doi: 10.1590/S1516-35982011000800023
20. ***Cura S. 2019.*** Puntos críticos a auditar en una planta de incubación para maximizar los nacimientos y la calidad de los pollitos. Tesis de Especialización en Producción Avícola. Luján: Universidad Nacional de Luján. 91 p.
21. ***da Silva DCF, de Arruda AMV, Goncalves AA. 2017.*** Quality characteristics of broiler chicken meat from free-range and industrial poultry system for the consumers. J Food Sci Technol 54(7): 1818-1826. doi: 10.1007/s13197-017-2612-x
22. ***da Silva-Buzanello RA, Schuch AF, Nogues DRN, de Melo PF, Gasparin AW, Torquato AS, Canan C, Soares AL. 2018.*** Physicochemical and biochemical

parameters of chicken breast meat influenced by stunning methods. Poultry Sci 97: 3786-3792. doi: 10.3382/ps/pey281

23. ***de Gussem M, Mailyan E, van Middelkoop K, van Mullem K, van ´t Veer E. 2016.*** Señales del pollo de engorde. Zutphen: Roodbond Publishers B. V. 120 p.
24. ***de Lima VA, Ceballos MC, Gregory NG, Da Costa MJRP. 2019.*** Effect of different catching practices during manual upright handling on broiler welfare and behavior. Poultry Sci 98: 4282-4289. doi: 10.3382/ps/pez284
25. ***Deza CL, Mendoza JA. 2018.*** Factores críticos que no permiten el ingreso del pollo beneficiado industrialmente en el canal tradicional en Lima Metropolitana. Tesis de Licenciado en Administración de Empresas. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. 89 p.
26. ***Dong M, Chen H, Zhang Y, Xu Y, Han M, Xu X, Zhou G. 2020.*** Processing properties and improvement of pale, soft, and exudative-like chicken meat: A review. Food Bioprocess Tech 13: 1280-1291. doi: 10.1007/s11947-020-02464-3
27. ***dos Santos VM, Dallago BSL, Racanicci AMC, Santana ÂP, Bernal FEM. 2017.*** Effects of season and distance during transport on broiler chicken meat. Poultry Sci 96: 4270-4279. doi: 10.3382/ps/pex282
28. ***Droval AA, Benassi VT, Rossa A, Prudencio SH, Paião FG, Shimokomaki M. 2012.*** Consumer attitudes and preferences regarding pale, soft, and exudative broiler breast meat. J Appl Poultry Res 21(1): 502-507. doi: 10.3382/japr.2011-00392
29. ***[FAO] Food and Agriculture Organization. 2008.*** Poultry in the 21st century: avian influenza and beyond. En: Proceedings of the International Poultry Conference. Bangkok: FAO.
30. ***[FAO] Food and Agriculture Organization. 2013.*** Revisión del desarrollo avícola. Roma: FAO. 136 p.
31. ***[FAO] Food and Agriculture Organization. 2016.*** FAOSTAT database. [Internet], [10 marzo 2020]. Disponible en: http://faostat.fao.org/
32. ***Fletcher DL. 2002.*** Poultry meat quality. World Poultry Sci J 58: 131-145. doi: 10.1079/WPS20020013
33. ***Garcia RG, Mendes AA, Garcia EA, Nääs IA, Moreira J, Almeida ICL, Takita TS. 2002.*** Efeito da densidade de criação e do sexo sobre o empenamento,

incidencia de lesões na carcaça e qualidade da carne de peito de frangos de corte. Braz J Poult Sci 4(1): 1-9. doi: 10.1590/S1516-635X2002000100004

34. ***Gerritzen MA, Reimert HGM, Hindle VA, Verhoeven MTW, Veerkamp WB. 2013.*** Multistage carbon dioxide gas stunning of broilers. Poultry Sci 92: 41-50. doi: 10.3382/ps.2012-02551
35. ***Gregory NG, Wotton SB. 1986.*** Effect of slaughter on the spontaneous and evoked activity of the brain. Br Poult Sci 27(2): 195-205. doi: 10.1080/00071668608416872
36. ***Groff-Urayama PM, Padilha JB, Pia J, Takahashi SE. 2018.*** Formação da carne PSE em frangos de corte: um caso de manejo pré-abate. Veterinaria y Zootecnía 12(2): 33-48.
37. ***Huang JC, Huang M, Yang J, Wang P, Xu XL, Zhou GH. 2014.*** The effects of electrical stunning methods on broiler meat quality: Effect on stress, glycolysis, water distribution, and myofibrillar ultrastructures. Poultry Sci 93: 2087-2095.
38. ***Huang JC, Yang J, Zhang BH, Huang M, Chen KJ, Xu XL, Zhou GH. 2017.*** Effect of electrical stunning frequency on meat quality, plasma parameters, and protein solubility of broilers. Poultry Sci 96: 2986-2991.
39. ***Huezo R, Smith DP, North cut JK, Fletcher DL. 2007.*** Effect of immersion or dry air chilling on broiler carcass moisture retention and breast fillet functionality. J Appl Poultry Res 16: 438-447.
40. ***Jiang N, Xing T, Xu X. 2016.*** Effects of pre-slaughter showering and ventilation on stress, meat quality and metabolite concentrations of broilers in summer. Anim Sci J 87: 293-298. doi: 10.1111/asj.12419
41. ***Katiyo W, Coorey R, Buys EM, de Kock HL. 2020.*** Consumers' perceptions of intrinsic and extrinsic attributes as indicators of safety and quality of chicken meat: Actionable information for public health authorities and the chicken industry. J Food Sci 85(6): 1845-1855. doi: 10.1111/1750-3841.15125
42. ***Kittelsen KE, Granquist EG, Aunsmo AL, Moe RO, Tolo E. 2018.*** An evaluation of two different broiler catching methods. Animals 8: 141. doi: 10.3390/ani8080141
43. ***Koblitz MGB. 2011.*** Matérias-primas alimentícias: composição e controle de qualidade. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 320 p.

44. ***Kop-Bozbay C, Ocak N. 2015.*** Body weight, meat quality and blood metabolite responses to carbohydrate administration in the drinking water during pre-slaughter feed withdrawal in broilers. J Anim Physiol An N 99: 290-298. doi: 10.1111/jpn.12194
45. ***Lambooij B, Hindle V. 2018.*** Electrical stunning of poultry. En: Mench JA, ed. Advances in poultry welfare. Duxford: Woodhead Publishing. p 77-98.
46. ***Lambooij E, Reimert HGM, Workel LD, Hindle VA. 2012.*** Head-cloaca controlled current stunning: assessment of brain and heart activity and meat quality. Brit Poultry Sci 53(2): 168-174. doi: 10.1080/00071668.2012.665434
47. ***Langkabel N, Baumann MPO, Feiler A, Sanguankiat A, Fries R. 2015.*** Influence of two catching methods on the occurrence of lesions in broilers. Poultry Sci 94: 1735-1741. doi: 10.3382/ps/pev164
48. ***Lima TF, Stella AE. 2020.*** Percepção dos trabalhadores envueltos na produção e abate de frangos de corte sobre o bem-estar animal. Enciclopédia Biosfera 17(32): 606-620. doi: 10.18677/EnciBio_2020B54
49. ***López R, de la Cruz L, Roldán P, Medina R, Medina M, Mota D. 2015.*** Métodos de captura en pollo de engorda: rentabilidad o bienestar animal. BMEditores. MX junio-julio: 8-20.
50. ***Ludtke CB, Ciocca JR, Dandin T, Barbalho PC, Vilela JA. 2010.*** Abate humanitário de aves. Río de Janeiro: Sociedade Mundial de Proteção Animal. 120 p.
51. ***Martin JE, McKeegan DEF, Magee DL, Armour N, Pritchard DG.*** **2020.** Pathological consequences of low atmospheric pressure stunning in broiler chickens. Animals 14(1): 129-137. doi: 1017/S1751731119001411
52. ***McKee L, Cobb E, Padilla S. 2012.*** Quality indicators in poultry products. En: Nollet LM, ed. Handbook of meat, poultry and seafood quality. 2a ed. Iowa: Wiley-Blackwell. p 390-409.
53. ***McKeegan DEF, Sandercock DA, Gerritzen MA. 2013.*** Physiological responses to low atmospheric pressure stunning and the implications for welfare. Poultry Sci 92: 858-868. doi: 10.3382/ps.2012-02749
54. ***Mead CG. 2004.*** Microbial hazards in production and processing. En: Poultry meat processing and quality. Nueva York: CRC Press. p 232-257.

55. ***Mendes AA, Komiyama CM. 2011.*** Estratégias de manejo de frangos de corte visando qualidade de carcaça e carne. Rev Bras Zootec 40: 352-357.
56. ***[MINAGRI] Ministerio de Agricultura y Riego. 2018.*** Pollo: comercialización en Lima Metropolitana. Nota Técnica N°1. Lima: MINAGRI. 11 p.
57. ***[MINAGRI] Ministerio de Agricultura y Riego. 2020.*** Panorama y perspectivas de la producción de carne de pollo en el Perú. Lima: MINAGRI. 22 p.
58. ***[MINAGRI] Ministerio de Agricultura y Riego. 2021.*** Boletín Estadístico Mensual de la Producción y Comercialización de Productos Avícolas. Mes: Diciembre 2020. Lima: MINAGRI. 20 p.
59. ***Mir NA, Rafiq A, Kumar F, Singh V, Shukla V. 2017.*** Determinants of broiler chicken meat quality and factors affecting them: a review. J Food Sci Technol 54(10): 2997-3009. doi: 10.1007/s13197-017-2789-z
60. ***Mitchell MA, Kettlewell PJ. 2004.*** Transport and handling. En: Weeks C, Butterworth A, eds. Measuring and auditing broiler welfare. Oxfordshire: CABI Publishing. p 145-160.
61. ***Mönch J, Rauch E, Hartmannsgruber S, Erhard M, Wolff I, Schmidt P, Schug AR, Louton H. 2020.*** The welfare impacts of mechanical and manual broiler catching and of circumstances at loading under field conditions. Poultry Sci 99: 5233-5251. doi: 10.1016/j.psj.2020.08.030
62. ***Morales A J, Vera ED, 2018.*** Diseño de una planta piloto para la elaboración de alimentos balanceados de pollos para la empresa Agrogruled S.A. Tesis de Ingeniero Químico. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. 135 p.
63. ***Müller AT, Paschoal EC, dos Santos JMG. 2012.*** Impacto do manejo pré-abate na qualidade da carne de frango. Revista em Agronegócios e Meio Ambiente 5(1): 61-80.
64. ***Nijdam E, Delezie E, Lambooij E, Nabuurs MJA, Decuypere E, Stegeman JA. 2005.*** Comparison of bruises and mortality, stress parameters, and meat quality in manually and mechanically caught broilers. Poultry Sci 84: 467-474. doi: 10.1093/ps/84.3.467
65. ***Norma Técnica Peruana. 2009.*** Carne y productos cárnicos. Aves para consumo. Definiciones y requisitos de las carcasas y nomenclaturas de cortes. NTP 201.054. 2ª ed. Lima: INDECOPI. 28 p.

66. ***Oliveira FR, Boari CA, Pires AV, Mognato JC, Carvalho RMS, Santos Júnior MA, Mattioli CC. 2015.*** Jejum alimentar e qualidade da carne de frango de corte tipo caipira. Rev Bras Saúde Prod Anim 16(3): 667-677. doi: 10.1590/S1519-99402015000300017
67. ***Pérez JA, Férnandez J. 2012.*** Chemical and biochemical aspects of color in muscle foods. Part one: Quality aspects of products of animal origin. En: Nollet LM, ed. Handbook of meat, poultry and seafood quality. 2a ed. Iowa: Wiley-Blackwell. p 3-24.
68. ***Petracci M, Bianchi M, Cavani C. 2010.*** Pre-slaughter handling and slaughtering factors influencing poultry product quality. World's Poult Sci J 66: 17-26. doi: 10.1017/S0043933910000024
69. ***Petracci M, Mudalal S, Soglia F, Cavani C. 2015.*** Meat quality in fast-growing broiler chickens. World's Poult Sci J 71: 363-374. doi: 10.1017/S0043933915000367
70. ***Petracci M, Soglia F, Canonico L, Cavani C. 2016.*** Meat quality of fast-growing broilers: problems and solutions. En: XXV World's Poultry Congress. Beijing: World's Poultry Science Association.
71. ***Petracci M, Soglia F, Madruga M, Carvalho L, Ida E, Estévez M. 2019.*** Wooden-breast, white striping, and spaghetti meat: causes, consequences and consumer perception of emerging broiler meat abnormalities. Compr Rev Food Sci Food Saf 18(2): 565-583. doi: 10.1111/1541-4337.12431
72. ***Pilecco M, Paz A, Tabaldi LA, Naas IA, Garcia RG, Caldara FR, Francisco NS. 2013.*** Training of catching teams and reduction of back scratches in broilers. Braz J Poult Sci 15(3): 283-286.
73. ***Raj ABM. 2004.*** Stunning and slaughter of poultry. En: Mead GC, ed. Poultry meat processing and quality. Nueva York: CRC Press. p 65-89.
74. ***Riovanto R, Marchi M, Cassandro M, Penasa M. 2012.*** Use of near infrared transmittance spectroscopy to predict fatty acid composition of chicken meat. Food Chem 134(4): 2459-2464. doi: 10.1016/j.foodchem.2012.04.038
75. ***Roça RO. 2000.*** Abate de aves. [Internet]. [20 de mayo 2021]. Disponible en: https://www.fca.unesp.br/Home/Instituicao/Departamentos/Gestaoetecnologia/Teses/Roca104.pdf

76. ***Rodríguez D. 2011.*** La carne de pollo (procesamiento). En: Quintana JA, ed. Avitecnia: Manejo de las aves domésticas más comunes. 4a ed. México DF.: Editorial Trillas. p 326-346.
77. ***Rosa PS, Albino JJ, Bassi LJ, Grah RA, Rosa DR, Niendicker TP. 2012.*** Manejo pré-abate em frangos de corte. Instrução técnica para o avicultor. Embrapa Suínos e Aves 36: 12. [Internet]. [20 de mayo 2021]. Disponible en: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/952779/1/INSTRUCAO36.pdf
78. ***Rui BR, Angrimani DSR, da Silva MAA. 2011.*** Pontos críticos no manejo pré-abate de frango de corte: jejum, captura, carregamento, transporte e tempo de espera no abatedouro. Ciência Rural, Santa Maria 41(7): 1290-1296.
79. ***Santos JPA, de Vale MM, Karkow AK, Branco T, Bevilaqua B, dos Santos MP, Falcone DB. 2015.*** Perdas produtivas no pré-abate e carregamento de frangos de corte. Nutritime 12(6): 4450-4456. [Internet]. [19 de mayo 2021]. Disponible en: https://www.nutritime.com.br/site/wp-content/uploads/2020/02/Artigo-348.pdf
80. ***Schmidt NS, da Silva CL. 2018.*** Pesquisa e desenvolvimento na cadeia produtiva de frangos de corte no Brasil. RESR, Piracicaba-SP 56(3): 467-482. doi: 10.1590/1234-56781806-94790560307
81. ***Schneider JP. 2004.*** Carne DFD em frangos. Tesis de Magister em Ciencia Animal. São Paulo: Universidade de São Paulo. 36 p.
82. ***Schwartzkopf-Genswein KS, Faucitano L, Dadgar S, Shand P, González LA, Crowe TG. 2012.*** Road transport of cattle, swine and poultry in North America and its impact on animal welfare, carcass and meat quality: A review. Meat Sci 92: 227-243. doi: 10.1016/j.meatsci.2012.04.010
83. ***[SENASA] Servicio Nacional de Sanidad Agraria. 2020.*** Guía para la implementación de buenas prácticas pecuarias (BPP) producción de pollo y pavo de engorde. Lima: MINAGRI. 28 p.
84. ***Silva L. 2020.*** Influência do bem-estar no manejo pré abate de frangos de corte sobre a incidência de condenações de carcaças. Tesis de Médico Veterinario. Urutaí: Instituto Federal Goiano. 24 p.
85. ***Siqueira TS, Borges TD, Rocha RMM, Figueira PT, Luciano FB, Macedo REF. 2017.*** Effect of electrical stunning frequency and current waveform in poultry welfare and meat quality. Poultry Sci 96: 2956-2964. doi: 10.3382/ps/pex046

86. ***Sirri F, Petracci M, Zampiga M, Meluzzi A. 2017.*** Effect of EU electrical stunning conditions on breast meat quality of broiler chickens. Poultry Sci 96: 3000-3004. doi: 10.3382/os/pex048
87. ***Thaxton YV. 2018.*** Gas and low atmospheric pressure stunning. En: Mench JA, ed. Advances in poultry welfare. Duxford: Woodhead Publishing. p 99-110.
88. ***Tondeur W, Simons P, van Schie T, Holleman J. 2019.*** Broiler meat signals. Zutphen: Roodbond Publishers B. V. 191 p.
89. ***[UBA] União Brasileira de Avicultura. 2008.*** Protocolo de bem-estar para frangos e perus. São Paulo: UBA. 23 p.
90. ***Vecerek V, Grbalova S, Voslariva E, Janackova B, Malena M. 2006.*** Effects of travel distance and the season of the year on death rates of broilers transported to poultry processing plants. Poultry Sci 85: 1881-1884. doi: 10.1093/ps/85.11.1881
91. ***Vecerkova L, Vecerek V, Voslarova E. 2019.*** Welfare of end-of-lay hens transported for slaughter: effects of ambient temperature, season, and transport distance on transport-related mortality. Poultry Sci 98: 6217-6224. doi: 10.3382/ps/pez468
92. ***Vieira FMC. 2008.*** Avaliação das perdas e dos fatores bioclimáticos atuantes na condição de espera pré-abate de frangos de corte. Tesis de Ingeniero Agropecuario. São Paulo: Universidade de São Paulo. 176 p.
93. ***Vieira FMC, Silva IJO, Barbosa JAD, Vieira AMC. 2013.*** Reducing pre-slaughter losses of broilers: crating density effects under different lairage periods at slaughterhouse. J Anim Behav Biometeorol 1(1): 1-6. doi: 10.14269/2318-1265.v01n01a01
94. ***Vieira SL. 2012.*** Qualidade de carcaça de frangos de corte. 2a ed. São Paulo: Rede Editora e Serviços de Clipping Ltda. 104 p.
95. ***Wang S, Li C, Xu X, Zhou G. 2013.*** Effect of fasting on energy metabolism and tenderizing enzymes in chicken breast muscle early postmortem. Meat Sci 93: 865-872. doi: 10.1016/j.meatsci.2012.11.053
96. ***Wotton S, Wilkins LJ. 2004.*** Primary processing of poultry. En: Weeks C, Butterworth A, eds. Measuring and auditing broiler welfare. Oxfordshire: CABI Publishing. p 161-180.
97. ***Xing T, Xu X, Jiang N, Deng S. 2016a.*** Effect of transportation and pre-slaughter water shower spray with resting on AMP-activated protein kinase, glycolysis and

meat quality of broilers during summer. Anim Sci J 87: 299-307. doi: 10.1111/asj.12426

98. ***Xing T, Li Y, Li M, Jiang N, Xu X, Zhou G. 2016b.*** Effect of transport condition and pre-slaughter water shower spray during summer on protein characteristics and water distribution of broiler breast meat. Anim Sci J 87: 1413-1420. doi: 10.1111/asj.12593
99. ***Xue G, Cheng S, Yin J, Zhang R, Su Y, Li X, Li J, Bao J. 2020.*** Influence of pre-slaughter fasting time on weight loss, meat quality and carcass contamination in broilers. Asian-Australas J Anim Sci Nov 3. doi: 10.5713/ajas.20.0560
100. ***Ye C, Yousaf K, Qi C, Liu C, Chen K. 2020.*** Broiler stunned state detection based on an improved fast region-based convolutional neural network algorithm. Poultry Sci 99: 637-646. doi: 10.3382/ps/pez564
101. ***Zamudio LHB. 2010.*** Caracterização e percepção de consumidores sobre qualidade de carne de frango comercializada em Brasília. Tesis de Maestría en Agronegocios. Brasilia: Universidade de Brasília. 125 p.
102. ***Zuin LFS, Queiroz TR. 2006.*** Agronegócios: Gestão e inovação. São Paulo: Saraiva. 436 p.