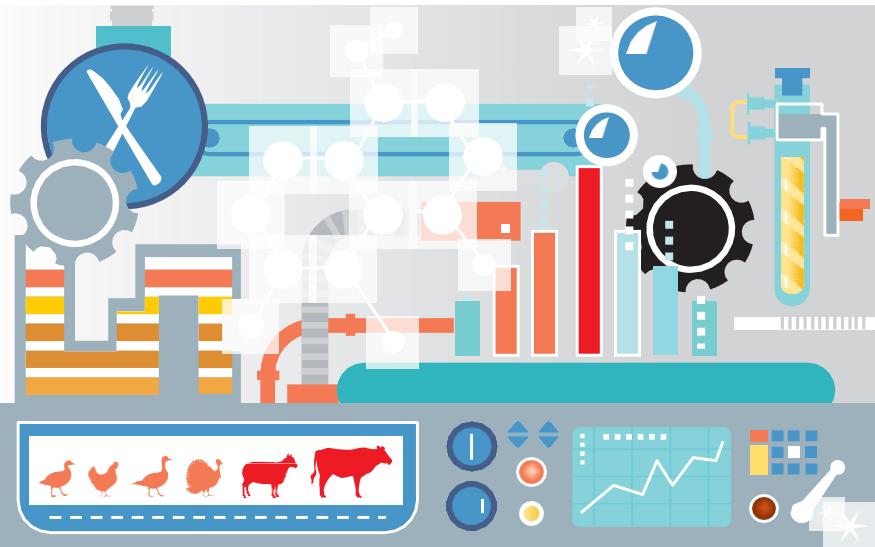


# Capítulo 9

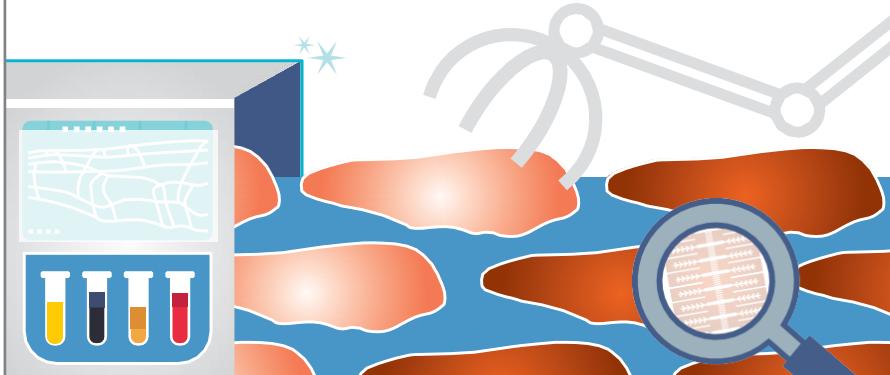
## PORCIONADO, DESHUESADO Y COMPOSICIÓN DE LA CARNE FRESCA



### La ciencia del procesamiento avícola y de carnes

Shai Barbut PhD

Universidad de Guelph



# Capítulos

1. AUTOMATIZACIÓN
2. PERSPECTIVA GLOBAL
3. ESTRUCTURA\* Y FISIOLOGÍA MUSCULAR
4. MANEJO DE AVES VIVAS\*
5. PROCESAMIENTO PRIMARIO DE AVES DE CORRAL\*
6. HACCP EN PROCESAMIENTO PRIMARIO\*
7. INSPECCIÓN Y CLASIFICACIÓN\*
8. ATURDIDO\*
9. PORCIONADO, DESHUESADO Y LA COMPOSICIÓN DE CARNE FRESCA\*
10. PRODUCTOS PROCESADOS – EQUIPOS
11. TRATAMIENTO TÉRMICO, ENFRIAMIENTO Y MÉTODOS DE CONSERVACIÓN
12. HACCP EN OPERACIONES DE CARNE COCINADA
13. PRINCIPIOS DEL PROCESAMIENTO DE CARNE
14. REBOZADO Y EMPANADO – LA PRODUCCIÓN SEGÚN HACCP
15. MICROBIOLOGÍA Y SANEAMIENTO
16. EVALUACIÓN DE TEXTURA Y ATRIBUTOS SENSORIALES
17. EVALUACIÓN DE LA RETENCIÓN DE AGUA/GRASAS Y DEL COLOR
18. TRATAMIENTO DE RESIDUOS Y SUBPRODUCTOS

\* Temas centrados en las aves de corral. Los otros capítulos están relacionados tanto con las carnes rojas como con las aves de corral.

# Prefacio

El objetivo del libro de La ciencia del procesamiento avícola y de carnes es brindar a los estudiantes y los empleados de la industria una perspectiva integral de la industria moderna avícola y cárnica y del procesamiento de tanto carnes rojas como aves de corral. Se hace hincapié en los conceptos básicos además de los avances recientes como la automatización (p.ej., el aumento en la velocidad de las líneas de procesamiento avícola de 3,000 a 13,000 aves por hora en los últimos 40 años) y la inocuidad del alimento (p.ej., HACCP en las áreas de procesamiento primario y posterior). El libro también incluye capítulos que explican las bases de la biología muscular, la gelificación de las proteínas, la transferencia de calor y masas, la microbiología y los atributos sensoriales de la carne para que el lector entienda los conceptos científicos esenciales del procesamiento de carne. El libro de La ciencia del procesamiento avícola y de carnes se basa en más de dos décadas de experiencia en docencia universitaria, y está diseñado para ser usado como un libro de texto por estudiantes, además de un recurso para profesionales en la industria. El libro está disponible en línea, sin costo, para cualquier interesado. Mediante este formato he podido incluir varias fotos, ilustraciones y gráficas en color para apoyar al lector.

Este libro está dedicado a mis estudiantes antiguos y actuales que me han inspirado a aprender más y llevar a cabo proyectos de investigación más desafiantes. Veo esto como una oportunidad para devolver al campo del que he recibido tanto como estudiante y como miembro del profesorado. Al mirar atrás, reconozco que he aprendido mucho de mi consejero de MSc y PhD, Dr A. Maurer, quien fue el estudiante de Dr. R. Baker, el padre del procesamiento avícola en Norteamérica. También me gustaría agradecer al Dr. H. Swatland, con quien he trabajado durante casi 20 años, por incontables discusiones científicas desafiantes.

Escribir La ciencia del procesamiento avícola y de carnes fue un proceso largo, que también incluyó la revisión por pares de cada capítulo. Agradezco la ayuda de todos mis colegas, pero me hago responsable por cualquier inexactitud en el libro. Si tienen comentarios o sugerencias, agradecería que me los hicieran llegar ([sbarbut@uoguelph.ca](mailto:sbarbut@uoguelph.ca)), ya que tengo previsto revisar y actualizar algunos capítulos anualmente.

Me gustaría agradecer a las muchas personas que me han ayudado durante el proceso de escritura. A Deb Drake que introdujo todo el material para el libro, a Mary Anne Smith que ayudó con la edición, y a ArtWorks Media por el diseño y la edición electrónica del libro. Agradezco profundamente la ayuda de mis colegas que revisaron los capítulos y proporcionaron discusiones útiles. Entre ellos Mark B., Ori B., Sarge B., Gregory B., Joseph C., Mike D., Hans G., Theo H., Melvin H., Myra H., Walter K., Roland K., Anneke L., Massimo M., Johan M., Erik P., Robert R., Uwe T., Rachel T., Jos V., Keith W., y Richard Z. También me gustaría agradecer a mi familia por su amor y su apoyo durante el proceso.

## Sobre el autor

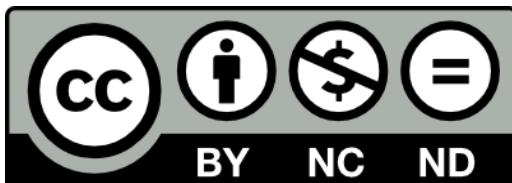
Shai Barbut es un profesor en el departamento de Ciencia de Alimentos den la Universidad de Guelph en Ontario, Canadá. Recibió su MSc y PhD en la Universidad de Wisconsin en Ciencia de carnes y Ciencia de alimentos. Se especializa en el procesamiento primario y posterior de aves de corral y de carnes rojas. Sus investigaciones se centran en los factores que afectan la calidad de la carne, además de la gelificación proteica con un énfasis en las relaciones entre estructura y función, las propiedades reológicas y la seguridad de los alimentos. Shai Barbut ha publicado más de 200 artículos de investigación revisados por pares y es el autor de Procesamiento de productos avícolas – Una guía industrial. Es miembro del Instituto de Tecnólogos de Alimentos y ha recibido premios de la Asociación de la Ciencia de la Carne, la Asociación de la Ciencia Avícola y el Instituto Canadiense de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Está involucrado en varios comités gubernamentales, además de proyectos de investigación académicos e industriales.



© 2020 Shai Barbut

Este trabajo está licenciado bajo las licencias Creative Commons que se indican a continuación. Para ver una copia de estas licencias, visite [creativecommons.org](http://creativecommons.org). Brevemente, esta licencia le permite descargar el trabajo y compartirlo con otros siempre y cuando se de crédito al propietario de los derechos de autor.

No se puede cambiar el contenido de ninguna manera o utilizarlo comercialmente. Salvo lo dispuesto en estas licencias, ninguna parte de este libro puede ser reproducida, transmitida de forma alguna, ni por ningún medio, electrónico o mecánico, sin la autorización previa por escrito del propietario de los derechos de autor, excepto en el caso de breves citas incorporadas en reseñas críticas y ciertos otros usos no comerciales permitidos por la ley.



A partir del 1 de julio de 2015, este libro estará sujeto a una licencia CC-BY-NC-ND. Este libro contiene información de fuentes auténticas y respetadas y se enumeran una amplia variedad de referencias. Se han hecho esfuerzos razonables para publicar datos e información fiables, pero el autor no puede asumir la responsabilidad de la validez de todos los materiales o de la consecuencia de su uso.

#### **Library and Archives Canada Catalogación en la Publicación**

Barbut, Shai, autor

Snoeijenbos, Michelle, traducción al español

La ciencia del procesamiento avícola y de carnes/ Shai Barbut, PhD.

Incluye referencias bibliográficas.

Emitido en formato impreso y electrónico.

ISBN 978-0-88955-673-7 (pdf).

1. Procesamiento avícola. 2. Industria cárnica y comercio I. Título

TS1968.B37 2016 664'.93

C2015-903906-1 C2015-903907-X



# 9

## PORCIONADO, DESHUESADO Y COMPOSICIÓN DE LA CARNE FRESCA

### 9.1 Introducción y clasificaciones

El aumento en la comercialización de la carne porcionada y deshuesada (capítulo 2) ha incrementado la demanda de operaciones de porcionado y deshuesado. Actualmente, hay muchos montajes diferentes disponibles para el procesador, variando desde una línea de conos (i.e., con un soporte cónico para facilitar el deshuesado manual) hasta equipos completamente automatizados para cortar y deshuesar por completo la carcasa. La comercialización de aves porcionadas (Tabla 9.1.1) también ha disminuido la cantidad de restos y recortes que salen de la planta, lo cual ha aumentado el interés por equipos que deshuesan la carne mecánicamente.

**Tabla 9.1.1** Ejemplos de cortes y porciones preparadas de pollo disponibles en tiendas

	Descripción	Comentarios
1	Cuarto delantero	Ver el dibujo más adelante
2	Cuarto trasero	Unión de la pata y la espalda
3	Contra muslo	Con o sin piel
4	Cuartos/mitades de pechuga	Con o sin hueso; con o sin piel
5	Alas	Popular para BBQ
6	Muslos de ala	Común en comida rápida
7	Corte de nueve porciones	Común en comida rápida
8	Espalda	Normalmente para sopas
9	Menudillos	Hígado, corazón y molleja
10	Patas	Pierna de pollo/pato

Alrededor del mundo se utilizan diferentes sistemas de clasificación de aves de corral, que son muy importantes para la comunicación entre el consumidor y el vendedor. Un ejemplo de un sistema de clasificación usado en Estados Unidos se proporciona acá (USDA, 2014). Incluye varias clases de aves de corral:

**a. Pollos**

- (i) La gallina Cornish o gallina de Rock Cornish (game) es una gallina joven (que generalmente tiene menos de 5 semanas de edad), de cualquier sexo y un peso de canal de menos de 2 libras.
- (ii) El pollo de engorde es un pollo joven (generalmente de menos de 10 semanas), de cualquier sexo, con carne suave y piel flexible y de textura lisa. El cartílago del esternón es flexible.
- (iii) El pollo “roaster” o para rostizar es un pollo joven (generalmente de menos de 12 semanas), de cualquier sexo, con carne suave y piel flexible de textura lisa. El cartílago del esternón es menos flexible que en los pollos de engorde.
- (iv) El capón es un pollo macho castrado (generalmente de menos de 4 meses) con carne suave y piel flexible de textura lisa.
- (v) La gallina pesada o “para hornear” es una gallina hembra de más de 10 meses de edad con una carne menos suave que la de un pollo “roaster” y un esternón poco flexible.
- (vi) El gallo es un gallo macho maduro con piel gruesa y carne endurecida y oscura, y un esternón duro.

**b. Pavos**

- (i) El pavo “roaster” es un pavo joven inmaduro (generalmente de menos de 12 semanas), de cualquier sexo, con carne suave y piel flexible de textura lisa. El cartílago del esternón es flexible.
- (ii) Un pavo joven es un pavo (generalmente de menos de 6 meses) con carne suave y piel flexible con textura lisa. El cartílago del esternón es menos flexible que el del pavo “roaster”.
- (iii) El pavo añojo es un pavo maduro (generalmente de menos de 15 meses) con carne moderadamente suave y una piel de textura moderadamente lisa.
- (iv) El pavo maduro (pavo o pava) es un pavo viejo de cualquier sexo (generalmente de más de 15 meses) con piel gruesa y carne endurecida. La designación de un sexo es opcional.

**c. Patos**

- (i) El pato joven es un pato joven (generalmente de menos de 8 semanas), de cualquier sexo, con carne suave, y un pico y una tráquea suave.
- (ii) El pato joven “roaster” es un pato joven (generalmente de menos de 16 semanas), de cualquier sexo, con carne suave, con un pico y una tráquea que no se han endurecido.

(iii) El pato maduro es un pato más viejo (generalmente de más de 6 meses), de cualquier sexo, con carne dura y un pico y tráquea endurecidos.

#### **d. Gansos**

- (i) El ganso joven es un ganso joven de cualquier sexo, con carne suave y una tráquea flexible.
- (ii) El ganso maduro es un ganso maduro o viejo de cualquier sexo con carne dura y una tráquea endurecida.

#### **e. Pintadas**

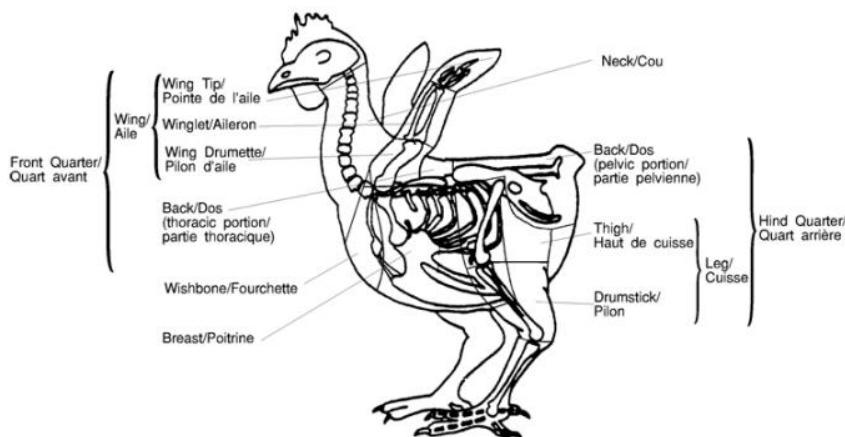
- (i) La pintada joven es una pintada inmadura de cualquier sexo, de carne suave y cartílago del esternón flexible.
- (ii) La pintada madura es una pintada adulta que puede ser de cualquier sexo, con carne dura y un esternón endurecido.

Este capítulo describe el despresado, el deshuesado y la clasificación de aves porcionadas antes del envasado. A pesar de que existen diferentes tipos de aves de corral (pollo, pavo, pato), el porcionado es relativamente similar. Además, se discutirá la composición de carne fresca.

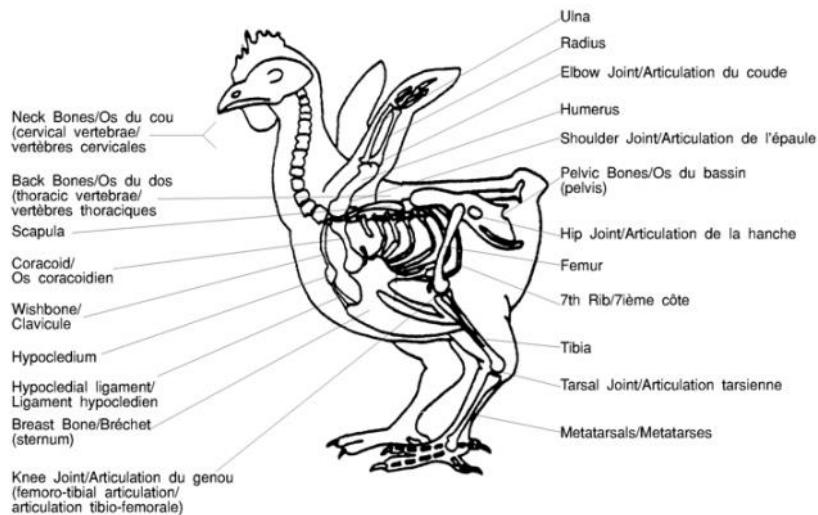
## **9.2 Corte de aves enteras en porciones**

### **9.2.1 Los cortes básicos en aves de corral**

Hoy en día, los consumidores tienen la opción de comprar el ave entera o las porciones ya cortadas (p.ej., alas, muslos, filetes de pechuga). La Figura 9.2.1.1 proporciona los nombres de las partes principales, incluyendo los huesos más importantes. Dependiendo del mercado, las aves se pueden vender vivas, como una carcasa entera eviscerada (con o sin menudillos; ver la Tabla 9.1.1), divididas en mitades o cuartos, o como pedazos separados (p.ej., alas o muslos), con o sin huesos y piel.



a)

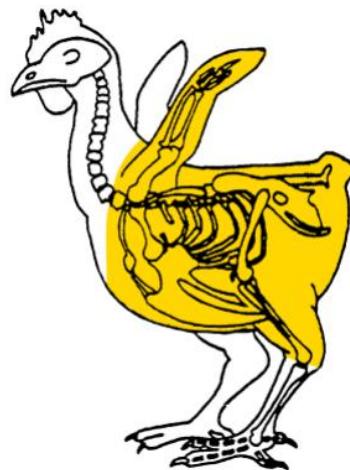


b)

**Figura 9.2.2.1** Ilustración de las principales partes de un pollo de corral a), y los principales huesos b). De CFIA (2012).

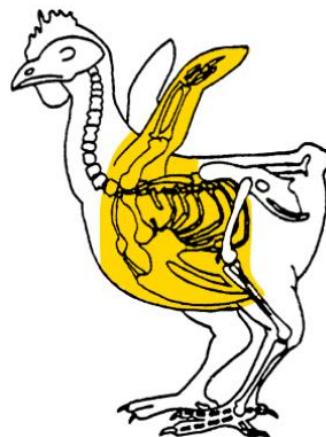
En esta sección, se ilustrarán ejemplos del sistema Norteamericano y luego del sistema Japonés para demostrar el porcionado de pollos de engorde. Aunque existen muchas similitudes entre los dos sistemas, cada uno está diseñado para un mercado específico. A continuación se proporciona una lista detallada de la nomenclatura actual de cortes de carne y una descripción de los cortes según la Agencia Canadiense/Norteamericana de Inspección de Alimentos (CFIA, 2012):

- a. Aves de corral: Es la carne derivada del canal del ave según lo definido por la Ley de Inspección de Carnes. Nota: El nombre de la especie de ave de la cual se derivó la carne debe aparecer en la descripción del producto en lugar de “aves de corral”.
- b. Canal de ave de corral (entero): es una carcasa eviscerada de ave sin plumas, pelo, cabeza, patas (desde la articulación del tarso) ni glándula uropígea.
- c. Mitades: hace referencia a una de dos porciones iguales del canal de un ave eviscerada obtenida mediante un corte a través de las vértebras torácicas, los huesos pélvicos (pelvis) y la quilla (esternón) a lo largo de la línea media. Nota: la mitad excluye el pescuezo. Ver la Figura 9.2.1.2.

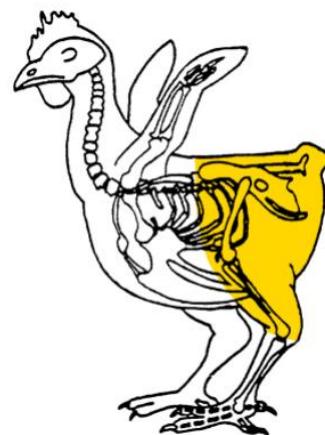


**Figura 9.2.1.2** Ilustración de las porciones de aves de corral descritas en CFIA 2012. Nota: más adelante se proporcionan dibujos de varias porciones con sus secciones correspondientes (secciones de c a q).

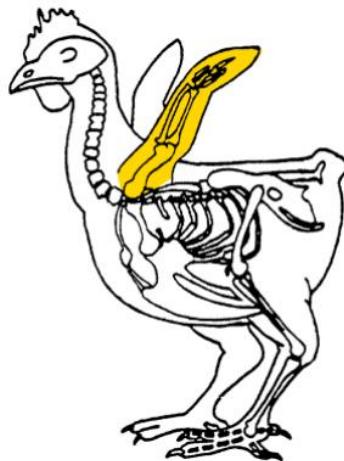
- d. Cuartos delanteros (de pechuga): Hacen referencia a la parte delantera de una mitad que ha sido cortada a lo largo de la línea inmediatamente detrás y paralelo a la caja torácica (borde posterior de la séptima vértebra torácica, séptima costilla y esternón).



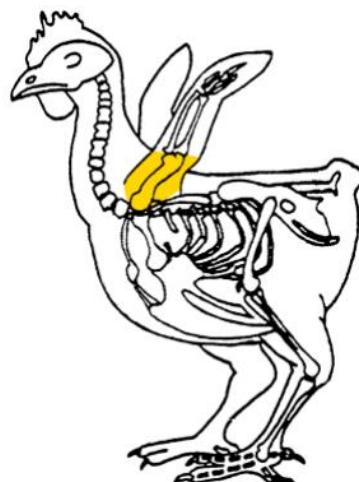
- e. Cuartos traseros (pierna pernil): hacen referencia a la parte trasera de una mitad que ha sido cortada a lo largo de una línea inmediatamente detrás de la caja torácica (borde posterior de la séptima vértebra torácica, séptima costilla y esternón).



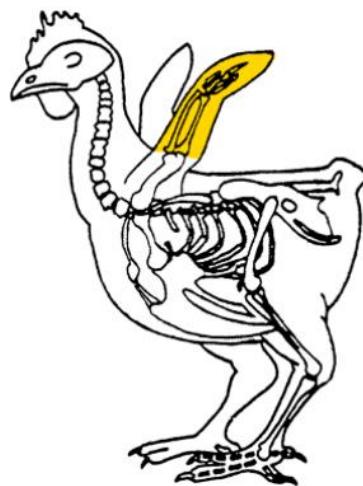
- f. Alas: La porción del ave entera obtenida mediante un corte a través de la articulación del hombro (articulación de la clavícula, coracoides y del húmero). Incluye las medias alas, los muslos de ala y puede incluir las puntas de las alas.



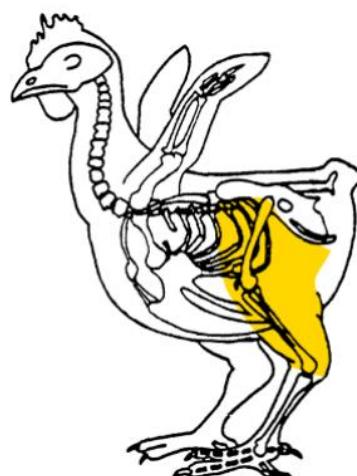
- g. Muslos de ala: Hacen referencia a la parte proximal del ala separada de la pechuga mediante un corte de la articulación del hombro descrito anteriormente, y desde la media ala en la articulación del codo (articulación del húmero, radio y cúbito).  
Nota: Los muslos de ala no se denominan solo “muslos”.



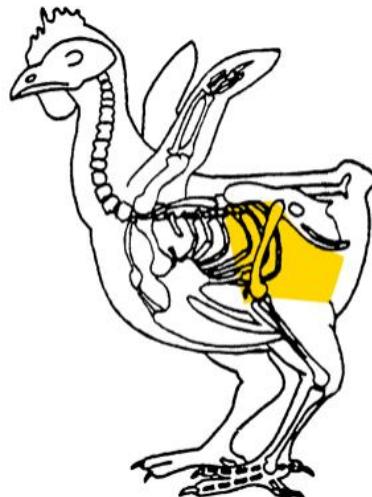
- h. **Medias alas (alas V):** Es la parte distal del ala obtenida mediante un corte de la articulación del codo (articulación del húmero, radio y cúbito). Se puede remover parte de la punta del ala.



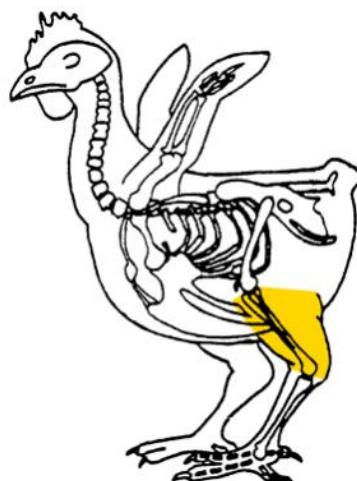
- i. **Muslo:** Es la porción del ave obtenida mediante un corte en la articulación de la cadera (articulación entre el fémur y la pelvis). Incluye el muslo y la pata, ya sea con articulación o desarticulada, y puede incluir carne pélvica. No se incluyen la piel de la espalda, la piel abdominal o grasa excesiva.



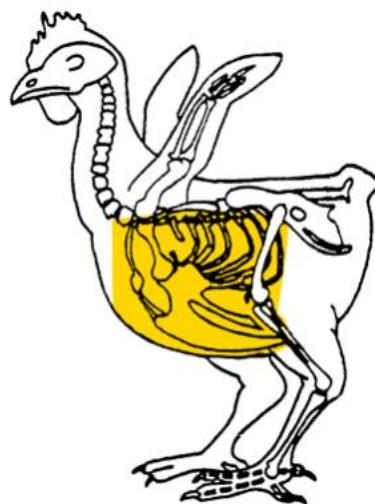
- j. Contramuslo: Es la porción proximal del cuarto separada de la carcasa mediante un corte en la articulación de la cadera, y separada de la pata mediante un corte en la articulación de la rodilla (articulación femoro-tibial). Puede incluir la carne de la pelvis pero no puede incluir los huesos de la pelvis, la piel de la espalda, la piel abdominal o la grasa excesiva.



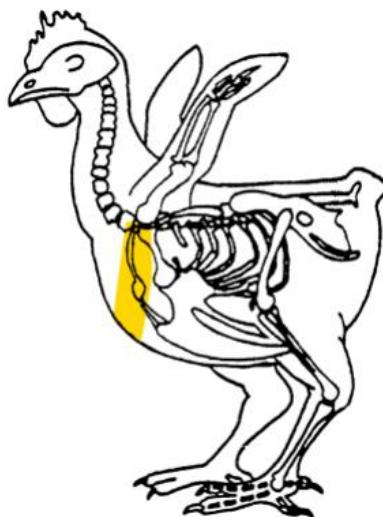
- k. Muslito (jamoncitos): Es la porción distal del cuarto separado del muslo mediante un corte a través de la articulación de la rodilla.



- l. Pechuga (entera): Es la porción del ave entera separada de las alas mediante un corte en la articulación del hombro, del cuello mediante un corte aproximado en la vértebra duodécima (cervical), de la parte posterior mediante un corte en la articulación de las costillas vertebrales y la espalda y de los cuartos posteriores mediante un corte inmediatamente detrás de la caja torácica (séptima costilla y esternón). La pechuga incluye los extremos en Y de las costillas y excluye la piel del cuello.
- m. Media pechuga: Es una de las dos porciones iguales de la pechuga obtenida mediante un corte a través del hueso de la pechuga (esternón) a lo largo de la línea media. Nota: La pechuga puede ser porcionada en 2 partes iguales o en tres partes retirando la espoleta (ver abajo) y luego cortando a lo largo del hueso de la pechuga para tener tres porciones. Para lograr el peso exacto, las partes cortadas de esta manera pueden ser sustituidas por partes más livianas o pesadas y el envase puede contener dos o más de dichas partes sin afectar el etiquetado de “pechuga”.

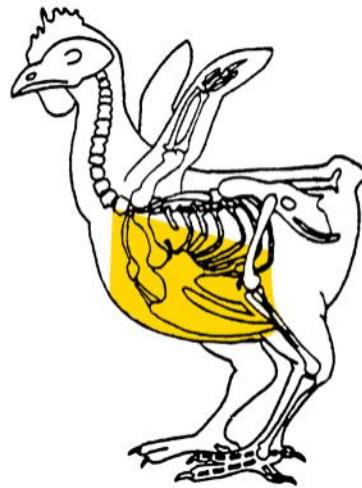


- n. Espoleta (clavícula o hueso de la suerte): la porción anterior de la pechuga obtenida mediante un corte desde el ligamento hipocleidal ubicado entre la punta de la clavícula (hipocledio) y la punta anterior del esternón (porceso craneal de la cresta del esternón), pasando por entre la espoleta y el coracoides hasta el punto donde la espoleta se une con el hombro. No se debe incluir la piel del cuello.

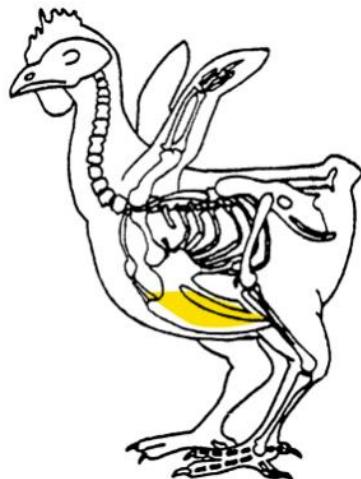


- o. Pechuga recortada: es la porción de la pechuga obtenida mediante un corte a lo largo de la unión vertebral y las costillas del esternón. Las costillas pueden ser removidas y se excluye la piel del cuello. Nota: La pechuga puede ser porcionada en 2 partes iguales o en tres partes retirando la espoleta (ver abajo) y luego cortando a lo largo del hueso de la pechuga para tener tres porciones. Para lograr el peso exacto, las partes cortadas de esta manera pueden ser sustituidas por partes más livianas o pesadas y el envase puede contener dos o más de dichas partes sin afectar el etiquetado de “pechuga recortada”.

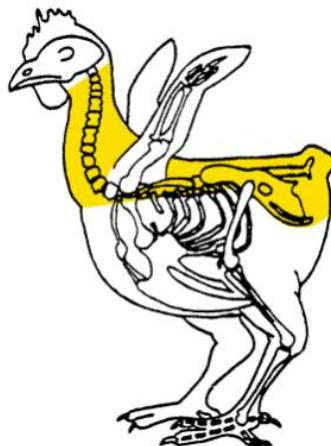
- p. Media pechuga recortada: es una de dos porciones iguales de pechuga recortada obtenida mediante un corte a través del hueso de la pechuga (esternón) a lo largo de la línea media.



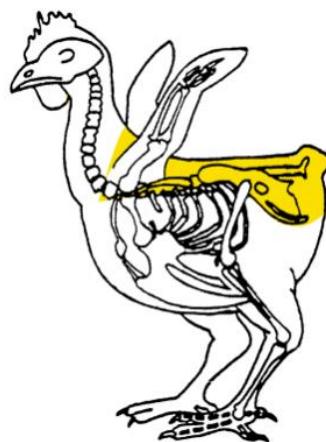
- q. Filete de pechuga: Hace referencia al músculo fusiforme redondo, alargado (músculo supracoracoideo o pectoral profundo), ubicado a cada lado de la quilla (esternón).



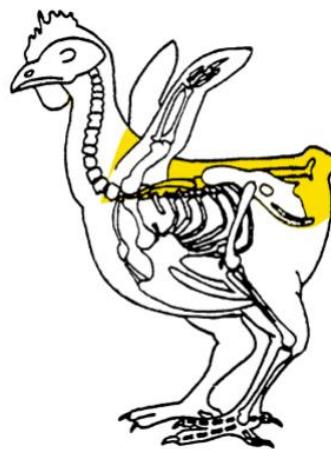
- r. Espalda entera: Es la porción de la carcasa entera separada de la pechuga (descrito anteriormente). Incluye el cuello, las vértebras torácicas, los huesos pélvicos y la cola. Se pueden incluir partes de las costillas vertebrales.



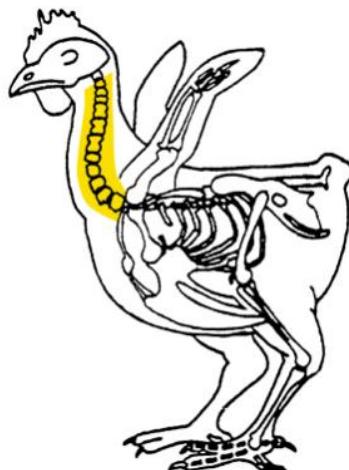
- s. Espalda: Es la porción de la espalda entera separada del cuello mediante un corte en la articulación del hombro (la vértebra cervical duodécima). Incluye la vértebra torácica, huesos pélvicos, la piel y la carne adherida. Las costillas vertebrales y/o escápula pueden ser removidas.



- t. Espalda limpia: Hace referencia a la espalda sin la carne de los huesos pélvicos.



- u. Cuello (pescuezo): Es la porción anterior de la espalda entera o la carcasa obtenida mediante un corte cerca a la articulación del hombro (aproximadamente en la vértebra cervical duocécima). Puede incluir la piel.



- v. Menudillos de aves de corral (menudencias): incluye el hígado, el corazón o la molleja o cualquier combinación de estas partes de la misma especie, obtenidos durante la evisceración de la carcasa.

- w. Carne molida de aves de corral: Hace referencia a la carne avícola fresca, deshuesada, sin piel, picada con un contenido de grasa identificable por uno de los siguientes términos:

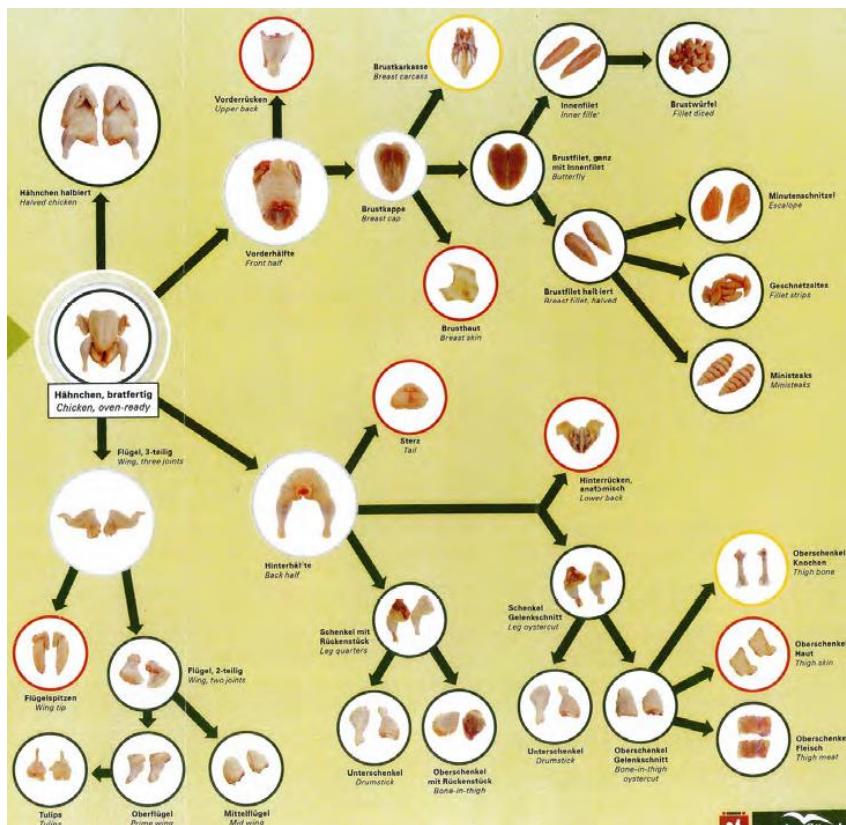
Regular - 30%

Medio – 23%

Magra – 17 %

Muy Magra – 10%

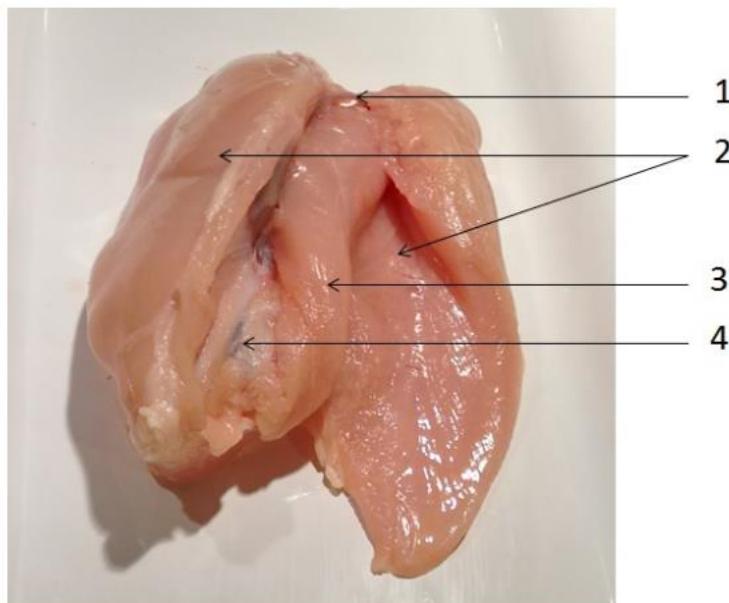
La Figura 9.2.1.3 da un ejemplo de porciones cortadas de un panfleto usado para identificar cortes de carne avícola en el comercio. Esta guía es utilizada para que los consumidores conozcan las partes exactas en el mercado.



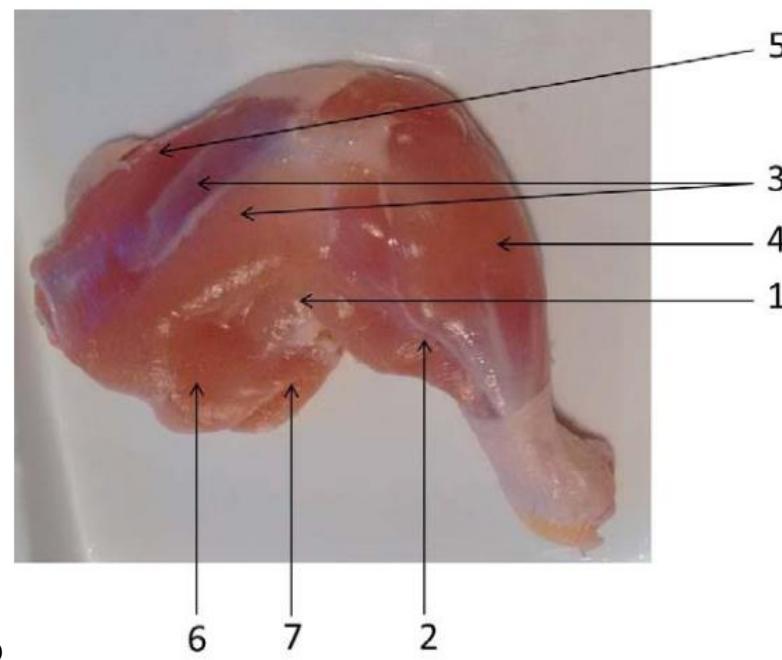
**Figura 9.2.1.3** Porciones de carne de aves de corral y sus nombres en inglés y alemán. Cortesía de Emsland Frischgeflugel.

Otro ejemplo es el “Japanese Yellow Book” que contiene imágenes (no aparecen acá, se pueden encontrar en línea) y descripciones detalladas de las porciones que sirven como una base de comunicación entre vendedores y consumidores. Esta guía Japonesa es utilizada ampliamente dentro del país pero también en compañías que exportan carne a Japón, donde es común vender la carne avícola porcionada en envases de 2 kg (el re-envasado puede ocurrir en el mismo supermercado según cambios en las necesidades del mercado). En general, este caso difiere de los mercados europeos y norteamericanos donde el envasado final se realiza a nivel de la planta.

La Figure 9.2.1.4a ilustra los músculos incluidos en la porción de carne de pechuga de aves de corral (pollo, pavo, pato). Como se mencionó en el capítulo 3, existen diferencias en los tipos de fibras en estos músculos: las aves migratorias como patos salvajes tienen una mayor proporción de fibras rojas, mientras que aves no migratorias como los pollos tienen una mayor proporción de fibras blancas ideales para tiempos de vuelo cortos (ver también Swatland, 1994). La Figura 9.2.1.4b muestra los músculos del muslo posterior a la remoción de la piel.



a)



**Figura 9.2.1.4** Los principales músculos y huesos en la porción de carne de pechuga (a), y en la porción del muslo de un pollo de corral (b), después de la remoción de la piel. Para la porción de carne de pechuga: (1) clavícula, (2) *Pectoralis*, (3) *Supracoracoideus*, (4) hueso del esternón.

Para la porción de muslo: (1) *Biceps femoris*, (2) *Gastrocnemius*, (3) *Iliotibiales*, (4) *Peroneus longus*, (5) *Sartorius*, (6) *Semitendinosus*, (7) *Semimembranosus*. Basado en Swatland (1994). Ver también las ilustraciones de los músculos en el capítulo 3. Fotos por Barbut.

## 9.2.2 Porcionado tradicional manual

El cortado y deshuesado manual de aves se ha trabajado durante miles de años y se sigue practicando en operaciones pequeñas donde los costos de mano de obra son bajos. El deshuesado se realiza comúnmente en una tabla de cortar, o en un cono de deshuesado (Fig. 9.2.2.1). El cono puede estar inmóvil, con un operario posicionando y cortando la carcasa entera, o puede estar en una línea móvil, con cada operario responsable de realizar uno o más cortes. El proceso del deshuesado normalmente inicia con la remoción de las alas y después la carne de pechuga (con/sin piel). Esto se realiza mediante un corte de los extremos anteriores del músculo *pectoralis* (Fig. 9.2.1.4a) y su separación del hueso. Generalmente, los músculos supracoracoideos permanecen adheridos a ambos lados del esternón, y se pueden remover

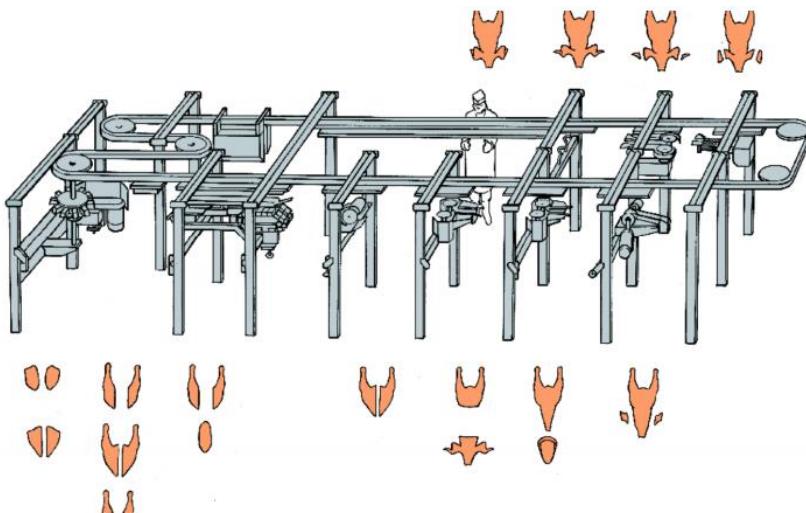
manualmente. Estas pequeñas tiras de carne luego son comercializadas como “solomillo” de pollo/pavo. Luego, se pueden remover los contramuslos con un corte de la piel abdominal seguido por un corte a través de la articulación entre el fémur y la pelvis. Si el producto final debe ser sin piel, se separaría la piel antes de remover la pata. La sección del muslo se puede dividir en contramuslo y muslito cortando la articulación femorotibial (ver Fig. 9.2.1.4b). La carne deshuesada del contramuslo se obtiene mediante la remoción del fémur y los principales ligamentos.



Figura 9.2.2.1 El sistema de cono utilizado para el deshuesado manual de la carne de aves de corral

### 9.2.3 Automatización en el porcionado y el deshuesado

Los equipos de corte automatizados de alta velocidad (Fig. 9.2.3.1) se han popularizado con la creciente demanda de carne deshuesada de aves de corral. El sistema ilustrado en la Figura 9.2.3.2 es capaz de deshuesar 3,600 pechugas por hora. El equipo presentado en la imagen es una máquina de 5ta o 6ta generación, por lo que es interesante explorar la historia de estos equipos en el mercado. Un impulsor importante en el desarrollo de equipos automatizados es la diferencia en la demanda de carne blanca y oscura. En regiones como Norteamérica, existe una demanda muy alta de carne blanca (capítulo 2), mientras que en regiones como Japón es más alta la demanda de carne oscura. En muchos casos los procesadores producen un exceso del tipo de carne menos popular.



**Figura 9.2.3.1** Un ejemplo de un sistema compacto de deshuesado de muslo iniciando desde las mitades traseras. Las partes del módulo incluyen: introducción de la mitad trasera, módulo de corte de muslo anatómico, módulo de remoción de la piel, módulo de deshuesado del contramuslo con la mano derecha, módulo de deshuesado del contramuslo con la mano izquierda, módulo de colecta de carne de contramuslo con la mano izquierda, módulo de colecta de carne de contramuslo con la mano derecha, módulo de corte de muslitos, módulo de deshuesado de muslitos, y el módulo de colecta de carne de muslitos. Cortesía de Stork.

En Norteamérica y Europa, el deshuesado de carne oscura y su incorporación en productos más procesados o marinados, o su venta como carne deshuesada, son pasos importantes en la obtención de mayores ganancias de la carne oscura. El equipo utilizado debe tener un alto rendimiento y un deshuesado preciso (p. ej., sin/con poca ocurrencia de fragmentos de huesos). El diseño de equipos automatizados de deshuesado representa un desafío importante para el fabricante porque debe ser capaz de deshuesar aves de diferentes tamaños y constituciones con un alto rendimiento. Esta es otra razón por la que los procesadores prefieren trabajar con parvadas que presentan pocas variaciones entre aves. Es importante mencionar que se han desarrollado nuevos módulos para nuevos productos finales (p.ej., separador de tendones y separador de cartílagos) que hace algunos años se consideraban desechos. En esta sección se proporcionan algunos ejemplos de equipos y conceptos en uso para el porcionado y deshuesado de aves de corral.

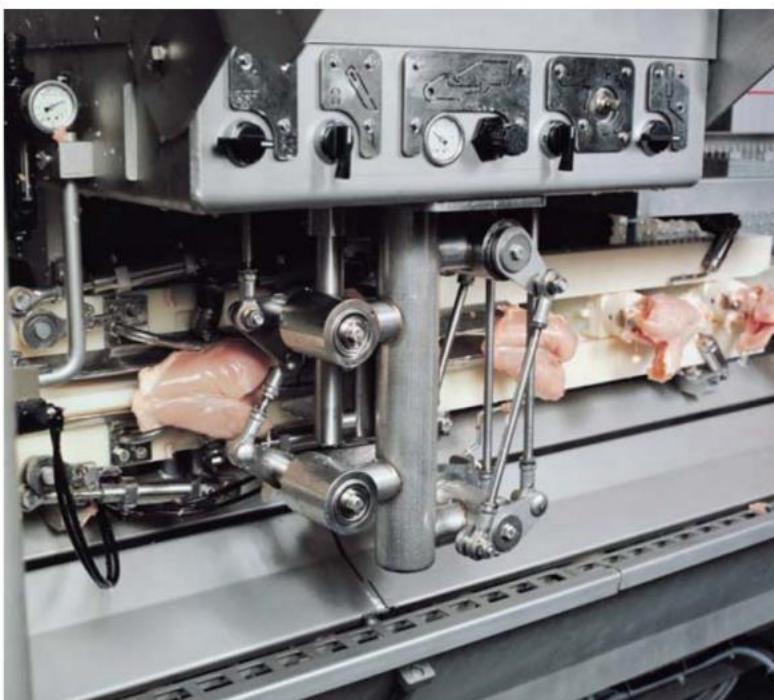


Figura 9.2.3.2 deshuesado automatizado de carne de pechuga. Cortesía de Stork

La Figura 9.2.3.3 muestra un porcionador de cuarto trasero (pierna pernil) que se utiliza para cortar la mitad trasera de la carcasa en cuartos traseros. Un conjunto central de resorte guía y centra la mitad trasera (es decir, después de la separación de la mitad delantera) y luego una cuchilla circular que rota en la dirección opuesta separa esta mitad en dos cuartos. Alternativamente, la espalda se puede cortar usando un juego de cuchillas dobles. Esta máquina es capaz de procesar miles de partes por hora. Generalmente, esta operación hace parte de un proceso más grande de porcionado.

La Figura 9.2.3.4 muestra una operación avanzada de deshuesado automático de muslo entero. Los diferentes pasos de corte están ilustrados en la figura. Cada operación imita las acciones de un operario capaz pero, según el fabricante, realiza la tarea diez veces más rápido. Una consideración importante en el diseño y la operación de equipos es la minimización de los fragmentos de cartílago y hueso en el producto final, sin comprometer el rendimiento alto. Para lograr esto, la máquina mide la longitud exacta de los huesos en el muslo y calcula los parámetros de corte antes de empezar. Esto

es un ejemplo de una máquina de corte de alta precisión utilizada para el mercado japonés donde los consumidores prefieren carne deshuesada del muslo entero sin un orificio en el área de la rótula. Esto claramente aumenta los costos del equipo y el producto final. Equipos automatizados de este estilo también ayudan a reducir lesiones por movimientos repetitivos que sufren los operarios que realizan esta tarea manualmente.

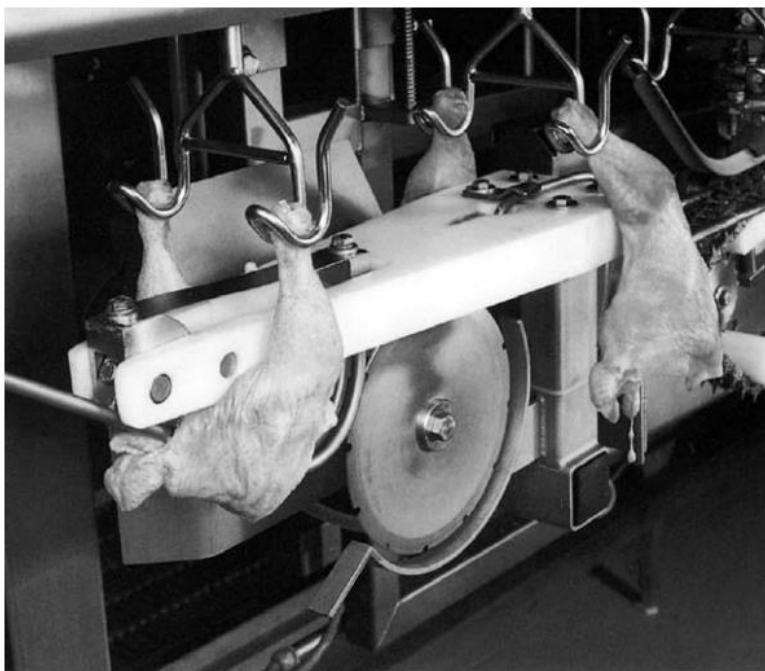


Figura 9.2.3.3 Una cortadora automatizada de cuartos de pernil. Cortesía de Baader/Johnson

La Figura 9.2.3.5a muestra un sistema modular automatizado para el deshuesado de muslitos. La Figura 9.2.3.5b muestra una deshuesadora automática de muslo que separa la carne del contramuslo y el muslito en un pedazo (normalmente se requieren recortes en la zona de la rótula). En general, la idea de tener diferentes módulos (p.ej., deshuesado de muslito, contramuslo, pechuga) se ha ido popularizando y actualmente se encuentran en muchas plantas grandes. Las aves pueden ser enviadas a diferentes módulos de corte de porciones dependiendo de las necesidades del mercado (p. ej., más filetes de pechuga deshuesadas), los precios diferentes, la calidad de las aves entrantes, etc. Esto permite una producción de alta velocidad y mayor flexibilidad en el procesamiento de aves para diferentes mercados. Los módulos que aparecen en las figuras generalmente son fáciles de ajustar

(p.ej., alzar, bajar) y se pueden posicionar a diferentes alturas para facilitar el manejo de aves de diferentes tamaños, además de permitir una mejor inspección, limpieza y reparación (ver las consideraciones de diseño higiénico en el capítulo 15).

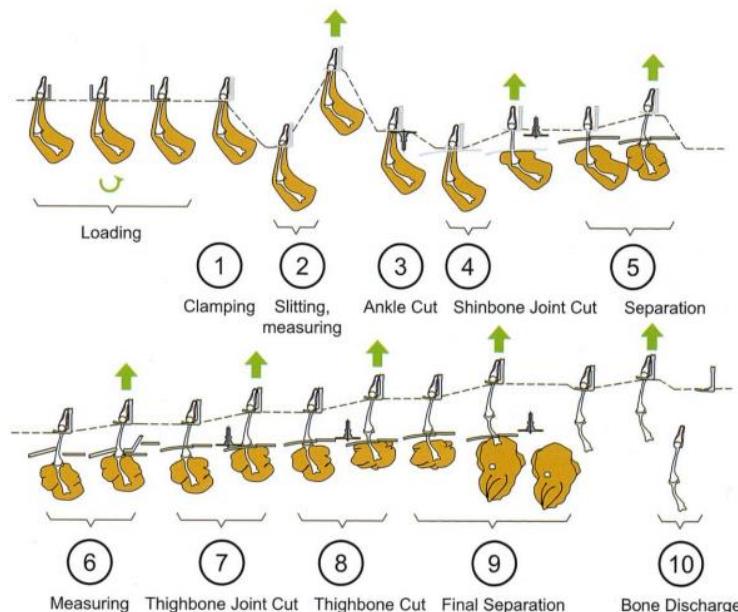


Figura 9.2.3.4 Operación completa de deshuesado de muslo de aves de corral. Cortesía de Mycom.



Figura 9.2.3.5.a Deshuesadora de carne de muslito de aves de corral que funciona cortando y empujando la carne. Cortesía de Meyn.



Figure 9.2.3.5.b Una deshuesadora automatizada de muslo entero. Cortesía de Foodmate.

La Figura 9.2.3.6 muestra una deshuesadora avanzada de carne de pechuga que se utiliza en el mercado japonés. Esta máquina también inicia con medidas precisas (p.ej., extremos de los huesos, grosor de la porción) y calcula la mejor estrategia de corte, mientras la pechuga está firmemente fijada en el soporte móvil. La calidad y la presentación de la carne deshuesada son características muy importantes para esta máquina.

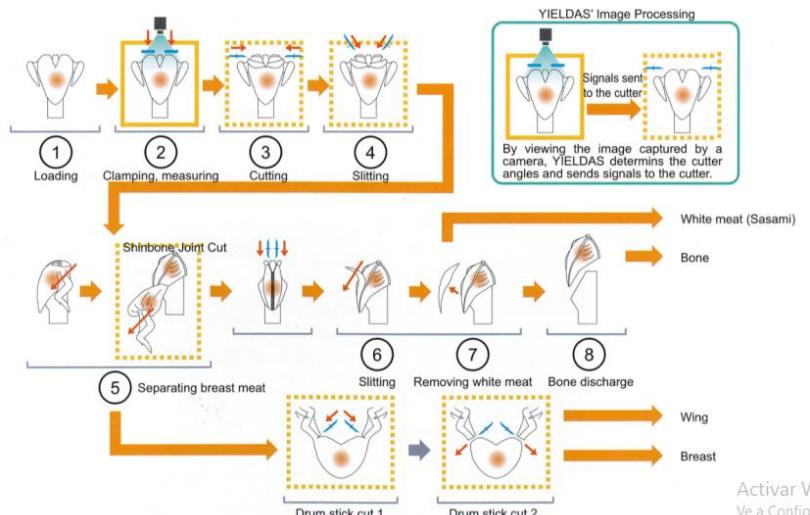


Figura 9.2.3.6 Una deshuesadora de carne de pechuga de alta precisión utilizada en el mercado Japonés. Cortesía de Mycom.

Un factor muy importante en la venta de carne deshuesada es poder garantizar que está libre de huesos o de fragmentos de huesos (p.ej., varias cadenas de comida rápida requieren una carta de garantía del proveedor). Para poder garantizar una carne sin huesos, se utilizan varias mesas de luz y rayos X para inspeccionar la carne. Las mesas de luz pueden ser limitadas a la inspección de tajadas sin piel. La Figura 9.2.3.7 muestra una máquina de rayos X instalada en una línea de producción. El equipo tiene que estar calibrado y se tiene que establecer un umbral. Las líneas de alta velocidad también están equipadas con un dispositivo que puede separar las porciones con huesos o fragmentos para que los operarios de control de calidad las puedan examinar para remover el hueso. La imagen de rayos X puede ser guardada y exhibida en una pantalla para que el operario logre identificar rápidamente la ubicación del hueso. La información también puede ser utilizada en capacitaciones. Los software modernos son capaces de identificar objetos extraños en la carcasa en color y exhibirlos en la pantalla (i.e., también proporcionan soluciones inteligentes de posicionamiento automático de cortes de carne afectadas).

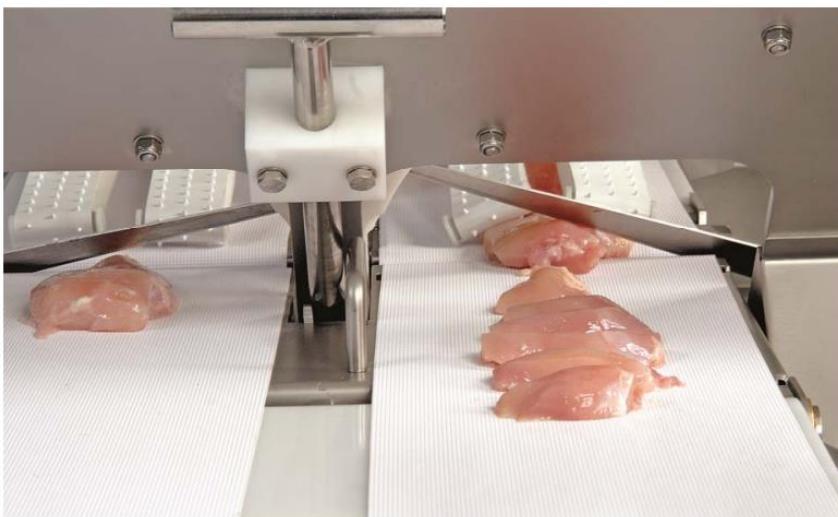


**Figura 9.2.3.7** Instalación de una máquina de rayos-X. Cortesía de Marel.

### 9.3 Porcionado automatizado – carne deshuesada

La industria utiliza varios métodos para el porcionado de la carne, desde el corte manual tradicional hasta el corte rápido automatizado por máquinas guiadas por láser o cuchillas de chorro de agua. La Figura 9.3.1 muestra una cuchilla de movimiento rápido capaz de realizar más de 1000 cortes por

minuto. Sobre la cinta transportadora, la porción de carne (p.ej., filete de pechuga de pollo, pescado) se pesa inicialmente y luego es escaneada por láseres para producir una imagen 3D. Esta información se analiza y un computador calcula los puntos de corte que garanticen las especificaciones de forma y peso precisas. Los cortes de la porción de carne también se realizan sobre la cinta transportadora en movimiento.

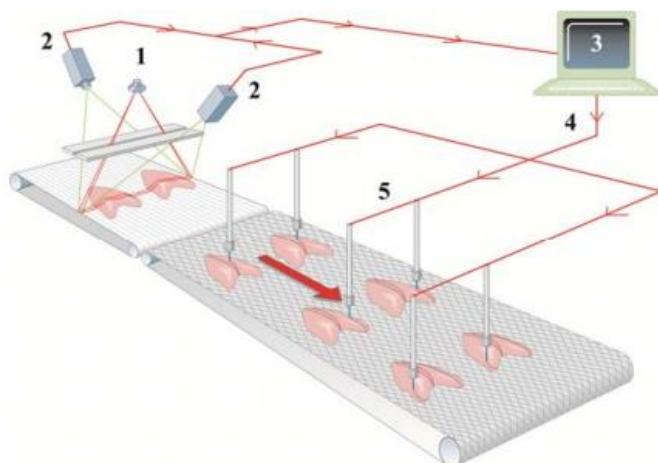
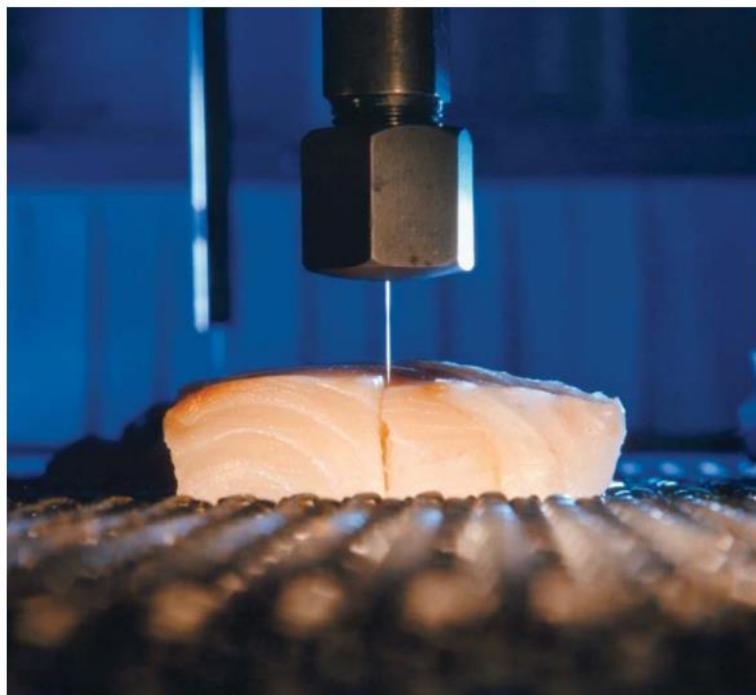


**Figura 9.3.1** Máquina rebanadora de alta velocidad guiada por láser. El corte de carne inicialmente es pesado (sobre una cinta transportadora de alta velocidad) y escaneado por láser para determinar su volumen, luego se corta según especificaciones pre-programadas. La imagen muestra los cortes de carne saliendo de la máquina. La máquina es capaz de realizar cientos de cortes por minuto.

Cortesía de Marel.

La Figura 9.3.2 muestra otro concepto de porcionado utilizado por la industria de carne que usa un chorro de agua de alta presión. Estando sobre la cinta transportadora, la porción de carne es fotografiada desde diferentes ángulos para obtener la imagen 3D que se utiliza para calcular las líneas de corte necesarias para cumplir con los requerimientos de tamaño y forma. Después, la porción de carne se traslada a una zona donde es cortada con uno o más chorros de agua posicionados sobre el producto. Este procesador tiene una serie de opciones para el porcionado (p.ej., carne de pechuga en nuggets, filetes o "mariposas"). La máquina está controlada por un computador y se utilizan los datos de densidad de carne y grasa para calcular el volumen apropiado necesario para obtener porciones de cierto peso en cada corte. El equipo puede manejar alrededor de 80 cortes "tipo mariposa" por minuto y su rendimiento es alto y preciso. La inversión de capital y los costos de mantenimiento son más altos que los del cortador mecánico descrito

anteriormente por que se requiere el uso de agua a muy alta presión, un sistema de filtración de agua muy bueno, etc.



**Figura 9.3.2** Corte de carne con cuchillas de chorro de agua. Debajo una ilustración de la cámara y el sistema de guiado de los chorros. Cortesía de JBT.

La Figura 9.3.3 es un ejemplo de una máquina utilizada para cortar porciones uniformes con un volumen y una forma predeterminadas común en la industria de comida rápida. Los orificios que se observan en la cinta pueden ser de diferentes tamaños y suelen tener una opción de vacío en la parte de abajo (i.e., para facilitar el relleno de la porción de carne)



**Figura 9.3.3** Máquina para el corte de porciones predeterminadas utilizando un molde fijo. Cortesía de Stork.

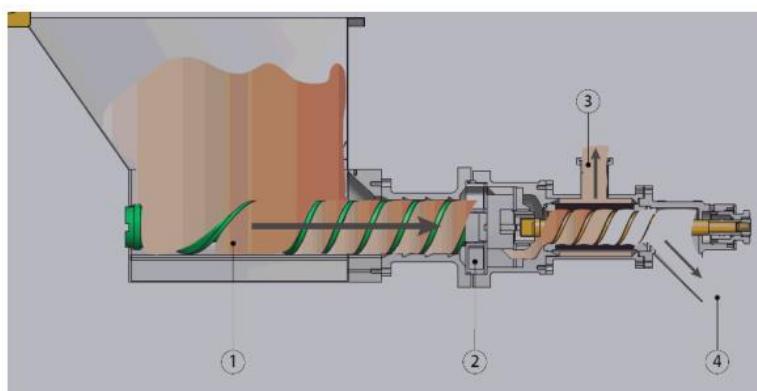
## 9.4 Carne mecánicamente deshuesada

Por la creciente demanda de carne avícola en porciones, cada vez permanecen más carcasas en la planta de procesamiento después del procesado. La carne residual que permanece en los cuellos o las espaldas de aves deshuesadas a mano o cortadas automáticamente es recolectada por medio de equipos mecánicos de deshuesado. La carne que se obtiene de estos procesos se denomina carne mecánicamente deshuesada (MDM, por sus siglas en inglés) o carne separada mecánicamente (MSM). En algunos casos también se incluye el nombre de la especie; p.ej., carne de pollo/pavo/res mecánicamente deshuesada. El equipo a menudo se utiliza para el deshuesado de gallinas ponedoras viejas o de carne de partes que no producirían un producto con un precio que justifique el deshuesado manual (p. ej., carne del cuello). Sin embargo, en regiones donde se prefiere la carne oscura (p.ej., Japón), si se aplica el deshuesado manual. El primer deshuesador mecánico fue desarrollado en Japón a principios de los 1940 para carne de pescado (descrito más adelante). Rescatar la carne después del fileteado manual puede llegar a ser de gran importancia económica, y la

carne molida que resulta es utilizada para hacer productos más procesados (p.ej., empanadas de pescado, salchichas de pollo).

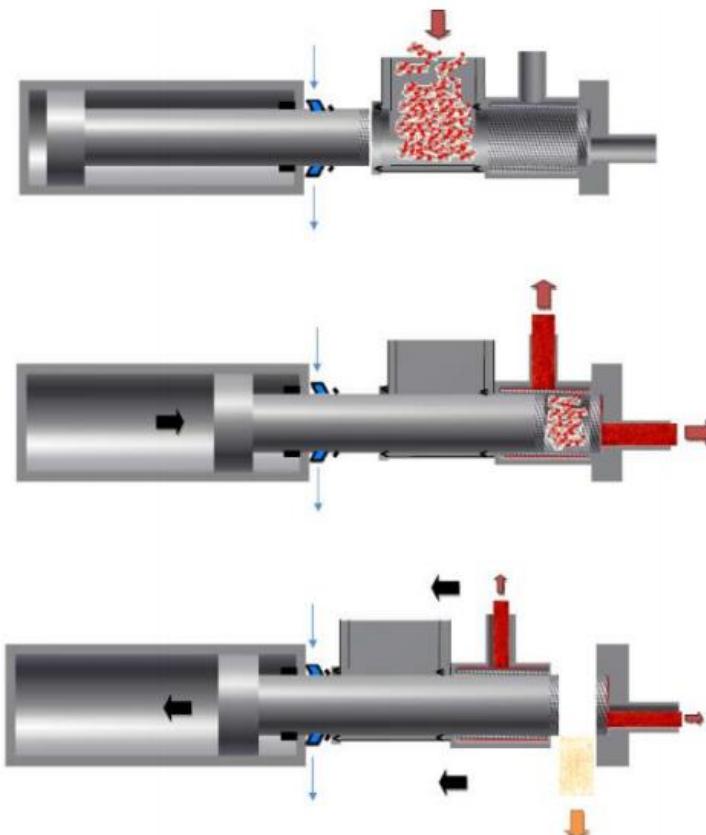
Actualmente existen tres tipos de deshuesadoras en el mercado:

- a. Un sistema de cinta y tambor** fue desarrollado para pescado, pero después fue adaptado para la industria avícola y para otras carnes de tejido blando. La carne y las partículas de hueso pasan por entre una cinta de caucho y un tambor de acero con ranuras. La carne es empujada a través de las ranuras del tambor mientras que los huesos y el tejido conectivo más duros permanecen afuera. La presión de las cintas puede ser ajustada y en algunos casos se utilizan rodillos de presión para garantizar la distribución uniforme del tejido en la cinta (Fiel, 1988). Este es un método de separación suave y normalmente produce tejido con mayor integridad estructural que los otros dos métodos.
- b. Un sistema de tornillo giratorio** que se asemeja al interior de un triturador de carne convencional. Primero, los huesos y las carcasa restantes son empujadas a través de un cortador de huesos para reducir el tamaño de las partículas. Luego, la mezcla se introduce en una cámara por el extremo de la cabeza de un tornillo que moviliza con presión el material (i.e., aumentando la presión a medida que se mueve el material) hacia adelante y la carne es empujada a través de los orificios de un cilindro de acero perforado que cubre el tornillo (Fig. 9.4.1). El tamaño del orificio se puede ajustar y suele ser de aproximadamente 0.5 mm. Las partículas de hueso y tejido conectivo que no atraviesan el cilindro perforado son empujadas hacia adelante y salen del otro extremo.



**Figura 9.4.1** Ilustración que revela la operación principal de un sistema de tornillo giratorio utilizado para recolectar carne mecánicamente deshuesada. (1) el tornillo empujando el material al separador, (2) Ajustes en la presión, (3) Carne saliendo después de pasar por la pantalla, (4) punto de salida de los residuos. Cortesía de Townsend.

c. Una prensa hidráulica empuja la carne y los huesos contra una placa perforada en un sistema por lotes (Fig. 9.4.2). Los huesos también pueden ser cortados antes de ser introducidos a la cámara. En el interior, el material es presionado contra una placa/superficie estacionaria con ranuras por medio de un pistón impulsado hidráulicamente que empuja el tejido blando de carne a través de las ranuras del cilindro (generalmente con un tamaño de 1.0 – 1.5 mm). Luego, se eliminan los huesos residuales y el tejido conectivo que quedan en la cámara.



**Figura 9.4.2** Ilustración que revela la operación de un equipo de prensa hidráulica para la recolección de carne mecánicamente deshuesada. El dibujo superior muestra la carne entrante, el dibujo del medio muestra la fase de compresión y recuperación de la carne, el dibujo inferior muestra la salida de residuos de hueso. Cortesía de Townsend.

Gracias a la presión que se utiliza en la separación de la carne, la textura resultante de la MDM es la de un producto molido/picado finamente (i.e., una consistencia pastosa en donde las miofibrillas están bastante fragmentadas). Bajo el microscopio, se pueden observar interrupciones en la línea-Z y distorsiones en el sarcómero. La textura pastosa es apropiada para productos de carne finamente picada como salchichas y mortadela (ver el capítulo 13). La carne también puede ser utilizada en productos de molido grueso donde la carne triturada sirve para llenar espacios y mantener una matriz cohesiva. Un ejemplo de esto es una salchicha de pavo ahumado donde pedazos gruesos de carne deshuesada a mano son incrustadas dentro de una matriz homogénea de carne finamente picada.

Durante el deshuesado mecánico se rompen las membranas celulares, y la carne se vuelve más susceptible a la oxidación lipídica a medida que se liberan enzimas. Además, la exposición al oxígeno y la pérdida de hemo y lípidos de la médula ósea aumentan la susceptibilidad de la carne a la rancidez (Froning, 1981; Field, 1988; USDA, 1994; Daros et al., 2005). El objetivo del procesador de carne es minimizar la rancidez por oxidación, y esto se logra mediante la extracción del oxígeno (envasado al vacío), la adición de vitamina E a la dieta del animal y/o la adición de antioxidantes al producto procesado.

La tasa de oxidación lipídica también se ve influenciada por la presión aplicada durante el proceso de deshuesado. Una presión alta resulta en un mayor rendimiento (Tabla 9.4.1) pero también puede aumentar el contenido de hierro hemo y la proporción de ciertos ácidos grasos insaturados en la carne. Los resultados reportados a continuación hacen referencia a un proceso de deshuesado con un sistema de tornillo con una cabeza de 10 cm, configurado con un espaciado de 1 mm. Utilizando una presión de 150 lb/in<sup>2</sup>, por poco se dobló el rendimiento, pero también aumentó el contenido de hierro por aproximadamente 70%. Se ha reportado que gran parte del aumento en el contenido de hierro es debido a un aumento en hemoglobina (Froning, 1981). Es importante tener en cuenta que el contenido de hemo también puede variar dependiendo de la edad del ave. El calcio también aumentó notablemente cuando subió la presión (Tabla 9.4.1). En muchos países, se regulan el contenido de calcio y los fragmentos de hueso (Froning, 1981; Daros et al., 2005). En Norteamérica, no se permite la presencia de más de 1% de partículas de huesos en el producto y las máquinas se deben ajustar para operar bajo estos criterios. El tamaño de la partícula de hueso también es importante porque fragmentos grandes pueden crear una textura arenosa y, más que todo, le pueden hacer daño al consumidor. Por lo tanto,

el tamaño de los fragmentos se incluye en la normativa que generalmente dictamina que el 90% de las partículas de hueso no pueden exceder 0.5 mm y ninguna partícula puede exceder 0.85 mm. Esto garantiza la eliminación de partículas que puedan causar problemas (p.ej., astillar un diente). Sin embargo, regularmente se encuentran fragmentos grandes ( $> 1$  mm) de hueso en la carne deshuesada a mano. En Norteamérica, no se permite la MDM en los alimentos de bebés, y algunos gobiernos limitan el uso de MDM en alimentos para niños (normalmente  $< 20\%$ ) por una posible ingestión excesiva de fluoruro.

La calidad microbiana de la carne es un tema importante de inocuidad porque la carne se puede deteriorar rápidamente si el producto no se maneja adecuadamente. Un factor importante que contribuye a tasas más altas de degradación microbiana es la combinación de tejidos superficiales más expuestos y contaminados con tejidos internos musculares. En general, se recomienda que la materia cruda (espalda, cuello, carcasa) se enfrié a una temperatura de  $4^{\circ}\text{C}$  o menos dentro de una hora después de la operación del deshuesado manual. Según el USDA, estos productos deben ser congelados a  $-18^{\circ}\text{C}$  si no se utilizan dentro de 72 horas. La carne recuperada debe ser utilizada dentro de las 24 horas de ser separada; de lo contrario se debería congelar. Durante el proceso del deshuesado mecánico, la temperatura aumenta debido a la fricción dentro de la cámara de deshuesado (p.ej.,  $1\text{-}6^{\circ}\text{C}$  durante la triturada y  $5\text{-}7^{\circ}\text{C}$  durante el deshuesado). Para minimizar el crecimiento microbiano, se requiere un enfriamiento efectivo durante y después del proceso de deshuesado. El enfriamiento normalmente se realiza mediante una refrigeración mecánica o agentes criogénicos como la nieve carbónica o el nitrógeno líquido. Los agentes criogénicos se pueden agregar al producto o pueden ser pulverizados encima del producto; sin embargo, existen registros que sugieren que el  $\text{CO}_2$  contribuye a la oxidación lipídica (i.e., debido a una disminución en el pH), especialmente si la carne se congela durante más de seis meses.

**Tabla 9.4.1** Efecto de la presión del cabezal de deshuesado en la composición química y el rendimiento de pechugas “roaster” enteras mecánicamente deshuesadas (con hueso y piel) vs. la composición de carne obtenida mediante un deshuesado manual. Adaptado de Barbut et al. (1989).

Pressure (lb/in <sup>2</sup> )	Moisture (%)	Protein (%)	Fat (%)	Ash (%)	Calcium (ppm)	Iron (ppm)	Palmetic <sup>a</sup> (%)	Yield (%)
<b>Mechanically deboned</b>								
40	69.82 <sup>b</sup>	20.65 <sup>b</sup>	8.13 <sup>b</sup>	1.05 <sup>cd</sup>	582 <sup>c</sup>	10.00 <sup>c</sup>	23.0 <sup>bc</sup>	45
75	70.37 <sup>b</sup>	20.76 <sup>b</sup>	7.88 <sup>b</sup>	1.04 <sup>cd</sup>	534 <sup>c</sup>	11.70 <sup>c</sup>	22.8 <sup>bc</sup>	44
120	70.28 <sup>b</sup>	20.10 <sup>b</sup>	8.47 <sup>b</sup>	1.12 <sup>bc</sup>	568 <sup>c</sup>	10.60 <sup>c</sup>	24.7 <sup>bc</sup>	42
150	71.05 <sup>b</sup>	20.68 <sup>b</sup>	6.78 <sup>c</sup>	1.23 <sup>b</sup>	764 <sup>b</sup>	17.85 <sup>b</sup>	27.3 <sup>b</sup>	82
<b>Hand deboned</b>								
	73.20 <sup>c</sup>	23.67 <sup>c</sup>	3.10 <sup>d</sup>	0.94 <sup>d</sup>	164 <sup>d</sup>	6.25 <sup>d</sup>	20.1 <sup>c</sup>	—

<sup>a</sup>Percent of total fatty acids.

<sup>b-d</sup>Means in the same column with different superscripts are significantly different ( $P<0.05$ ).

La carne mecánicamente deshuesada comúnmente se comercializa según su contenido de grasa y proteína. El contenido de grasa en la MDM cruda es determinado por la materia cruda utilizada (p.ej., con o sin piel). En Estados Unidos, por ejemplo, la carne se vende bajo dos categorías principales. La primera tiene un límite máximo de grasa de 30% y un contenido proteico mínimo de 14%, mientras que la segunda categoría no tiene límites de grasa o proteína.

Durante los últimos años, la industria se ha esforzado por crear MDM con una textura más parecida a la carne. La conservación de la textura se puede lograr mediante máquinas que causen menos daño celular y dejen intacta la mayor parte de la estructura muscular. La industria también está experimentando con el desarrollo de productos similares al surimi, basándose en la tecnología antigua japonesa que se refiere al lavado de pescado triturado (Dawson et al., 1989; Daros et al., 2005). El proceso de lavado tiene como objetivo la remoción de enzimas, grasa y hemo de las proteínas miofibrilares. Los productos finales suelen ser más blancos y tienen mejores propiedades de gelificación y unión. En la industria pesquera, la carne picada y lavada se utiliza para hacer productos tipo surimi (p.ej., imitaciones de camarón y palitos de cangrejo). En estos casos, la materia cruda inicial no es adecuada para el consumo humano (p.ej., pequeños peces, alto contenido de huesos finos). Después del eviscerado, el pescado es deshuesado mecánicamente, lavado y procesado de una manera específica para formar una textura parecida al músculo (es decir, extruido en forma de hilos que luego son torcidos para formar una estructura similar a una cuerda).

Dawson et al., (1989) estudiaron el proceso de lavado de la carne de aves deshuesada e investigaron la aplicación de diferentes soluciones de lavado (p.ej., agua de la llave, buffer de fosfato, cloruro de sodio 0.1 M y bicarbonato de sodio en 0.5%). El bicarbonato de sodio fue el más efectivo removiendo proteínas hemo y aumentando la claridad de la carne lavada. Se encontró que la carne lavada tenía muy buenas propiedades de gelificación y que tenía un color muy claro parecido a la carne blanca.

## 9.5 Composición de la carne

La carne se ha consumido como parte de la dieta humana durante miles de años. Es una fuente importante de proteína de alta calidad, vitamina B y minerales, ya sea carne de aves, res, cerdo, pescado o insectos. La carne de aves de corral es de relativamente bajo costo (p.ej., en comparación con otras carnes rojas) y es una buena fuente de carne magra, por lo tanto, su consumo ha aumentado significativamente alrededor del mundo (ver el capítulo 2). En general, la contribución de carne avícola a la dieta de una persona depende de la cultura, la disponibilidad y el valor nutricional. La Tabla 9.5.1 muestra la composición de la carne de diferentes especies de aves de corral. La carne de pavo suele tener menos grasa que la de pollo, mientras que la carne de ganso y pato tienen mayor contenido de grasa. La presencia de la piel en un corte de carne avícola aumenta el contenido de grasa de la porción porque la piel incluye grasa subcutánea (debajo de la piel). A medida que aumenta el contenido de grasa, disminuye el contenido de humedad (Tabla 9.5.1). Por lo tanto, se dice que existe una relación inversa entre la humedad y la grasa. El contenido proteico, sin embargo, no es afectado por cambios en el contenido de grasa. Más grasa también representa un valor calórico más alto, pero, en comparación con las carnes rojas, la carne de aves se considera una carne magra. Otra diferencia importante es que la grasa en carne de aves es menos saturada que la de res y cerdo (Tabla 9.5.2) y, por lo tanto, tiene una imagen más saludable. Un bajo grado de saturación también resulta en un punto de fusión más bajo en la grasa (Tabla 9.5.2), lo cual afecta la estabilidad de la grasa frente a la oxidación lipídica (i.e., un mayor grado de insaturación resulta en grasa menos estable) y la temperatura de picado en la preparación de una emulsión (ver el capítulo 13). En general, los consumidores de carne de aves obtienen un producto muy magro al remover la piel porque, a diferencia de los animales de carnes rojas, gran parte de la grasa se deposita subcutáneamente en lugar de intramuscularmente, y no hay grasa infiltrada (marmoleo) en filetes de pechuga de pollo.

**Tabla 9.5.1** Valor composicional y nutricional de diferentes carnes crudas de aves de corral. De USDA (2011). (Chicken = Pollo; Turkey = Pavo; Duck = Pato; Goose = Ganso; Quail = Codorniz; Pheasant = Faisán; Pigeon = Paloma)

Source of Meat			Water %	Protein %	Fat %	Calcium (mg)	Iron (mg)	Calories (kcal)
Species	Meat	Skin						
Chicken	White	+	68.6	20.3	11.1	0.86	0.8	186
		–	74.9	23.2	1.6	0.98	0.7	114
	Dark	+	65.4	16.7	18.3	0.76	1.0	237
		–	75.9	20.1	4.3	0.94	1.0	125
Turkey	White	+	69.8	21.6	7.4	0.90	1.2	159
	White	–	73.8	23.5	1.6	1.00	1.2	115
	Dark	+	71.1	18.9	8.8	0.86	1.7	160
	Dark	–	74.5	20.1	4.4	0.93	1.7	125
	All	+	70.4	20.4	8.0	0.88	1.4	160
Duck	All	+	48.5	11.5	39.3	0.68	2.4	400
Goose	All	+	50.0	15.9	33.5	0.87	2.5	370
	All	–	68.3	22.7	7.1	1.10	2.5	160
Quail	All	+	69.7	19.6	12.1	0.9	3.9	192
Pheasant	All	+	67.7	22.7	9.3	1.3	1.1	180
Pigeon	All	+	48.1	15.7	20.2	1.0	–	250

Expressed on a 100 gram portion of meat with/without skin.

Las composiciones nutricionales de diferentes especies de aves de corral se pueden encontrar en la Tabla 9.5.1. Esta información se obtuvo de una base de datos muy grande desarrollada por el USDA. La base de datos contiene la información de diferentes alimentos y es revisada periódicamente (USDA, 2011). En general, la carne blanca de pollo tiene un alto contenido de proteína, 20% con piel y 23% sin piel. Cuando se remueve la piel, el contenido de grasa baja de 11% a 1.6%. La Tabla 9.5.3 proporciona datos más detallados de la composición nutricional del pollo crudo con piel, y relaciona la composición con el método de cocción. Los métodos de cocción afectan la composición nutricional de diferentes maneras. El guisado de la carne es la preparación que resulta en el contenido proteico más alto, aunque asar o freír la carne también aumenta el contenido proteico pero se pierde humedad y grasa. El guisado, que reduce pérdidas por cocción, resulta en un producto más húmedo. Sin embargo, como se discute en el capítulo 17, la desnaturalización de proteínas durante la cocción resulta en una capacidad de retención de agua más baja.

**Tabla 9.5.2** Composición de ácidos grasos de los depósitos de grasa asociados con la piel (aves de corral) y el tejido subcutáneo (carne de res y cerdo). Adaptado en parte de Aberle et al. (2001).

Fatty Acid	Formula	% Fatty Acid in Fat		
		Chicken	Beef	Pork
Palmitic <sup>a</sup>	C16:0	26	27	28
Stearic <sup>a</sup>	C18:0	7	21	12
Palmitoleic	C16:1 (9c)	7	2	3
Oleic	C18:1 (9c)	20	42	47
Linoleic	C18:2 (9c, 12c)	21	2	6
Linolenic	C18:3 (9c, 12c, 15c)	—	0.5	0.7
Arachidonic	C20:4 (5c, 8c, 11c, 14c)	0.6	0.4	0.8
% Saturated		33	54	42
% Unsaturated		67	46	58

<sup>a</sup>Examples of unsaturated fatty acids. (Note: the other fatty acids are unsaturated; only major fatty acids are listed in the table).

Freír el producto después de que haya sido rebozado y empanado (22% recubrimiento en el ejemplo de la Tabla 9.5.3), aumenta el contenido de carbohidratos de 0 a 9.5%, el contenido total de grasa de 11-17% y la proporción de ácidos grasos saturados. El nivel de colesterol permanece igual al de la carne asada porque el aceite vegetal utilizado para freír no contiene colesterol. Freír la carne a alta temperatura puede reducir el contenido de vitaminas sensibles al calor como el ácido ascórbico. Como se puede ver en la Tabla 9.5.4, el rendimiento también es afectado por el método de cocción. Variaciones dentro del mismo método de cocción también surgen dependiendo de la temperatura de cocción, el tiempo, tratamientos previos (p.ej., marinado) y el procesado anterior (p.ej. congelación, enfriado).

La composición de la carne de diferentes especies avícolas puede variar dependiendo del tamaño del ave, la raza, el alimento, etc. La composición de carne de pavo (Tabla 9.5.1) es similar a la de la carne de pollos de engorde pero los pavos son más grandes, producen más carne, y la proporción de piel a carne es menor (i.e., proporcionalmente, hay menos piel por masa de carne magra). Esto se puede observar al comparar la carne blanca de pavo (7.0% grasa) y la carne blanca de pollo (11.0%) con piel. Lo mismo aplica para la carne oscura. La Tabla 9.5.4 también muestra el rendimiento promedio de pavos y pavas jóvenes, que suele ser mayor que el rendimiento de pollos porque la proporción entre hueso y carne es menor en un pavo grande.

**Tabla 9.5.3** Efecto de tres métodos de cocción diferentes en la composición nutricional de la carne blanca de pollo con piel. De USDA (2011). <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/>

Nutrients and Units		Mean Values in 100 Grams, Edible Portion			
		Raw	Fried	Roasted	Stewed
<b>Proximate:</b>					
Water	g	68.6	49.4	62.51	53.01
Food energy	kcal	186	289	190	285
Protein (N X 6.25)	g	20.27	22.55	20.37	26.88
Total lipid (fat)	g	11.07	17.35	11.38	18.87
Carbohydrate, total	g	0	9.5	0	0
<b>Minerals:</b>					
Calcium	mg	11	18	10	11
Iron	mg	0.79	1.26	1.07	1.16
Magnesium	mg	23	18	17	17
Phosphorus	mg	163	132	155	153
Potassium	mg	204	157	180	155
Sodium	mg	65	250	75	62
Zinc	mg	0.93	1.46	1.23	1.50
<b>Vitamins:</b>					
Thiamin	mg	0.059	0.98	0.05	0.080
Riboflavin	mg	0.086	0.161	0.120	0.200
Niacin	mg	8.908	5.987	6.305	4.928
Vitamin B6	mg	0.48	0.264	0.29	0.212
Folacin	mcg	4	21	4	4
Vitamin B12	mcg	0.34	0.24	0.23	0.2
Vitamin A	IU	99	79	71	33
<b>Lipids:</b>					
Saturated, total	g	3.91	4.00	3.20	4.34
12:0	g	0.01	0.01	0.01	0.01
14:0	g	0.09	0.09	0.09	0.08
16:0	g	2.33	2.76	2.25	2.07
18:0	g	0.63	1.2	0.62	0.56
Monounsaturated, total	g	4.52	6.02	4.59	6.11
16:1	g	0.6	0.45	0.57	0.53
18:0	g	3.74	5.79	3.51	3.23
20:1	g	0.12	0.09	0.12	0.11
		2.34	3.48	2.48	3.59

Nutrients and Units	Mean Values in 100 Grams, Edible Portion				
	Raw	Fried	Roasted	Stewed	
Polyunsaturated, total					
18:2	g	2.07	3.24	1.98	1.83
18:3	g	0.10	0.18	0.09	0.08
18:4	g	—	—	—	—
20:4	g	0.06	0.07	0.09	0.08
20:5	g	0.01	0.01	0.01	0.01
22:5	g	0.01	0.01	0.02	0.02
22:6	g	0.02	0.02	0.03	0.03
Cholesterol	mg	67	84	84	74
Amino Acids:					
Tryptophan	g	0.227	0.268	0.326	0.294
Threonine	g	0.839	0.963	1.202	1.084
Isoleucine	g	1.015	1.171	1.458	1.316
Leucine	g	1.477	1.723	2.119	1.91
Lysine	g	1.654	1.841	2.374	2.142
Methionine	g	0.541	0.616	0.776	0.699
Cystine	g	0.27	0.326	0.385	0.347
Phenylalanine	g	0.788	0.938	1.13	1.019
Tyrosine	g	0.655	0.762	0.94	0.848
Valine	g	0.985	1.147	1.412	1.273
Arginine	g	1.268	1.445	1.811	1.629
Histidine	g	0.597	0.682	0.858	0.774
Alanine	g	1.177	1.334	1.679	1.509
Aspartic acid	g	1.807	2.04	2.587	2.33
Glutamic acid	g	2.967	3.75	4.254	3.835
Glycine	g	1.291	1.466	1.823	1.629
Proline	g	0.973	1.238	1.381	1.238
Serine	g	0.714	0.869	1.021	0.919

La carne de pato (Tabla 9.5.1) tiene mayor contenido de grasa que la carne de pavos y pollos de engorde, en parte porque los patos son aves migratorias que acumulan grasa y requieren más aislante térmico en el ambiente que habitan (es decir, agua). El contenido de hierro (i.e., pigmento hemo) también es mayor, y es por esto que la carne tiene una apariencia más oscura. Esto se explica por la proporción alta de fibras rojas en el músculo pectoral de patos silvestres que proporcionan resistencia durante vuelos de largas distancias (ver el capítulo 3); sin embargo, en los

patos domésticos, el contenido de grasa puede ser alto, especialmente si se deja la piel.

**Tabla 9.5.4** Rendimiento de cocción para carne avícola cocinada bajo diferentes condiciones.

Product	Cooking Method	Meat	Part <sup>a</sup> with Bone	Meat <sup>b</sup> Only	Meat <sup>c</sup> and Skin
<i>Chicken</i> Broiler	Roasted	all	66	77	65
		light	68	73	68
		dark	64	75	63
	Stewed	all	75	79	73
		light	78	80	77
		dark	73	78	69
<i>Turkey</i> Young hen	Roasted	all	73	77	74
		light	76	81	78
		dark	70	72	70
	Young tom	all	72	72	71
		light	73	76	73
		dark	70	67	67

<sup>a</sup>As % of raw part with bone.  
<sup>b</sup>As % of raw meat without skin.  
<sup>c</sup>As % of raw meat, skin and separable fat.

También es importante tener en cuenta que la dieta de aves monogástricas puede afectar la composición de la carne. El tipo de alimento afecta particularmente el contenido y la composición de grasa. En general, se ha demostrado que las dietas de alto valor energético y bajas en proteína aumentan la grasa de la carcasa. También es posible modificar el perfil de ácidos grasos en la carne de aves manipulando la fuente de grasa en la dieta (Yau et al., 1991). En la última década ha aumentado el interés en la producción de carne con un buen perfil nutricional, lo cual ha resultado en estudios que evalúan el efecto de la incorporación de grasas insaturadas, particularmente ácidos grasos omega-3, en el pienso animal. Se ha reportado que estos ácidos grasos aportan a la prevención de enfermedades vasculares y algunos trastornos inmunológicos y que son importantes en el desarrollo neural temprano. La linaza y el aceite de pescado Menhaden son ingredientes utilizados para aumentar el contenido de ácidos grasos omega-3 en la carne.

de pollo; sin embargo, incluir linaza en el alimento del pollo aumenta los depósitos de ácido  $\alpha$ -linolénico, mientras que el aceite de pescado si afecta los niveles de ácidos grasos omega-3. Cualquier depósito de ácidos grasos omega-3 suele ser proporcional a su concentración en la dieta, aunque su incorporación en la carne avícola es un proceso gradual. Gonzales-Esquerra y Leeson (2000) han demostrado que el ácido  $\alpha$ -linolénico se depositaba más en la carne oscura, y que los ácidos grasos omega-3 de cadenas largas se depositaban más en la carne blanca. La calidad sensorial de la carne de pechuga no se veía afectada en aves que consumían 100g/kg de linaza durante 14 días (tratamiento a), 7.5 g/kg de aceite de pescado durante 14 días (tratamiento b) o 100 g/kg de linaza + 0.75 g/kg de aceite de pescado durante 7 días (tratamiento c). La calidad sensorial de la carne de contramuslo disminuyó en los tratamientos b y c, lo cual sugiere que los niveles excesivos pueden disminuir la aceptabilidad sensorial. El consumo de linaza y aceite de pescado Menhaden por parte de las aves 7 días antes del sacrificio resultaba en un enriquecimiento significativo de ácidos grasos omega-3, según las concentraciones en la dieta. En general, el ácido  $\alpha$ -linolénico y los ácidos grasos de cadenas largas se depositaban en la carne oscura y blanca, respectivamente, lo cual puede afectar la calidad sensorial de las porciones de forma diferente. Esto es una diferencia importante de la carne de vacas donde el pienso se fermenta más en el estómago y la modificación del perfil de ácidos grasos es más difícil.

## Referencias

- Arberle, D.E., J.C. Forrest and D.E., Gerrard. 2001. Principles of Meat Science. Kendall/Hunt Pub. Debuque, IA.
- CFIA. 2012. Poultry Meat Cuts Manual. Canadian Food Inspection Agency. <http://www.inspection.gc.ca/food/meat-and-poultry-products/packaging-and-labelling/meat-cuts-manual/poultry/eng/1348762157481/1348762229867#vm>. Accessed January 2014.
- Barbut, S., H.H. Draper and P.P. Cole. 1989. Effect of mechanical deboner head pressure on lipid oxidation in poultry meat. *J. Food Protection* 52:21.
- Daros, F.G., M.L., Masson and S.C. Amico. 2005. The influence of the addition of mechanically deboned poultry meat on the rheological properties of sausage. *J. Food Eng.* 68:185.
- Dawson, P.L., B.W. Sheldon and H.R. Ball, Jr. 1989. A pilot-plant washing procedure to remove fat and color components from mechanically deboned chicken meat. *Poultry Sci.* 68:749.
- Field, R.A. 1988. Mechanically separated meat, poultry and fish. In: *Advances in Meat Research*, Vol. 5. Elsevier Applied Science, New York, NY.
- Froning, G.W. 1981. Mechanical deboning of poultry and fish. In: *Advances in Food Research*, Vol. 5. Academic Press, New York, NY.
- Gonzalez-Esquerra, R. and S. Leeson. 2000. Effects of menhaden oil and flaxseed in broiler diet on sensory quality of lipid composition of poultry meat. *British Poultry Sci.* 41:481.
- Swatland, H. J. 1994. *Structure and Development of Meat Animals and Poultry*. Technomic Publishing Co., Inc., Lancaster, PA.
- USDA. 2014. Classes, Standards and Grades for Poultry #70.220. United States Dept. of Agriculture, Washington, DC. <http://www.fsis.usda.gov/OPPDE/rdad/FRPubs/99-017P.htm>. Accessed February 2014.

- USDA. 2011. National Nutrient Database for Standard Reference Release 27. United States Department of Agriculture. Washington, DC. <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/>. Accessed November 2014.
- USDA. 1994. Meat Produced by Advance Meat/Bone Separation Machinery and Meat Recovery Systems. Fed. Reg. 59:62551. United States Dept. of Agriculture, Washington, DC.
- Yau, J.C., J.H. Denton, C.A. Bailey and A.R. Sams. 1991. Customizing the fatty acid content of broiler tissue. *Poultry Sci.* 70:167