



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

MANUAL DE PROCESAMIENTO DE AVES

TRABAJO FINAL ESCRITO DE LA PRÁCTICA
PROFESIONAL SUPERVISADA EN EL
EXTRANJERO EN LA MODALIDAD DE
PRODUCCIÓN AVÍCOLA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :

CLAUDIA SOLÍS RIVERA

ASESORA: MVZ PhD MARÍA DEL PILAR CASTAÑEDA SERRANO

MÉXICO, D.F.

2005



m343686



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*A Goyo, simplemente
porque sí...*

DEDICATORIA

-A ti mami y a ti papi, por no mostrarme el camino sino enseñarme a construirlo, por su eterno amor y confianza, por luchar siempre, por la vida y porque este logro no podría ser mío sin ser antes suyo.

-A mis hermanas, por ser confidentes y amigas. A ti Gaby, por demostrarme que la felicidad sólo radica en nuestro corazón, por considerarme tu pequeña hermana y confiar en mí como la persona adulta, por tu cariño y apoyo. A ti Ise, por que sin darte cuenta te convertiste en un fuerte pilar de la familia Solís Rivera, por tu amor, por cada momento de risa continua y por tu alma inigualable.

-A Javier, porque el amor que nos brindas es sincero, por tu soporte a toda hora y por ser parte de la familia.

-A Goyo, porque nunca me defraudaste, ni lo harás, por convertirte en un impulso para mi vida, porque te prometí algo y este es el principio de mi promesa.

-A Teodoro y Fermín, por existir.

-A todos los animales que me permitieron aprender en ellos, cada paso en adelante, a ustedes.

-A Oscar A. Ballesteros Castelazo, por permitirme descubrir tan genuino sentimiento a tu lado, por cada respiro y cada mirada, por tu comprensión y apoyo, por el tiempo compartido y el no compartido, por mantener sujeta mi mano y prometer jamás soltarla. Te amo Oscar.

AGRADECIMIENTOS

-A la UNAM y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por darme toda su esencia y conocimiento, por ser mi sueño hecho realidad y porque fue inevitable dejar parte de mi alma entre sus pasillos.

-A la Universidad de Arkansas y a las empresas Tyson, Cargill y Simmon's por permitirme realizar mis prácticas profesionales en sus instalaciones. A toda la gente que me apoyó en Arkansas, mi verdadero y eterno agradecimiento, especialmente a Stacy Higgins.

-A la Dra. Cristina Escalante y a la DGEP, por su enorme apoyo para la realización de mi PPS en Arkansas.

-A mis amigos Nancy, Alejandro, Vianca, Ephraim, Estelí, Luis Miguel, Brillit, Juan Carlos y Heidi, porque cada momento compartido con ustedes, merece ser recordado.

-A la familia Ballesteros Castelazo, por todo su apoyo y aprecio.

-Al Dr. José Juan Martínez Maya, por su comprensión y ayuda, por ser el tutor que muchos desearían como padre.

-Al Dr. Marco A. Vega López y al Dr. Germán Borbolla, por creer al principio y confiar en mí hasta el final.

-Al Dr. Alberto Delgado, por brindarme sus conocimientos sin recelo alguno y por siempre desearme lo mejor.

-A la Dra. Pilar por sus enseñanzas, su tiempo, y por recordarme que lo que realmente vale, nunca lo debemos dejar ir; a mis sinodales y a los departamentos de aves (por enseñarme a callar, pero no a dejar de creer) y porcinos.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
PROCEDIMIENTO	
Retiro de alimento antes del sacrificio.....	4
Captura, embarque y transportación de aves.....	8
Espera en andén descarga y colgado.....	14
Insensibilización.....	18
Sacrificio.....	22
Escaldado.....	24
Retiro de plumas.....	27
Eviscerado.....	32
Enfriamiento.....	41
HAACP en la planta de procesamiento.....	43
Procesamiento secundario.....	48
Disposición y tratamiento de desechos.....	52
ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	56
LITERATURA CITADA.....	61

RESUMEN

SOLÍS RIVERA CLAUDIA. Manual de procesamiento de aves (bajo la dirección de la MVZ, PhD. María del Pilar Castañeda Serrano).

El procesamiento de aves en México es una serie de pasos interrelacionados, que comprenden desde el manejo de las aves previo a su procesamiento hasta el control de la calidad de la carne, los cuales adecuadamente llevados a cabo representan un trato humanitario a las aves antes de su sacrificio, así como el aseguramiento de la calidad y sanidad de los productos finales (canales). Este manual busca principalmente dar a conocer los pasos del procesamiento primario de las aves, para que futuros profesionistas Médicos Veterinarios Zootecnistas, adquieran los conocimientos básicos necesarios para este importante campo de trabajo, el cual se encuentra en desarrollo, por lo que requiere de profesionistas preparados en esta área.

INTRODUCCIÓN:

El procesamiento de aves es una combinación compleja de química, biología, ingeniería, mercadotecnia y economía.¹ Se refiere a todos los pasos posteriores a la finalización de las aves para su consumo y se divide en procesamiento primario y secundario.

El procesamiento primario comprende la conversión de las aves a canales completas, mientras que el procesamiento secundario incluye todos los procedimientos o pasos para desarrollar productos de carne de ave que sean más rápidos y sencillos de preparar para el consumidor, conocidos como productos con valor agregado.

El procesamiento primario está formado de etapas que son relativamente estándares en toda la industria, las cuales se mencionan a continuación:²

1. Retiro de alimento o período de ayuno
2. Captura, embarque y transportación
3. Espera en andén, descarga y colgado
4. Insensibilización (aturdido)
5. Sacrificio
6. Escaldado
7. Remoción de plumas (desplumado)
8. Eviscerado
9. Enfriamiento

Debido a que en México la principal demanda de pollo es en canales con un procesamiento primario (70%), del cual tan sólo aproximadamente 44% estamos seguros siguen todos los pasos antes indicados, este manual estará principalmente enfocado a este tipo de procesamiento.³

PROEDIMIENTO:

1. Retiro de alimento antes del sacrificio (Período de ayuno).

El objetivo del retiro de alimento o período de ayuno es reducir la incidencia de contaminación de canales, los consecuentes problemas de salud en los humanos por consumo de carne contaminada y de baja eficiencia en la línea de procesamiento.⁴

Este retiro de alimento en las aves de engorda anterior al sacrificio, representa un período de tiempo que permite el vaciamiento del tracto digestivo reduciendo el riesgo de contaminación de la canal durante el procesamiento de la misma. Un adecuado tiempo de ayuno, debe proveer un buen vaciamiento del tracto digestivo sin afectar extremadamente el rendimiento de la canal.⁵ Muchos son los factores a tomar en cuenta, pero el tiempo generalmente utilizado es de 8 a 12 horas, mismas horas en que las parvadas se encontrarán sin consumir alimento alguno.⁶

Tomando en cuenta que las aves destinadas a sacrificio serán transportadas de las granjas a plantas de procesamiento, es de suponerse que habrá una deposición de excretas en las jaulas o módulos utilizados para este fin, por lo que la piel y las plumas de las aves pueden presentar excretas, siendo un factor para la contaminación bacteriana de la canal. Otra fuente de contaminación es la relacionada con la ruptura del tracto digestivo durante la evisceración, ya sea mecánica o manual (Figura 1,2 y 3).

Las canales contaminadas son reprocesadas (lavado con agua clorinada, recorte y en algunas ocasiones aspirado), lo que causa una reducción en la eficiencia de la planta de procesamiento (2).

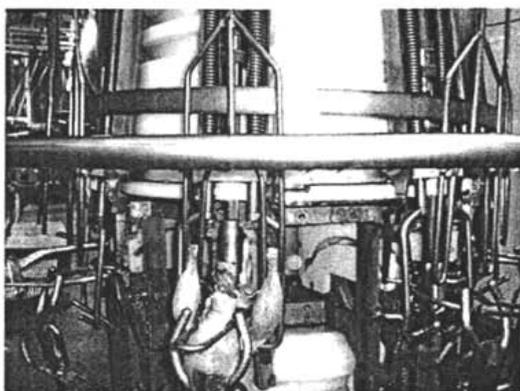


Figura 1. Momento de corte a nivel cloaca en una evisceradora automática.

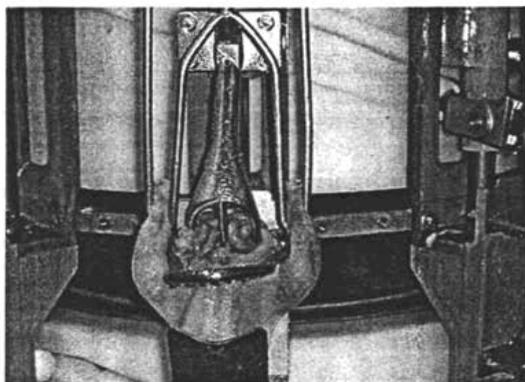


Figura 2. Momento de evisceración automática



Figura 3. Momento de evisceración manual

El tiempo transcurrido tendrá consecuencias sobre la calidad de la canal y el peso final; se ha demostrado que el ave pierde de un 0.25 a un 0.35% de su peso total por cada hora de ayuno.^{7,4} Es siempre importante considerar el lapso de tiempo durante el cual los comederos son retirados y los animales serán capturados, transportados y tendrán que esperar en la planta antes de ser procesados; así como, el tiempo que transcurrirá desde que la primer ave de la parvada es procesada, hasta la última (para este fin, es necesario, el conocimiento de la velocidad y capacidad de las líneas de sacrificio), dichos tiempos deben ser incluidos dentro del tiempo total calculado para retiro de alimento antes del sacrificio.⁷

A continuación se presenta el Cuadro 1 con las alteraciones en las canales y consecuentes problemáticas en la planta de procesamiento a consecuencia del uso de mayor o menor tiempo de ayuno:

Cuadro 1. Problemáticas en planta de procesamiento por tiempos de ayuno largos.^{4,5,7,8}

Tiempo de ayuno	Alteración en la canal	Problemática en planta de procesamiento
Mayor tiempo de ayuno (> 12 horas)	Fragilidad de las paredes intestinales	El tiempo excesivo de ayuno en las aves causa un deterioro en las condiciones de las vísceras, principalmente debido a la producción de gases por la fermentación excesiva producida por las bacterias, lo cual puede incrementar la

		probabilidad de contaminación debido a un mayor porcentaje de rupturas del tracto digestivo durante la evisceración.
Mayor tiempo de ayuno (> 12 horas)	Aumento de tamaño de la vesícula biliar	Existe una mayor probabilidad de ruptura de la misma durante el procesamiento. Además la bilis puede salir hacia el intestino y en algunas ocasiones dirigirse a la molleja, causando una coloración verde en ésta, o inclusive manchar la canal.
Mayor tiempo de ayuno (> 12 horas)	Contenido obscuro y pastoso en el ciego.	Dicho contenido es muy difícil de remover de aquellas canales que llegan a contaminarse con el mismo. Cabe hacer mención, que el contenido del ciego representa un peligro inminente de contaminación bacteriana, especialmente con <i>Salmonella</i> .
Mayor tiempo de ayuno (> 12 horas)	Decoloración del hígado	Esta decoloración, está relacionada con el descenso de glucógeno en el hígado. Puede ocasionar rechazo del producto por parte del cliente.

Menor tiempo de ayuno(< 8 horas)	Mayor cantidad de contenido en tracto digestivo	Causa que el intestino aumente de diámetro, lo cual significará problemas al momento de evisceración. Hay que tomar en cuenta que el intestino ocupa la mayor parte de la cavidad celómica en las aves y que el asa duodenal se encuentra cercana al sitio exacto donde se hace el primer corte a la altura de la cloaca, para realizar la evisceración(Figura 3).
----------------------------------	---	--

Como se mencionó anteriormente, un plan efectivo de retiro de alimento para las aves que serán procesadas, tendrá que tomar en cuenta muchos factores. Se debe recordar que el tiempo que el alimento permanece en el tracto digestivo está influenciado por la temperatura, la luz y el estrés. Por lo que se busca que los animales se mantengan a una temperatura templada, de preferencia con luz permanente para asegurar el rápido paso del alimento por el tracto digestivo y sin estrés innecesario durante el tiempo de dietado.⁶

2. Captura, embarque y transportación de aves.

Usualmente las aves que se dirigen a rastro son transportadas en jaulas de plástico (7-10 aves por jaula según su tamaño y la época del año) (Figura 4). Las aves son capturadas y colocadas en estas jaulas por una cuadrilla de 7 a 10 personas, cada una trabajando a un ritmo de 1000 aves por hora.

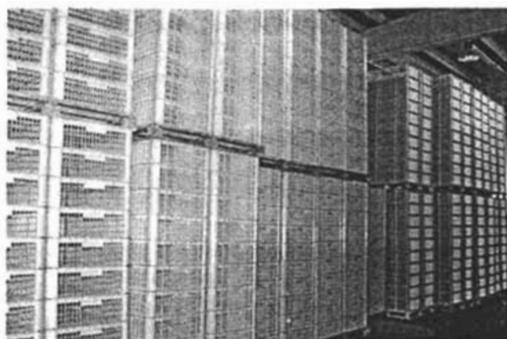


Figura 4. Jaulas de plástico utilizadas para transportación.

Existen varias técnicas utilizadas por las cuadrillas de trabajadores para capturar e introducir a las aves en las jaulas, la más común es aquella donde cada persona toma en una sola mano de 5 a 7 aves a través de una sola extremidad según el peso de las aves, la habilidad de la persona y la época del año (Figura 5).



Figura 5. Técnica de captura comúnmente utilizada para aves que serán transportadas a rastro.

En algunos países de Norteamérica y Europa se han dado a la tarea de cambiar sus métodos por aquellos de tipo mecánico ante los continuos daños causados a las aves durante este tipo de captura, la mala calidad del producto final, así

como la aparición de normas de bienestar animal, las malas condiciones de trabajo para las cuadrillas y los altos costos de mano de obra.¹ Los posibles beneficios y ventajas de estos métodos consisten en costos menores por mano de obra, menos estrés y daños en los animales al momento de la captura y mejores condiciones de trabajo para las cuadrillas. Estudios indican que una empresa puede ahorrarse hasta un 60% en mano de obra con el uso de sistemas mecanizados, básicamente porque un grupo de 3 a 4 personas sustituiría a aquellas 7 a 10 que se utilizan en sistemas manuales.⁹ La desventaja de este método es la inversión en el equipo.

El estrés durante la captura puede causar problemas en la calidad de la carne (ej. carne pálida, suave y exudativa), éste se ha medido por medio de la velocidad del latido del corazón de las aves capturadas; estas medidas han arrojado la conclusión de que las aves se excitan de igual manera ante la captura ya sea mecánica o manual, pero que sus latidos cardiacos regresan a parámetros normales más rápido después de una captura mecánica.¹⁰

Independientemente del método de captura utilizado, las aves estarán sometidas a estrés y a posibles daños. Estos daños corresponden típicamente a hematomas y huesos dislocados o rotos (Figura 6).⁷ Un hematoma, resulta de una ruptura de vasos sanguíneos debida a un impacto.¹

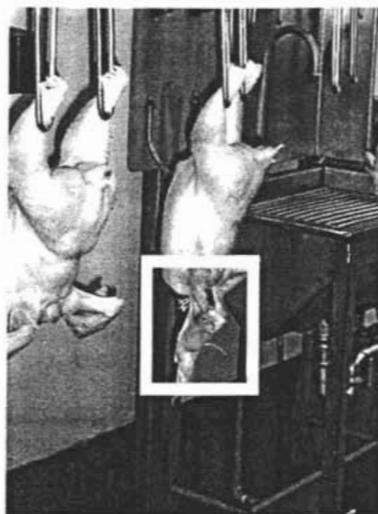


Figura 6. Hueso dislocado.

Durante la transportación de las aves a la planta de procesamiento, existen diversos aspectos que deben cuidarse. No podemos olvidar que muchas de las pérdidas se dan durante esta etapa, por lo tanto, los siguientes factores son de suma importancia:

-Tiempo de transportación: Se recomienda que las aves se transporten por un período máximo de 3 horas, sin embargo muchas veces esta cantidad de tiempo no se respeta dada la lejanía entre las granjas y la planta de procesamiento.

-Ventilación: Durante clima caliente se deben utilizar jaulas transportadoras que permitan un flujo de aire continuo, evitando transportar a las aves en autos o camiones cerrados. Así mismo, se debe tomar en cuenta que la sobrepoblación causa acumulación del calor corporal de las aves y dificulta su termorregulación, lo que las lleva a un estado de estrés.

-Jaulas: Deben ser cuidadosamente apiladas y aseguradas antes de comenzar el viaje, un máximo de 8 jaulas por columna es lo más frecuentemente

utilizado (Figura 7). Se recomienda limpiar y desinfectar todas las jaulas después de utilizarlas, pues éstas pueden ser una fuente de contaminación para las aves.¹¹



Figura 7. Transportación de aves a rastro.

Como se ha mencionado, la transportación junto con la captura son etapas donde es común que se presenten pérdidas. Al número de aves que mueren entre el momento que finaliza la captura y el momento del sacrificio se le denomina DOA, siglas que en inglés significan “Dead On Arrival”, es decir muerte al arribo. La literatura nos indica que el DOA puede ser de un 0.5 a un 0.57% (12); mientras que el promedio de aves que llegan a rastro con hematomas se encuentra entre un 0.022 a un 25%.¹³

El transportar animales durante 4 horas aumenta 1.81 veces el DOA.¹⁴ El tiempo que los animales tardan en llegar a la planta de procesamiento afectará su peso debido a un agotamiento metabólico en donde las reservas de glucógeno se reducen considerablemente.^{15,16}

El estrés al que estos animales son sometidos puede traer muchas consecuencias, independientemente de pérdidas de peso, hematomas o incluso muerte. Estas consecuencias pueden estar más relacionadas con la

calidad final de la canal. Dos condiciones conocidas como PSE (siglas en inglés que significan Pale, Soft and Exudative) o carne pálida suave y exudativa y DFD (siglas que en inglés significan Dark, Firm and Dry) o carne oscura, firme y seca, son resultado del estrés ya sea a corto o largo plazo, respectivamente.

La carne pálida, suave y exudativa o PSE esta más relacionada con estrés sufrido durante corto espacio de tiempo o agudo, es decir antes del sacrificio. El estrés agudo acelera el metabolismo muscular, el cual continúa de manera acelerada después de que el animal es sacrificado. Esta aceleración hace que el pH del músculo decline rápidamente mientras la temperatura aún es elevada y por consecuencia, se presenta una desnaturalización de proteínas.

En el caso de la carne DFD o carne oscura, firme

y seca, la depleción de glucógeno durante un estrés de largo término durante la vida de las aves, causa un aumento en el pH muscular *postmortem* debido a que éste previene la glucólisis por eliminación de este sustrato.¹ Aunque esta es una condición que no se ha reportado en pollo de engorda, estudios han encontrado DFD en pavos en los cuales se considera como causa de muerte la cianosis. Las aves cianóticas generalmente son decomisadas pues existe una falta de conocimiento relacionado con la calidad y seguridad de este tipo de canales. Algunos estudios reportan que la etiología de ésta puede ser cardiorespiratoria, otros sugieren que las canales de animales cianóticos son oscuras debido a una naturaleza septicémica-tóxica, mientras que existen los seguidores de la idea de que puede estar relacionada con estrés *antemortem*.¹⁷

Por todas estas razones, educar a los empleados e implementar una buena supervisión, son los métodos para evitar pérdidas, defectos y daños a la canal que afecten la calidad de la carne de ave para consumo humano (18).¹⁸

3. Espera en andén, descarga y colgado.

El área de recepción en la planta de procesamiento (Figura 8), es el espacio utilizado como zona de arribo para los vehículos que transportan a las aves (Figura 9). En ésta las aves esperan su turno para ser descargadas, por lo que debe cumplir con ciertas características que eviten estrés en los animales y les provean un ambiente de confort. Debe ser de un espacio suficiente para alojar varios tipos de transporte y contar con un techo. Lo ideal es que los vehículos ingresen por un lado de la planta y salgan por otro, después de haber sido lavados, por lo que un área de lavado debe ser incluida en la edificación de cualquier planta (Figura 8). En climas calurosos, se recomienda el uso de ventiladores e incluso nebulizadores de agua en las áreas de recepción.¹⁹ Otro aspecto importante a considerar es la humedad relativa, la cual debe permanecer por debajo de 70%.²⁰ El tiempo que las aves permanezcan en esta zona debe ser incluido en el tiempo total de retiro de alimento. Una buena planeación y programación puede evitar que las aves permanezcan demasiado tiempo en esta área, reduciendo las pérdidas, por lo que es necesaria una buena comunicación entre la granja y la planta de procesamiento.



Figura 8. Anden de espera en planta de procesamiento (observe la presencia de ventiladores). A un lado se encuentra el área de lavado para vehículos.

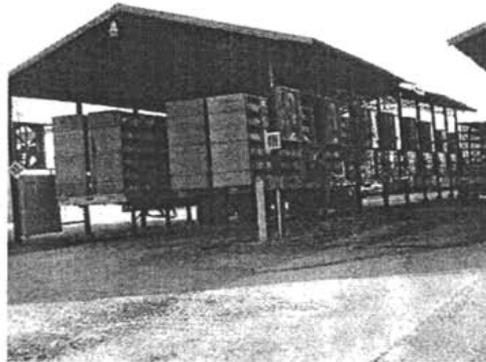


Figura 9. Vehículos en área de espera.

Una vez que la planta esté lista para iniciar el procesamiento de las aves que esperan, iniciará el trabajo de descarga. Minimizar la distancia entre el área de espera y descarga puede reducir muchos daños. La forma de descarga dependerá del sistema que maneje la planta de procesamiento y el sistema de transporte. Existen modelos semitecnificados cuando se utilizan módulos para transportar aves (Figura 6), donde un montacargas se encarga de trasladar, de uno en uno, los módulos del vehículo de transportación hasta una banda que

más adelante inclina cada uno de los módulos permitiendo que las aves caigan por gravedad a otra banda transportadora que las dirige al área de colgado (Figura 10). Existen otros sistemas manuales en los cuales, el personal se encarga de la descarga de las jaulas de plástico cercana al área de colgado; aunque en otros casos la descarga se realiza en un área separada para que las jaulas sean transportadas en una banda hacia el área de colgado.^{1,20}



Figura 10. Montacargas descargando un módulo del vehículo de transportación.

En el área de colgado los trabajadores colocan a las aves en la línea de procesamiento, la cual consiste en una cadena que transporta una serie de ganchos alineados que avanzan a una velocidad de 100 hasta 140 aves por hora, en los cuales se coloca a las aves por sus dos extremidades inferiores (Figura 11 y 12)).²

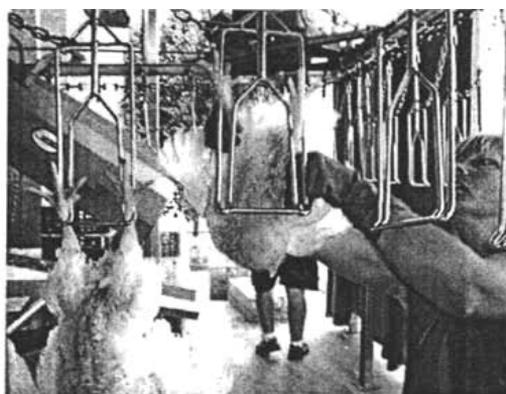


Figura 11. Colgado de aves (obsérvese las cadenas de colgado).

El área de colgado es generalmente un área oscura con luces negras, rojas o tenues, esto con el propósito de reducir la actividad de las aves, así como de disminuir el estrés en las mismas y los posibles daños por golpes.¹ Otra manera de reducir movimientos innecesarios de las aves durante el colgado, es el uso de lonas de rozamiento(Figura 12), las cuales deben tocar la pechuga del ave, brindándoles cierto grado de estabilidad y reduciendo el aleteo.²⁰

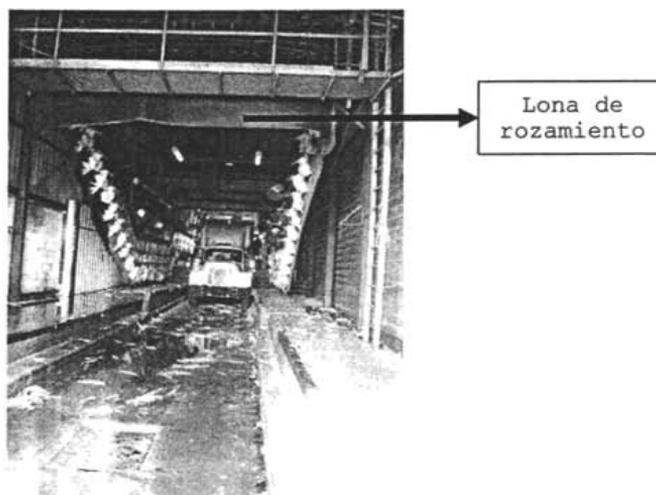


Figura 12. Zona de descarga y colgado. Observe la lona negra de rozamiento.

En esta área se tiende a acumular mucho polvo, por lo tanto, es un área donde se debe tener cuidado con la salud de los trabajadores.¹

4. Insensibilización (aturdido).

El aturdido o insensibilización fue originalmente desarrollado como un método para inmovilizar a los animales, permitiendo así una forma más sencilla de manipulación de estos. Actualmente se utiliza no sólo como método para inmovilizar a las aves, sino para provocarles insensibilidad al dolor anteriormente a su muerte por desangrado.^{21,22}

Los métodos de aturdido pueden ser clasificados en químicos, mecánicos y eléctricos. En el procesamiento comercial de las aves a nivel mundial se utiliza la insensibilización eléctrica y por gases. El aturdido eléctrico consiste en hacer pasar a través del sistema nervioso central de las aves, una corriente eléctrica por cierta cantidad de tiempo (10-12 segundos), causando una falla cerebral (estado epiléptico) y una consecuente insensibilidad al dolor.^{23,24,25,26,27}

El equipo utilizado es relativamente simple, barato y no ocupa mucho espacio, es compatible con las velocidades de las líneas de sacrificio, además de ser de fácil manipulación, operación y limpieza.²³

El diseño es similar, en la mayoría de los casos. Consiste en una tina de fibra de vidrio con agua que se coloca por debajo de la línea de ganchos que transportan a las aves suspendidas (Figura 13). La altura de la tina se puede ajustar verticalmente, permitiendo que las cabezas de las aves de diversos tamaños se sumerjan (Figura 14). Un metal electrificado se localiza en el fondo de la tina (Figura 15), el cual contiene una carga eléctrica superior que

la cadena que suspende los ganchos con las aves; la cadena se encuentra conectada a tierra.^{23,28}

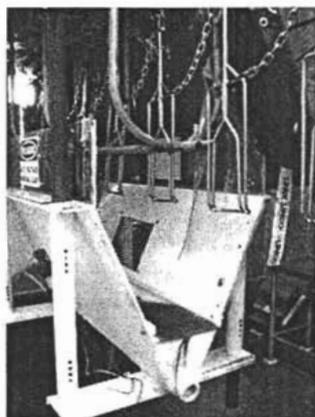


Figura 13. Tina para insensibilización (Observe las cadenas superiores en donde se cuelga a las aves.

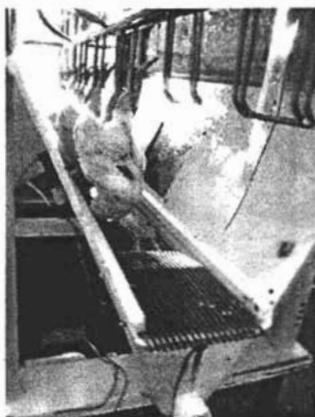


Figura 14. Aves en el aturdidor eléctrico (Observe como la cabeza de las aves se sumerge en la tina).

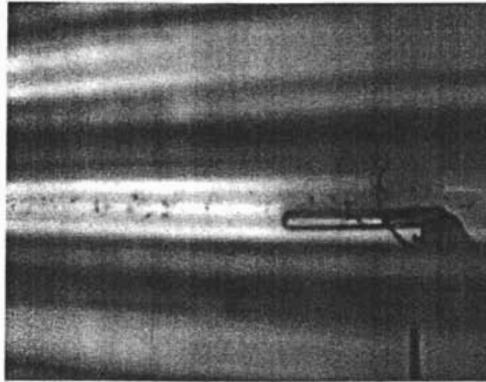


Figura 15. Metal electrificado al fondo de la tina.

El equipo utiliza de 80 a 120 volts y de 20 a 45 mAmp, dependiendo del tipo de ave a insensibilizar. La corriente debe ser suficiente para inducir un estado epiléptico.^{1,28} Esta corriente es usualmente menor que la que se requiere para causar fibrilación ventricular y subsecuentemente muerte por electrocución. La corriente puede ser suficiente para mantener inmóvil al animal pero no para causar insensibilidad al dolor.²⁹ La efectividad del aturrido eléctrico depende no sólo de variables eléctricas (corriente, voltaje, frecuencia, duración), sino también de factores biológicos relacionados con el ave (tamaño, peso, sexo, cubierta de plumas).³⁰

Para mejorar la conducción de electricidad en el agua contenida en la tina se le agrega 1% de Cloruro de sodio.¹

Si se aplica un buen insensibilizado, el ave regresa a un estado normal después de 60 ó 75 segundos de haber sido aplicada la corriente para aturdirlo. Comercialmente los cambios fisiológicos de un ave aturrida eléctricamente no pueden ser medidos, pero se puede observar la postura de las aves al salir del aturrido eléctrico para determinar si se aplicó correctamente el insensibilizado. Algunos de los cambios observables serán

cuello arqueado, ojos abiertos, piernas rígidas y extendidas, plumas del pigostilo erizadas y ausencia de defecación.²³

En Europa se utilizan voltajes más altos, que ocasionan una fibrilación ventricular y un arresto cardíaco, por lo tanto, una muerte rápida. Los Europeos, debido a sus normas de bienestar animal, prefieren sacrificar a las aves antes de que sean desangradas pues aseguran que en muchas ocasiones un aturrido eléctrico no es suficiente para causar insensibilidad. Muchos estudios se han hecho en relación a este tema, los cuales se basan en el hecho de que cada ave recibe una diferente carga eléctrica en el aturridor eléctrico, pues cada una presenta comúnmente diferente tamaño y por lo tanto diferente resistencia; pero lo cierto es que en Estados Unidos como en México, las corrientes anteriormente indicadas son aún utilizadas.^{1,23} Algunos problemas a los que se han enfrentado los europeos con la aplicación de corrientes más altas (mayores de 120 volts) son:

- Acumulación de sangre en las venas.
- Permeabilidad aumentada de los vasos sanguíneos.
- Acumulación de sangre en los vasos sanguíneos de vísceras.
- Hemorragias en alas.
- Lento desangrado.
- Hemorragias en pechuga.

Bajo condiciones comerciales, es casi imposible diferenciar daños en las canales ocurridos durante la etapa de insensibilización de otros ocurridos durante etapas anteriores como la captura, transporte, colgado o etapas

posteriores como sacrificio, pero en general se puede atribuir al proceso de insensibilización hematomas, decoloraciones, huesos rotos o dislocados, vísceras dañadas, y hemorragias en pechuga o en las puntas de las alas, todas estas generalmente asociadas con incremento de la corriente.^{25,27}

Otro método de insensibilización utilizado principalmente en Europa es el químico. En este caso se expone a las aves a gases que inducen inconciencia rápida, por alteración del pH del líquido cefalorraquídeo. Se utiliza una mezcla de gases anestésicos o anóxicos.²⁹ Este tipo de aturdimiento, se ha relacionado con una disminución de daños en las canales y una aceleración del *rigor mortis*.³¹ Otros posibles beneficios pueden ser el fácil manejo, pues las aves son colgadas después de haber sido expuestas a los gases, lo que hace más sencillo el trabajo y optimiza el ambiente de las personas encargadas del colgado.³²

Usualmente en Europa se utiliza una mezcla de CO₂ con Argón durante 2 minutos.³³ El CO₂ actúa reduciendo el pH del líquido cefalorraquídeo; el argón, en cambio, es un gas que aturde por anoxia.³⁴

5. Sacrificio.

Es importante enfatizar que el aturdimiento, corte de cuello o sacrificio y desangrado, son procesos inseparables e interrelacionados.²³

En América, la mayoría de los sacrificios de las aves se llevan a cabo cortando las arterias carótidas y yugulares. Esta técnica se efectúa mecánicamente en máquinas de sacrificio especializadas; en aquellas aves que no se realice un correcto sacrificio mecánico se hace un sacrificio manual por personal encargado de revisar el proceso. En algunas plantas de procesamiento este proceso siempre es manual.²³

Las máquinas utilizadas para el sacrificio (Figura 16), rotan la cabeza de las aves mediante un sistema de rueda para que ambos lados del cuello sean cortados por una navaja. Se debe tener cuidado de que el corte no sea demasiado profundo, pues éste puede llegar hasta la médula espinal y dificultar el desplumado.¹

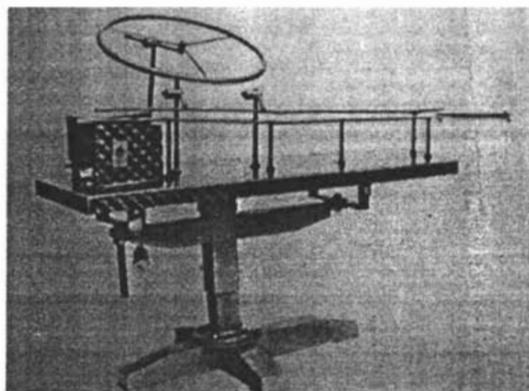


Figura 16. Máquina para sacrificio de aves.

En Europa el cuello es sólo cortado de un lado (dorsolateralmente), debido a esto se aumenta el tiempo de desangrado. Normalmente este tiempo puede extenderse de 1 minuto con 20 segundos a 3 minutos.^{1,23}

En México el sacrificio de las aves para las canales tipo mercado público, se realiza por dentro de la cavidad oral, cortando principalmente yugulares; este corte se realiza con el objetivo de evitar mal aspecto de la canal.

En un desangrado estándar, las aves pierden de 30 a 50% de su volumen total sanguíneo (4% del porcentaje total del cuerpo).^{34,35}

Algunas condiciones anormales pueden indicarnos un desangrado inadecuado, ejemplo de ellos son:

- Piel enrojecida: Esto debido a que el ave ingresó al escaldado mal desangrada y viva, y reacciona al calor con inflamación de la piel (36).

- Vaso sanguíneos de las vísceras llenos.
- Corazón, hígado y páncreas congestionados (37,38).

6. Escaldado.

El escaldado se refiere al proceso en el cual, las aves son sumergidas en agua caliente para desnaturalizar las proteínas estructurales del folículo de las plumas, lo cual causa mejor remoción de las mismas al momento del desplume (Figura 17).¹



Figura 17. Las aves son sumergidas en agua caliente.

Existen 2 tipos de escaldado:

- 1) Escaldado suave: Se realiza a una temperatura aproximada de 53°C durante 120 segundos. Éste permite la pérdida de plumas al momento del desplumado pero sin causar daño apreciable al estrato córneo (cutícula) de la epidermis, por lo que la canal no pierde pigmentación alguna y será más aceptable para el consumidor en aquellas zonas donde la pigmentación es un requisito comercial.¹
- 2) Escaldado fuerte: Se realiza a una temperatura de 62°C a 64°C durante 45 segundos. Aunque permite un retiro de pluma más sencillo, éste promueve la remoción del estrato córneo y, por lo tanto, del pigmento

en piel durante el desplumado. Este se sugiere para canales de pollo destinadas a productos con valor agregado, como por ejemplo los productos con cubierta; la remoción de la cutícula de la piel mejora la adhesión de la cubierta (harina o migajas de pan).^{1,39}

El equipo utilizado consiste en un tanque con agua caliente de baño comunitario, es decir varias aves entran en él al mismo tiempo (Figura 18).



Figura 18. Tanques de escaldado.

Para que un escaldado sea óptimo, se debe mantener durante todo el proceso la misma temperatura, esto se logra a través de un continuo movimiento del agua del tanque en forma de turbulencias (Figura 19), lo que permite además una transferencia adecuada de calor.⁴⁰

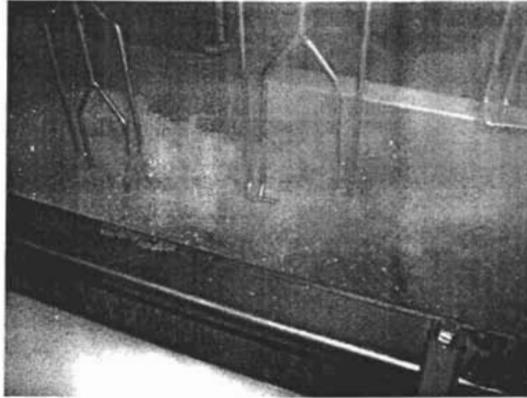


Figura. 19 Observe las burbujas formadas por la turbulencia del agua.

Si la temperatura es muy alta las canales se decolorarán debido a una pérdida de humedad, además de que disminuirá su ternura por un acortamiento de las fibras musculares.²⁰

El escaldado es una etapa en donde la canal puede contaminarse fácilmente con bacterias. Como se comentó al principio de este manual, las aves defecan durante su transportación a las plantas de procesamiento, por lo que sus plumas y piel pueden presentar excretas; el movimiento turbulento del agua permite que éstas se desprendan de la canal y contaminen el tanque.^{40,41} Si las aves entran al tanque de escaldado aún vivas, absorberán agua, contaminando así, la tráquea, esófago, pulmones, molleja, ingluvis y sacos aéreos.⁴⁰ Independientemente de esto, las canales se contaminarán al entrar a un tanque con estas características. Otro punto importante a considerar es el tiempo de desangrado, ya que siendo el escaldado un paso posterior al desangrado, las aves deberán cumplir con un tiempo ideal para permitir que éste se complete pues la sangre restante puede caer en el agua del tanque convirtiéndolo en un medio óptimo para la multiplicación de bacterias.

7. Retiro de plumas o desplumado.

El retiro de plumas o desplumado, se lleva a cabo en máquinas (Figura 21) que contienen una serie de dedos flexibles de hule, que giran en diferentes ángulos y direcciones (Figura 22).

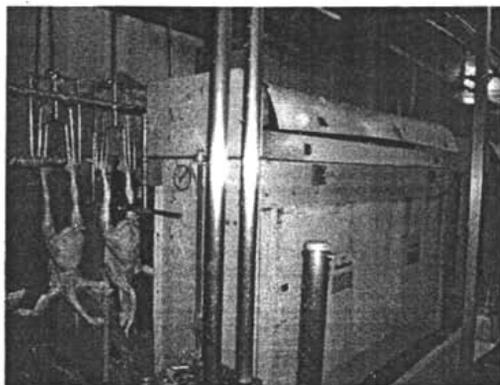


Figura 21. Máquina desplumadora.



Figura 22. Dedos de hule utilizados para desplumar.

Dichos dedos rozan la canal de forma transversal, desprendiendo las plumas de la misma.^{1,42} La canal pasa en medio de dos paredes, las cuales contienen estos dedos en discos girando (Figura 23).

Las máquinas deben encontrarse cerca del tanque de escaldado, principalmente para evitar que las canales disminuyan su temperatura. El

número de máquinas y su longitud depende de la velocidad de la línea de procesamiento; generalmente las canales que fueron sometidas a escaldado suave necesitan 50% más esfuerzo que aquellas sometidas a escaldado fuerte.

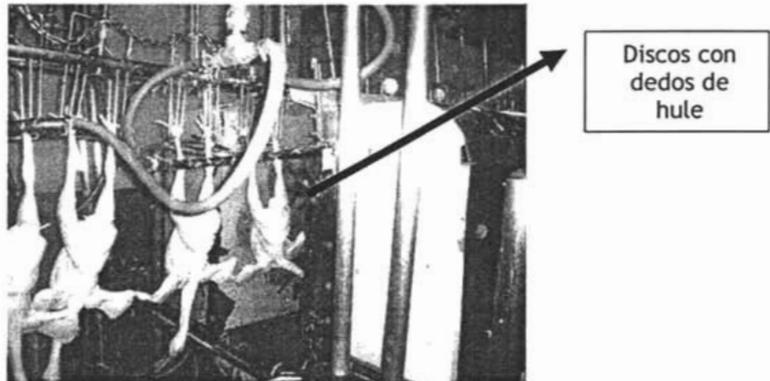


Figura 22. Disposición de dedos de hule y paso de canales.

Las máquinas para el retiro de plumas se pueden ajustar horizontalmente y verticalmente para desplumar canales de diferentes tamaños; además los discos pueden cambiar de ángulo para ofrecer una mayor eficacia. El ajuste de éstas, está directamente relacionado con la calidad del producto final, pues los dedos pueden ocasionar diferentes daños a las canales cuando las paredes de las máquinas desplumadoras se encuentran demasiado juntas, estos daños pueden ser desgarres de piel o músculos, o fracturas de alas y piernas principalmente; en el caso de que se encuentren demasiado distanciadas entre ellas, las canales podrían ser mal desplumadas (Figura de 24).^{1,20,42}

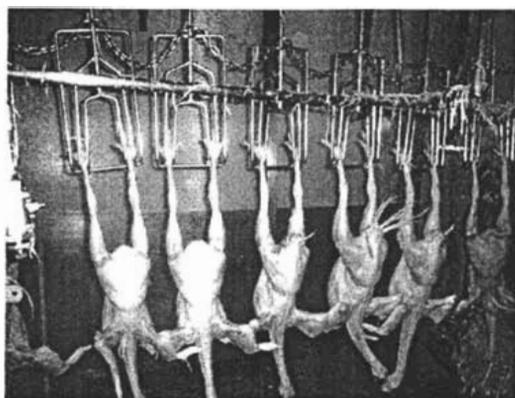


Figura 24. Observe como ciertas aves aún no han sido bien desplumadas. Al igual, estas máquinas cuentan con aspersores de agua que limpian las canales continuamente y permiten que las plumas caigan; éstas caen generalmente a un canal con flujo continuo de agua que transporta a las plumas a un punto de recolección (Figura 25), en otras plantas las plumas son retiradas del lugar por medio de una banda de transportación.²⁰



Figura 25. Canal de transportación de plumas.

Las filoplumas, son plumas inmaduras que las máquinas desplumadoras no pueden retirar, estas plumas son generalmente retiradas con métodos

manuales, aunque en algunas plantas de procesamiento las retiran a través de fuego.^{1,20}

El paso final del desplumado está constituido por el lavado exterior de la canal (Figura 26), para retiro de cualquier pluma o residuo.⁴²

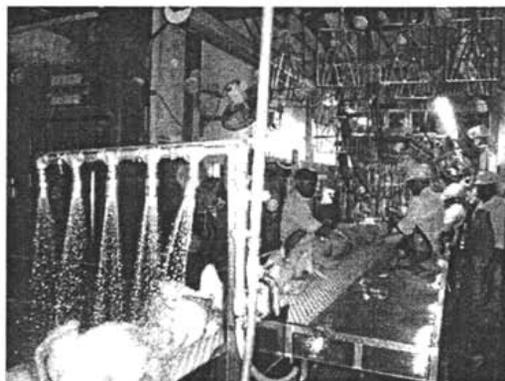


Figura 26. Lavado de canales después de desplumado.

Después del proceso de escaldado y desplumado, se les retira a las canales la cabeza (junto con esófago y tráquea). Este proceso consiste en hacer pasar la cabeza de cada canal en medio de 2 barras paralelas, en las cuales el cuello de las mismas se atora; al seguir avanzando, por tracción, las barras jalan hacia abajo la cabeza y la desprenden del resto de la canal. En algunas plantas, las cabezas son retiradas de forma manual por medio de un cuchillo. Las patas o miembros inferiores, son también retiradas en este momento (Figura 27 y 28), el corte se realiza a nivel de la articulación fibulotibiometatarsiana, a través de un cuchillo o navaja giratoria, dejando los miembros inferiores en los ganchos y recolocando a las canales en una nueva línea de ganchos automáticamente, o bien liberándolas en un área específica en donde el personal se encarga de recuperarlas y colgarlas nuevamente en otra línea de ganchos.^{1,20,42}

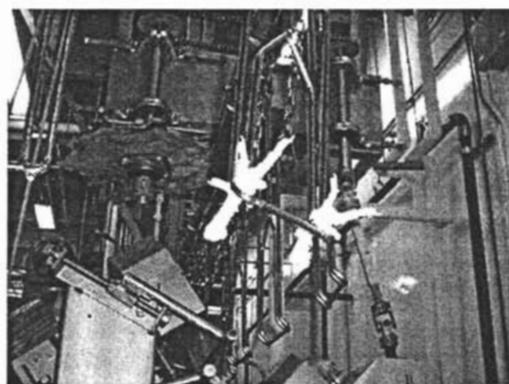
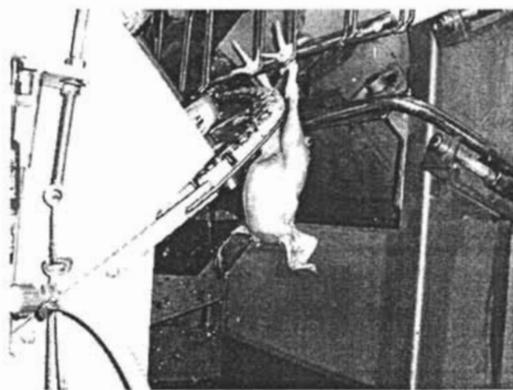


Figura 27 y 28. Corte de patas.

A continuación, en la mayoría de las plantas se corta el cuello y la glándula oleosa del pigostilo, las máquinas que realizan este proceso se encuentran comúnmente juntas y utilizan navajas. En el caso del retiro del cuello, la navaja lo corta justo por arriba de los hombros. Ambos procesos pueden hacerse de manera manual (Figura 29).

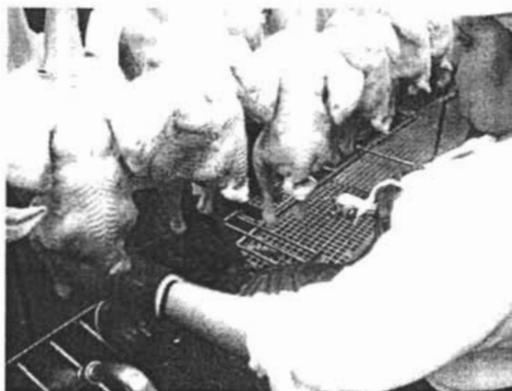


Figura 29. Retiro manual de glándula oleosa del pigostilo.

Es en este momento que el proceso de eviscerado inicia.

8. Eviscerado.

El eviscerado se refiere a la remoción de vísceras comestibles y no comestibles. Es una serie de pasos, que varía mucho de planta a planta de procesamiento con base al equipo, con que cada una de ellas pueda contar y de acuerdo al tipo de producto final que se requiere (1). Este equipo debe estar físicamente alejado de todo el equipo anteriormente utilizado, generalmente las plantas cuentan con un área separada.

Para llevar a cabo el eviscerado, las aves como los pollos de engorda, se mantienen en su posición inicial, colgados a través de los miembros inferiores (piernas sin patas, para este momento); mientras que otras aves como los pavos, se sostienen de tres puntos (Figura 30), los dos miembros inferiores y la cabeza (1,42).

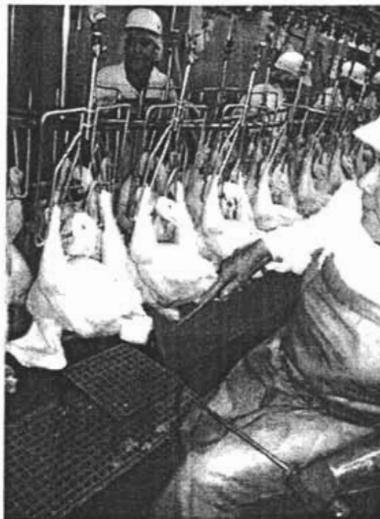


Figura 30. Posición de pavos para eviscerado.

Existen dos tipos de eviscerado, el manual y el mecánico. En el caso de los pavos el eviscerado siempre es manual y en nuestro país un alto porcentaje de los pollos de engorda que se consumen son igualmente eviscerados en forma manual.^{1,42}

Cabe mencionar que en nuestro país, se consume mucho pollo tipo mercado público, es decir sin eviscerar; a estas canales se les denomina comúnmente pollo tipo *New York*, a los que sólo se les retira sangre y plumas, por lo que su vida de anaquel es menor.^{1,2}

En general los pasos del eviscerado son:

- a) Apertura de la pared abdominal

En el caso de la evisceración manual, se inicia haciendo un corte en forma de J alrededor de la cloaca, a través del cual las vísceras se retiran. En el caso

de eviscerado mecánico, existe una máquina llamada cortador de cloaca (vent cutter) (Figura 32), que es utilizado y que corta en forma circular y succiona

el área de la cloaca (Figura 31), para posteriormente alargar el corte hacia la región abdominal, a través del uso de una navaja automática (Figura 33); en el caso del eviscerado manual este corte, se hace con tijeras.²¹ El vacío para succionar la cloaca debe ser de 18 - 20 libras de presión. Entre cada canal la máquina experimenta un vacío positivo que limpia el mecanismo de corte y evita la acumulación de material que impida su buen funcionamiento.²⁰

Es en este momento del corte de la pared abdominal, donde el retiro de alimento se refleja, si el animal fue sometido a un tiempo correcto de ayuno, el intestino no estará lleno y no representará un problema; si éste se encuentra redondeado y lleno, habrá peligro de ruptura o daño al momento de corte y consecuente contaminación de la canal.

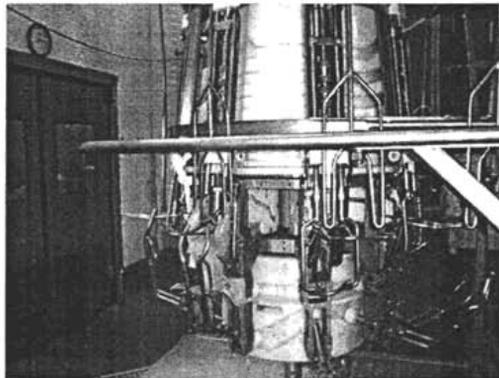


Figura 31. Vent cutter.

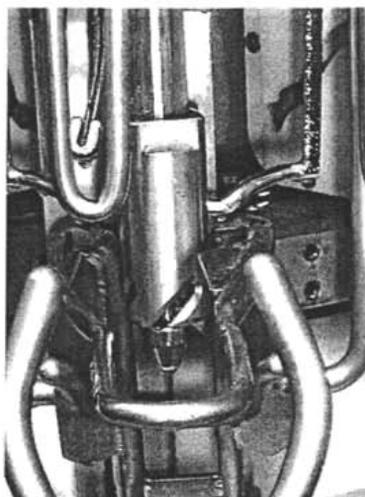
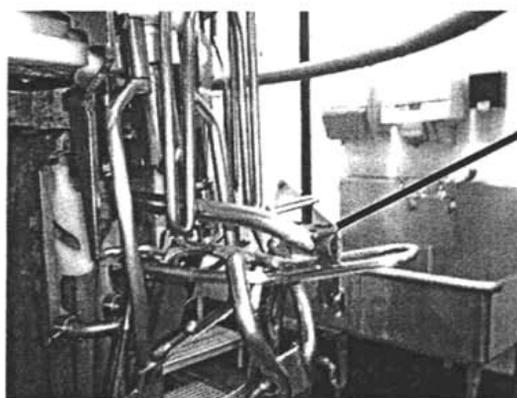


Figura 32. Dispositivo que corta de manera circular y succiona el área de la cloaca.



Navaja (su movimiento es hacia delante y atrás para alargar el corte).

Figura 33. Navaja que alarga el corte en paredes abdominales.

b) Retiro de vísceras

Las canales continúan su recorrido para ser evisceradas. La mayoría de las máquinas evisceradoras son cilindros verticales que cuentan con 10 ó más estaciones, los cuales rotan las canales para realizar en ellas diferentes pasos comprendidos en el retiro de una víscera específica. Cuando todos los pasos

mecánicos que se realizan en las estaciones de un cilindro son finalizados, las canales continúan su camino a los siguientes cilindros para otras vísceras hasta finalizar el eviscerado.¹

El siguiente paso después de la apertura de la canal abdominal, es el retiro de las vísceras, que bien se puede hacer de manera manual o automática.

En la forma automática, las canales pasan por uno de los cilindros en donde son sujetadas por un mecanismo como el de la Figura 34, para inmovilizarlas, y un brazo en forma de cuchara entre a la cavidad a lo largo de la parte interna de la pechuga hasta llegar al área del corazón y la molleja para posteriormente salir, expulsando las vísceras de la cavidad (Figura 35 a 37).¹

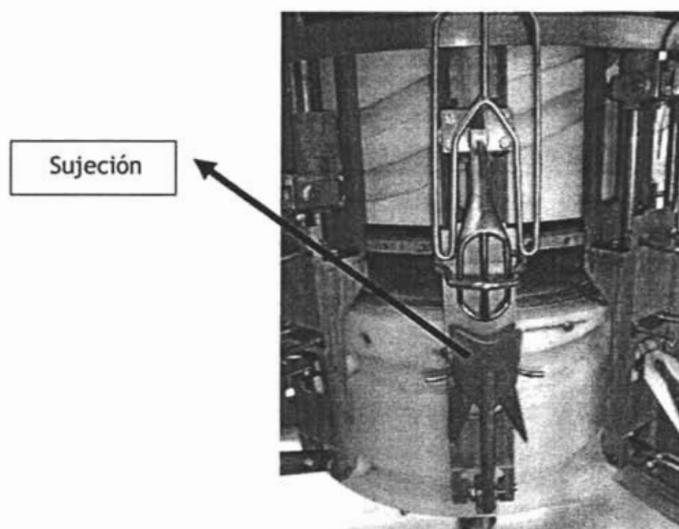


Figura 34. Sujeción de la canal.

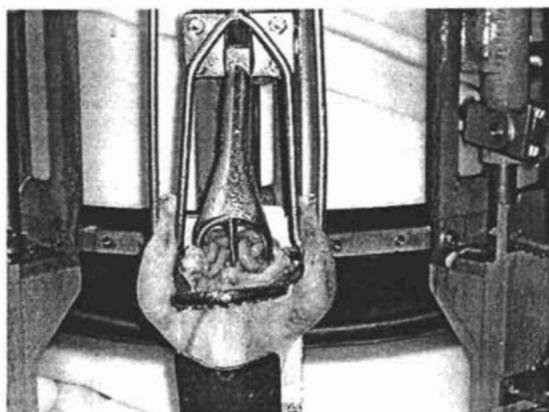
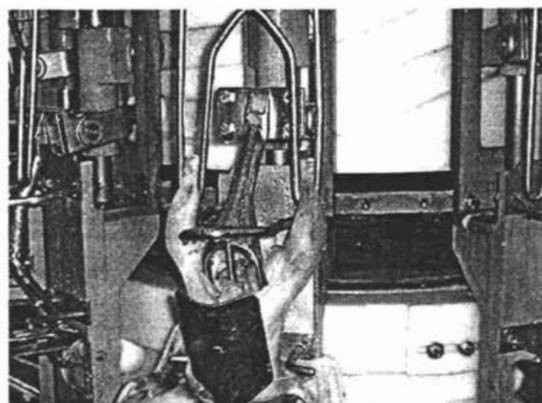
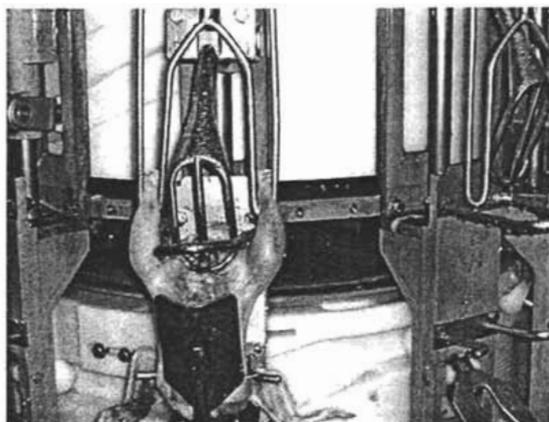


Figura 35 a 37. Dispositivo en forma de cuchara que expulsa las vísceras.

Para retirar el esófago y tráquea de las canales que aún los tengan, existe en algunas plantas una máquina especial que por medio de vacío retira estos dos órganos.

Para finalizar el eviscerado se aspira la canal por dentro, generalmente para retirar los pulmones y/o riñones que pudieron quedar dentro de la canal (Figura 38).¹

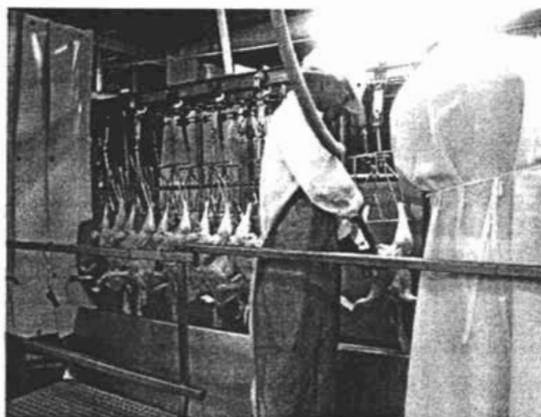


Figura 38. Aspirado interno de la canal.

C) Separación de vísceras comestibles

Las vísceras comestibles son el corazón, la molleja y el hígado (incluyéndose en este concepto en México, las patas y cabeza, cuya separación de la canal ya ha sido explicado). Existen máquinas cosechadoras de estas vísceras, las cuales separan las vísceras comestibles de las no comestibles, aunque el proceso puede hacerse de manera manual también. En el caso de la molleja la capa de queratina y su contenido son retirados, generalmente por medio manual (Figura 39) o por medio de cilindros con superficie irregular que raspan la parte interna de la molleja limpiándola y retirando la capa de queratina que contiene (Figura 40).¹ Independientemente de la técnica que se

utilice, todas las vísceras comestibles son lavadas con agua y en algunas ocasiones empaquetadas por separado.^{1,20}



Figura 39. Separación manual de vísceras comestibles.



Figura 40. Limpieza de mollejas por medio de cilindros con superficie irregular.

Durante esta etapa se lleva a cabo también la inspección. En México las normas NOM-009-ZOO-1994 y NOM-194-SSA1-2004, son las que regulan este proceso. En general ambas normas mexicanas, mencionan los siguientes

puntos importantes con referencia a la inspección en plantas procesadoras de aves:

- No podrá sacrificarse ningún animal dentro del establecimiento, sin previa autorización del Médico Veterinario oficial o aprobado.
- El Médico veterinario oficial o aprobado, vigilará que la insensibilización para el sacrificio de los animales, se realice de forma humanitaria con electricidad o cualquier otro método autorizado por la secretaría (dicha información se encuentra en la NOM-033-ZOO-1995 referente al sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres).
- La entrada de los animales a los establecimientos, debe hacerse en presencia del Médico Veterinario oficial o aprobado, quien además de efectuar la primera inspección, verificará la exactitud de los datos consignados en la documentación que acompaña al embarque.
- Los animales deben de tener un período de descanso después de ser transportados a la planta, en las aves, el período que dura la inspección *antemortem* es suficiente para el descanso.
- Queda prohibido introducir a la sala de sacrificio animales muertos.
- El examen *postmortem*, se refiere a un examen macroscópico al que son sometidas las canales, órganos y demás tejidos, comprende una observación macroscópica y palpación de los órganos, principalmente. Dicho examen debe ser realizado por un veterinario autorizado o por personal oficial auxiliar.
- Toda canal en la que se observe una lesión será retenida y reprocesada o decomisada según sea el caso.

- En el caso de aves, las vísceras deben ser exteriorizadas para su correcta inspección.^{43,44}

9. Enfriamiento

El enfriamiento de las canales tiene como objetivo detener la multiplicación de microorganismos para maximizar la vida de anaquel de las canales. El enfriamiento debe ser aplicado inmediatamente después del sacrificio, una vez que la canal haya sido eviscerada. Según las normas norteamericanas, las canales de pollo deben de reducir su temperatura a 40°F (4.4°C) dentro de las siguientes 4 horas posteriores al sacrificio de las aves, mientras que las canales de pavos deben reducirla dentro de 8 horas.^{1,2}

Existen dos métodos de enfriamiento, con agua y con aire. En México, Brasil y Estados Unidos el mayormente utilizado es el enfriamiento por inmersión, es decir con agua. Este tipo de enfriamiento por inmersión generalmente incluye dos etapas como máximo, siendo común en México una sola etapa (Figura 41).

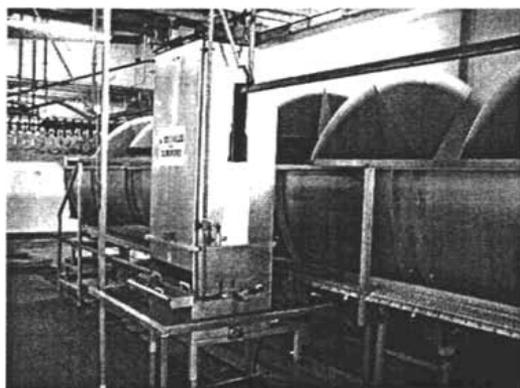


Figura 41. Tanque para enfriamiento.

Las canales son liberadas de los ganchos hacia el primer tanque llamado pre-enfriador, en el cual permanecen durante 10-15 minutos a una temperatura de 12°C. El agua de este tanque proviene de los tanques que le continúan,

llamados enfriadores (esto para reciclar la energía de refrigeración). La función del pre-enfriamiento, es lavar las canales para reducir la contaminación cruzada durante el enfriamiento y la absorción de agua (la temperatura de la canal ,de 38°C en este momento, permite que los lípidos de la piel aún no se solidifiquen, permitiendo la entrada de agua, mejorando el rendimiento de la canal). Después del pre-enfriamiento las canales tienen una temperatura de 30-35°C, para ser dirigidas al enfriamiento, el cual a la entrada permanece a una temperatura de 4°C, mientras que en la salida tiene una temperatura de 1°C. Para evitar que se modifiquen las temperaturas del agua en el tanque de enfriamiento la corriente del agua corre en sentido contrario al que avanzan las canales (sistema de contracorriente), lo cual también ayuda a mantener el agua del final del tanque lo más limpia posible (Figura 42). Se utiliza la inyección de aire, lo que permite la formación de burbujas que evitan que el agua tenga contacto directo con la superficie de la canal, evitando así el calentamiento de la misma por equilibrio térmico (1). Adicionalmente existen sistemas de paletas o aspas mecánicas, que mueven las canales a través del tanque.²⁰

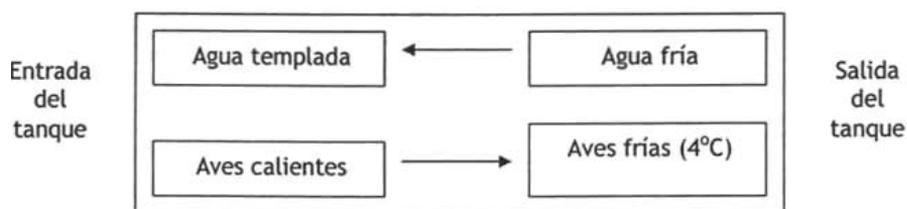


Figura 42. Flujo de agua en tanques para enfriamiento.

El agua utilizada en estos tanques, es clorinada a 20-25 ppm. Este parámetro está regulado en Estados Unidos, no así en nuestro país. Por lo tanto, es necesario un continuo análisis del agua.^{2,20}

El proceso de enfriamiento por inmersión dura de 1 a 1.5 horas y se utilizan de 2-5 litros de agua por canal.

Después del enfriamiento por inmersión, las canales son colgadas durante 2.5-4 minutos para facilitar el escurrimiento de las canales, eliminando el exceso de agua de las mismas (según la USDA, en Estados Unidos, las canales, por reglamentación, sólo pueden absorber de un 8% hasta un 12% de agua).²

Algunas plantas utilizan dióxido de carbono y nitrógeno líquido para ayudar al enfriamiento.²⁰

Otro método utilizado es el enfriamiento por aire, el cual es un método común en Europa y Canadá que se realiza en grandes cuartos en donde la temperatura es de 4°C donde permanecen las canales durante 2.5 horas. Cuando se utiliza enfriamiento con aire, se debe escaldar a las canales con el método suave para evitar la pérdida del estrato córneo de la epidermis durante el mismo y la humedad durante el enfriamiento. Este tipo de enfriamiento reduce la contaminación cruzada, pero requiere de mucho espacio, además de que reduce el rendimiento de la canal.²

HACCP en la planta de procesamiento.

Durante el sacrificio y procesamiento de las aves, existen muchas oportunidades para que las canales se contaminen con bacterias, algunas de ellas patógenas para el hombre. La carne fresca provee un excelente medio de nutrientes para las bacterias una vez que ésta ha sido contaminada. La contaminación de las canales, así como el crecimiento o multiplicación de

estas bacterias en la misma, da como resultado un producto con calidad reducida y puede llegar a ser un riesgo para la salud humana.⁴⁵

Con base a lo anteriormente expuesto, la industria de procesamiento y productos con valor agregado de aves y en general de alimentos, poco a poco ha adoptado el sistema HACCP (Hazard Análisis and Critical Control Points por sus siglas en inglés), el cual en español quiere decir análisis de peligros y puntos críticos de control. Se trata de un sistema de manejo, que sirve para asegurar que los productos alimenticios sean seguros para el consumo, basándose en la idea de que es mejor la prevención de peligros a través de la identificación y control de puntos críticos durante todo el procesamiento, que la inspección de muestras de productos finales.⁴⁶ Ha sido descrito como el más efectivo de los métodos para aseguramiento alimenticio.

El HACCP, define a un peligro como cualquier propiedad biológica, física o química, que pueda causar que un producto no sea seguro de consumir (pueda causar un daño al consumidor).

Las plantas procesadoras deben aplicar un plan HACCP, el cual en general puede desarrollarse de la siguiente manera:

-Manejo de soporte: El éxito del plan HACCP, depende en gran manera del compromiso de los empleados de la planta. La actitud de cada uno de ellos se verá reflejada en los resultados finales. Cada uno de los empleados y personas relacionadas con cualquier paso del procesamiento debe estar consciente de la importancia de su trabajo y deberá entender el porqué de la aplicación del plan HACCP. Las personas relacionadas con el plan deben tener un soporte tanto filosófico como económico y entender perfectamente el concepto del HACCP que le demuestre los beneficios del mismo.⁴⁵

-Establecimiento del equipo HACCP: El equipo HACCP, debe incluir individuos con experiencia en sus diferentes áreas (ej. líneas de procesamiento, control de calidad, microbiología, ingeniería, manejo de producción, etc). Un equipo que esté conformado por personas con experiencia en su respectiva área identificará los peligros asociados con el producto más fácilmente.

-Entrenamiento de empleados: Es necesario un entrenamiento adecuado, el cual se relaciona con la responsabilidad específica que tiene cada empleado dentro del plan HACCP. El entrenamiento debe de ser extensivo para todos incluyendo a los operarios, pues ellos están directamente relacionados con la seguridad del producto.

-Principios e implementación del plan HACCP: Son 7 los principios básicos del HACCP, los cuales se presentan a continuación:

- 1) Análisis de peligros: El equipo debe identificar todos los problemas potencialmente peligrosos (biológicos,químico y físicos,) que pueden ocurrir durante el procesamiento y la acción preventiva apropiada que deben tomar en caso de que se aumentaran estos problemas en algún momento del procesamiento. En este principio se recomienda realizar un diagrama de flujo (Diagrama 1), que detalle todos los pasos de la producción, para realizar un análisis de peligros y una subsecuente identificación de los mismos.
- 2) Identificación de los puntos críticos de control (CPP): Estos puntos, se refieren a aquellos momentos del procesamiento en los cuales la pérdida de control puede resultar en un peligro biológico, químico o físico. Estos puntos pueden variar mucho dependiendo del tipo de

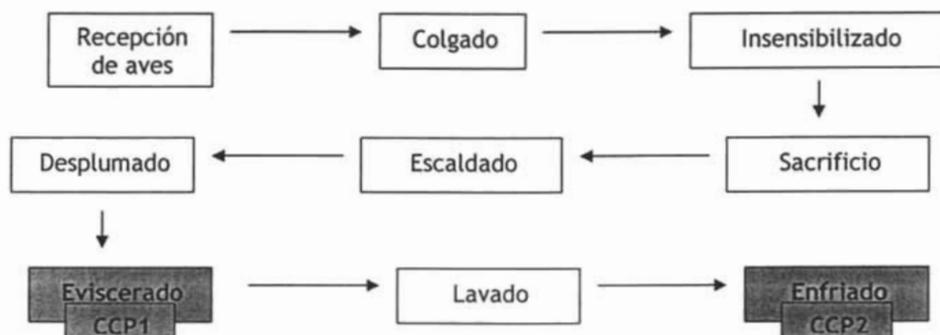
producto que se maneje, particularmente si se trata de productos crudos o productos completamente cocinados.

- 3) Establecimiento de límites críticos: Un límite crítico, es la cantidad de desviación aceptable para cada punto crítico de control. Se elige, por lo tanto, un parámetro de aceptación para cada punto crítico de control (ej. Durante el enfriamiento de las canales, momento considerado punto crítico de control, la temperatura del tanque debe ser de 1°C a 4°C, mismo parámetro que debe ser respetado, por ser un límite crítico; en el momento que la temperatura del tanque sea mayor o menor a este parámetro, se presenta una pérdida de control). Los límites críticos de control se establecen para la seguridad, no para la calidad de los productos.
- 4) Monitoreo de límites críticos: Todos los puntos críticos de control, deben ser monitoreados rutinariamente para comprobar que los parámetros de los límites críticos están siendo respetados. El equipo HACCP debe además de determinar los puntos críticos de control, determinar la frecuencia de evaluación de los mismos por parte de los empleados correspondientes. Dicha evaluación debe ser fácil y rápida de realizar. Usualmente se utiliza observaciones visuales, aroma, mediciones de pH, temperatura, etc. Generalmente no se utilizan estudios microbiológicos, por el tiempo que tardan los resultados, sin embargo las nuevas técnicas microbiológicas rápidas comienzan a ser introducidas.
- 5) Acción correctiva: El plan HACCP, debe incluir las acciones que se deberán implementar en el momento que el proceso salga de control.

Además de indicar los pasos a seguir, es importante incluir la persona específica que debe realizarlos.

- 6) Realización de registros: Todos los datos colectados en cada punto crítico de control, deben ser registrados detalladamente. Los siguientes datos deben existir para un registro efectivo: una lista de los miembros de equipo y sus responsabilidades, las fechas de los registros y la identificación exacta de los productos, la lista de límites críticos y sus mediciones preventivas, los planes de verificación y monitoreo, curso de acción cuando una desviación de los límites ocurrió y la persona encargada de la acción, procedimientos de disposición de los productos cuando una desviación ocurrió, información adecuada de empaque de los productos, así como de su vida en anaquel, etc.
- 7) Verificación del plan HACCP: Es importante verificar periódicamente que el plan funciona eficientemente. Esto incluye la verificación de procesos y equipo, muestreos microbiológicos y análisis estadísticos.⁴⁵

Diagrama 1. Ejemplo de un diagrama de flujo para el procesamiento de aves en una planta de procesamiento:



Procesamiento secundario.

El procesamiento secundario es una serie de pasos enfocados en transformar la carne de ave a productos con valor agregado. Los productos con valor agregado, son aquellos que requieren de una transformación adicional posterior al procesado del ave tradicional. Se venden de diferentes formas y sus beneficios van ligados a la rentabilidad de los mismos. Se pueden encontrar den varias presentaciones desde deshuesado, por piezas, marinado, formado, emulsificado, etc pero en general los podemos dividir de la siguiente manera:

- a) **Marinados:** La carne de ave contiene un 75% de agua. De ésta aproximadamente el 4% está ligada a las proteínas musculares y no puede ser removida. El agua inmovilizada, puede ser removida mediante cocción y constituye un 10-15% y el agua restante está ligeramente unida o libre, pudiéndose perder durante manejos de procesamiento secundario como los son el corte, molido y almacenamiento. La capacidad de retención de agua(WHC, por sus siglas en inglés) del músculo, es afectada por el pH y el espacio existente entre las proteínas musculares para ligar al agua. La capacidad de retención del agua se incrementa al aumentar el pH y el espacio que ocupa el agua. Una mayor WHC, incrementa la jugosidad y la suavidad de la carne, además de aumentar las ganancias para los procesadores.

Dos de los ingredientes mayormente utilizados en los procesos de marinado son la sal y los fosfatos, ambos ayudan a aumentar el espacio intersticial e incrementar el agua ligada. Durante el marinado

se pueden añadir muchos otros ingredientes, incluyendo ligadores y saborizantes.

La sal disminuye la actividad del agua, e incrementa, por lo tanto, la vida de anaquel al retardar el crecimiento bacteriano, solubiliza las proteínas del músculo para incrementar la WHC. Los niveles tradicionales en marinados de sal van de 1.5 a 3.0%. La sal es un ingrediente autolimitante debido a su sabor fuerte.

El fosfato más utilizado es el STPP o STP (tripolifosfato de sodio); se trata de un fosfato barato y fácil de utilizar. Ayuda a incrementar el WHC, a la extracción de proteínas musculares, reducción de la rancidez oxidativa, preservación de color e incremento de la retención del sabor. Cuando se le adiciona el agua al STP se fracciona y forma el difosfato funcional.

Los fosfatos deben ser disueltos en agua antes de añadir la sal, pues estos son más difíciles de disolver. Generalmente la solución se lleva a cabo en cuartos fríos, principalmente para evitar crecimiento de bacterias en los marinados. El exceso de fosfatos puede provocar sabores jabonosos y cambio de color del producto.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

Los métodos de marinado son por inmersión, por volteo, el cual puede incluir vacío(Figura 43) o por inyección(Figura 44 y 45).

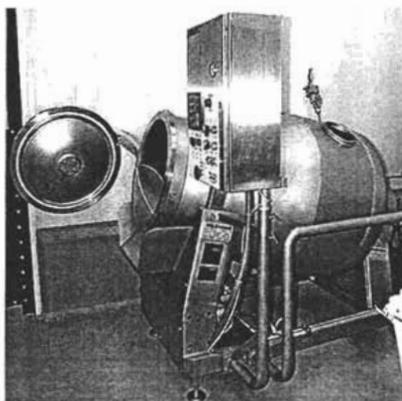


Figura 43. Tumbler de volteo para carne de ave (la carne de aves es introducida junto con el marinada en estas máquinas, las cuales se cierran y giran a aproximadamente 16-26 rpm. Algunas veces se aplica vacío para tener mejores resultados de marinación).



Figura 44. Máquina inyectora de marinado.

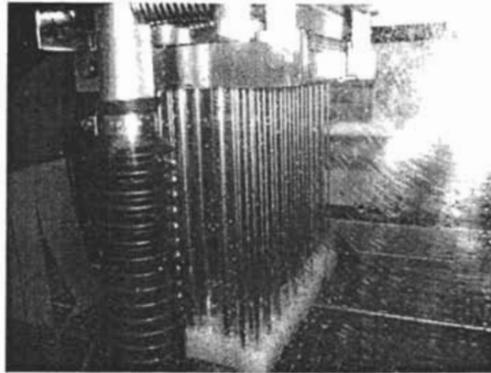


Figura 45. Agujas de inyección (a través de las cuales pasa el marinado y es inyectado a la carne).

- b) **Músculos completos, seccionados y productos formados:** Los productos de músculos completos están formados por la unión de varios músculos completos, juntos que hacen productos como los jamones. Los productos seccionados o formados, sin embargo, reducen el tamaño de la partícula (menos de una pulgada), mediante una molienda, ablandamiento, maceración, corte o picado para incrementar la superficie para la penetración del marinado y la extracción de proteínas. Estos productos son marinados por volteo generalmente para extraer aún más las proteínas solubles en sal, dichas proteínas forman una superficie pegajosa sobre las piezas musculares y actúan como matriz ligante proteína-proteína natural en el calentamiento. Las piezas son entonces acomodadas dentro de una envoltura fibrosa y cocinadas a una temperatura de 71.1°C aproximadamente en baño María, horno o en ahumador.
- c) **Productos de partícula pequeña:** Son similares a otros productos seccionados y formados. Sin embargo, la carne es inicialmente molida

a menos de una pulgada cúbica antes del marinado y la formación
Muchos de estos productos son cubiertos y vendidos, parcialmente
fritos o completamente cocidos.

- d) Emulsiones: Para que se forme una emulsión, se necesitan de varios
pasos iniciando con la extracción de la proteína, seguido del
encapsulado de la grasa y finalizando con la formación de un gel
mediante la aplicación de calor. La materia prima se muele o corta (se
debe tener cuidado con el contenido de grasa, humedad y proteína)
junto con hielo, sal y pimienta para extraer las proteínas. El hielo es
incluido para prevenir que se eleve la temperatura y por consiguiente
la desnaturalización de las proteínas. Después se agrega la grasa y las
partículas son cubiertas con proteína extraída.

La temperatura de la mezcla final no debe exceder de 10-11.7°C, para
permitir una buena formación de la emulsión. Una vez formada la
emulsión se debe empacar y cocinar para evitar que la emulsión se
deforme. El exceso de manipulación del producto puede provocar que
la grasa se separe de la matriz proteica, formando capas de grasa o
depósitos gelatinosos en el producto final. La cocción desnaturaliza las
proteínas y ayuda a formar el gel y a mantener atrapada la grasa y el
agua dentro de la estructura de la emulsión.⁴⁷

Disposición y tratamiento de desechos.

El procesamiento de aves, así como el de productos con valor agregado, crean
una gran cantidad de contaminantes del agua, semisólidos y sólidos, que
deben ser separados y tratados antes de ser descargados al ambiente .

Algunos de estos pueden ser utilizados como subproductos para alimentación humana, animal o como fertilizantes en cultivos.

Los exámenes que se efectúan comúnmente para evaluar la contaminación el agua son:²⁰

- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO): Es una medida del material biodegradable disponible en el agua.
- Demanda química de oxígeno (DQO): Es la medida de el oxígeno requerido para la oxidación de materia orgánica en un volumen conocido de agua.
- Cantidad de cloro (CL): Generalmente para saber la salinidad del agua.
- Materia seca o sólidos totales (DM o TS)
- Grasas y aceites.
- Concentración de hidrogeniones (pH).
- Nitrógeno (N).
- Microorganismos patógenos.
- Temperatura.

Los desechos y subproductos de cada etapa del procesamiento de aves se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Desechos y subproductos por área, comunes en una planta de procesamiento de aves

Etapa del procesamiento	Desecho y subproductos
Recepción	Heces, plumas (subproducto), agua utilizada para limpiar el área.
Sacrificio	Sangre (subproducto), agua utilizada para limpiar el área.

Escaldado y desplumado	Plumas (subproducto), sangre/grasa, agua para utilizada para limpiar el área
Evisceración	Vísceras (subproducto), sangre, grasa, agua utilizada para limpiar el área
Enfriamiento	Grasa, sangre, pedazos de músculo y agua.
Planta total	Agua utilizada para limpiar las instalaciones.

Un tratamiento de agua se divide principalmente en tres etapas. La primer etapa generalmente es la remoción de los sólidos grandes, seguida por la remoción de grasas y sólidos finos para finalmente aplicar un tratamiento biológico. La primera generalmente se hace en pantallas con perforaciones de diferentes tamaños por donde se filtra el agua. La segunda se hace o bien por flotación, floculación, mediante el uso de algunos químicos, o una combinación de ambas. El tratamiento biológico puede ser anaeróbico o aeróbico. El tratamiento anaeróbico se hace en ausencia de aire libre, es decir se realiza en cuartos cerrados, para prevenir la entrada de aire. Los organismos utilizados son capaces de degradar materia orgánica en dos etapas de un proceso de fermentación. En la primer etapa las bacterias degradan a productos simples la materia orgánica, siendo los más importantes los ácidos volátiles. En la segunda etapa bacterias anaeróbicas, se encargan de producir metano y dióxido de carbono a través de los ácidos grasos volátiles.

El tratamiento aeróbico, la materia orgánica, residuos coloidales y sólidos finos son utilizados por una mezcla de microorganismos (biomasa). Esta fase se lleva a cabo en un reactor al que se le inyecta oxígeno continuamente. En este tratamiento se busca la oxidación de los sustratos a dióxido de carbono y agua.²⁰

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN:

Los pasos del procesamiento primario de aves, pueden ir seguidos de un procesamiento secundario en el cual se trata de minimizar el tiempo de preparación de los alimentos para los consumidores, esto da un valor agregado a los productos, dándoles en algunas ocasiones, mayor vida de anaquel, optimizando la calidad, el sabor o la presentación y por lo tanto, elevando los precios de venta, aunque aumentando la comodidad para los consumidores, pues estos productos son de fácil y rápida preparación. Aunque en México los productos con valor agregado representan aún un bajo consumo, el ritmo de vida de algunas de nuestras ciudades, ha creado un nicho de mercado para este tipo de productos, por lo que, el conocimiento de este tipo de procesamiento secundario, comienza a ser importante en nuestro país.

La manufactura de productos avícolas con valor agregado en México, representa un área del procesamiento en franco crecimiento y expansión, sin embargo es necesario trabajar arduamente en la búsqueda de estandarización del procesamiento avícola primario, así como en la uniformidad de los productos finales que representen para los consumidores, calidad y seguridad alimentaria.

Es importante reconocer que un porcentaje menor a la mitad del porcentaje total de canales consumidas en nuestro país presentan este tipo de procesamiento, por lo que un largo camino queda por recorrer (ver Tabla y Gráfica 1).

La calidad de los productos que consumen los mexicanos está basada en la estandarización de nuestros procesos, esto sin tomar en cuenta que la estandarización también va de la mano con la reducción de riesgos para la

salud de los consumidores (ya sea riesgos biológicos, físicos o químicos, que se manejan actualmente con la introducción del HACCP).

Muchos de los procesos utilizados en México para sacrificar aves y convertirlas en canales para consumo no son los más adecuados, no sabemos a ciencia cierta cuantas de estas canales han sido la causa de enfermedades de transmisión alimentaria; no hay forma de calcularlo pues no existe un seguimiento de la presentación de este tipo de enfermedades, ni difusión suficiente sobre mal manejo de alimentos. La realidad mexicana no exige muchas ocasiones calidad (o se tienen culturalmente diferentes conceptos de calidad), sin embargo nosotros como Médicos Veterinarios Zootecnistas responsables de la salud animal y humana, debemos enfocar nuestros esfuerzos en estandarizar nuestros procesos y minimizar, de diferentes maneras, el riesgo de transmisión de enfermedades a los consumidores por medio de los alimentos que producimos. Así como ser promotores de la tecnología que permita la producción de productos finales de calidad y uniformidad.

Estados Unidos, hoy cuenta con plantas de procesamiento ideales (Diagrama 2), en donde existen empleados de la USDA, que evalúan cada uno de los pasos del proceso, inspeccionando todas las canales y rechazando aquellas que no sean aptas para el consumo, obligando así a los productores a estandarizar todos sus procesos desde el principio (es decir, desde reproductoras hasta la engorda de pollos). En México existen plantas de procesamiento igualmente ideales, pero no todas las aves son procesadas en las mismas condiciones. Existe aún mucha variación en los programas

utilizados, el tiempo y la calidad de las engordas de aves y, por lo tanto, también de su sacrificio y procesamiento.

Tanto en México como en Estados Unidos hay cambios continuos para mejorar y optimizar estos procesos, aunque en México se debe trabajar con mayor ímpetu.

Este manual pretende ser sólo una guía para los Médicos Veterinarios Zootecnistas que requieran la información necesaria para el conocimiento del procesamiento de aves y el porqué del mismo, el cual, bien manejado, dará como resultado un bienestar animal y un aseguramiento de la calidad de las canales de aves en nuestro país, así como de la salud de los consumidores.

Tabla 1. Clasificación comercial del pollo.

Estilo comercial	Porcentaje
1.Pollo vivo	30%
2.Mercado público**	26%
3.Rosticero*	23%
4.Productos con valor agregado*	5%
5.Piezas*	11%
6.Supermercado*	5%

*Canales que con seguridad fueron procesadas primariamente con el proceso referido en este manual (44%).

**Canales procesadas primariamente con el proceso referido en este manual, sin evisceración.

Gráfica 1. Clasificación comercial del pollo.

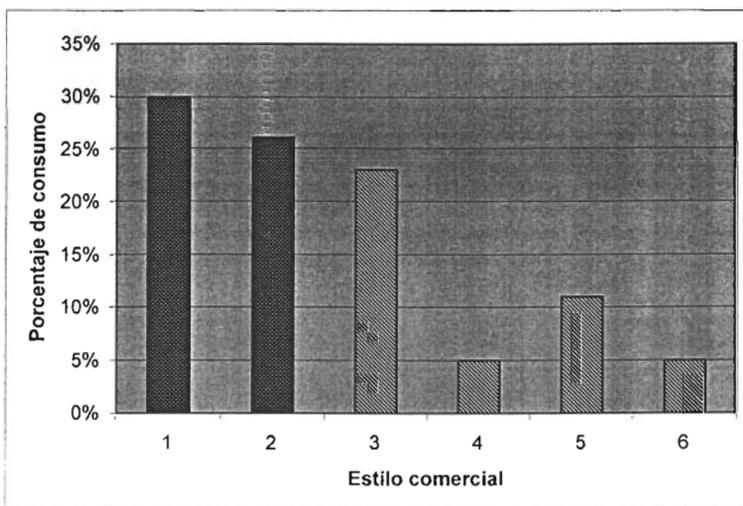
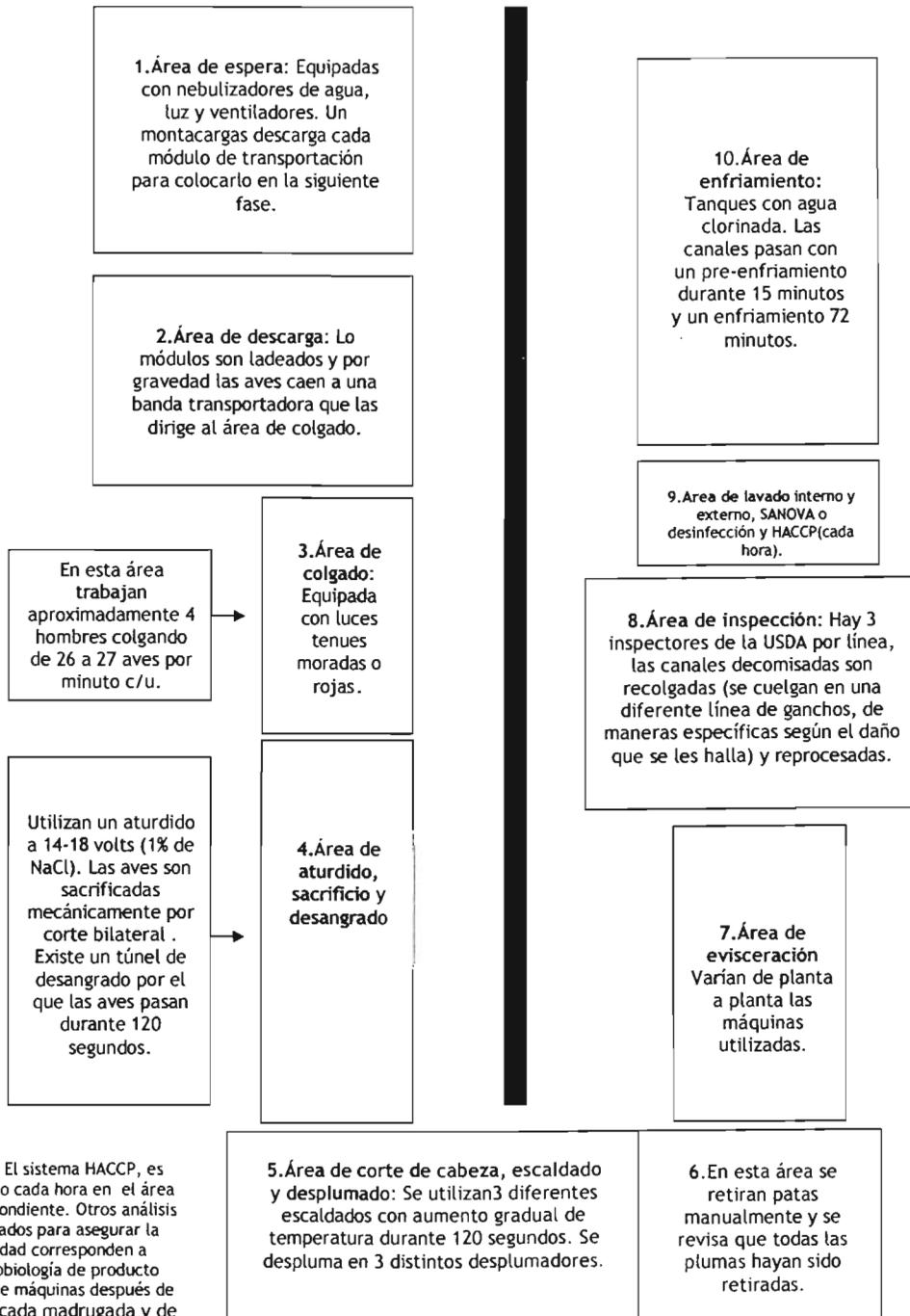


Diagrama 2. Planta de procesamiento (Estados Unidos).



Nota: El sistema HACCP, es aplicado cada hora en el área correspondiente. Otros análisis utilizados para asegurar la calidad corresponden a microbiología de producto final, de máquinas después de lavado cada madrugada y de medición de cloro en agua.

LITERATURA CITADA:

1. Sams RA. Poultry processing. CRC Press. Estados Unidos. 2001.
2. Owens CM. Short course of modern poultry production. University of Arkansas, Division of Agriculture. 2004
3. Unión Nacional de Avicultores, 2003-2004
4. Northcutt JK, et al. The broiler's last meal. Broiler industry 1996; Septiembre:27-24.
5. Bilgili SF, Hess, J.B. Tensile strenght of broiler intestines as influenced by age and feed withdrawal. Journal Applied in Poultry Research 1997; 6:279-283.
6. Wabeck CJ. Update: Feed withdrawal guidelines. Broiler industry 1992; January: 64-67.
7. Northcutt JK, et al. Relationship between feed withdrawal and viscera condition of broilers. Poultry Science 1997; 76: 410-414. 1997
8. Burh RJ, et al. Influence of time off feed on broieler viscera weight, diameter and shear. Poultry Science 1998; 77: 758-764.
9. Thorton GE. The race to automate broiler harvesting. Broiler Industry 1994; 57: 52-66.
10. Duncan JH, et al. Comparision of the stressfulness of harvesting broiler chickens by machines and by hand.BR. Poultry Science 1986; 27: 109-114.
11. Clauer JP. Transporting Poultry in a humane manner. Small Flock Factsheet. 2004. Numero 6.
12. Bayliss PA, Hinton MH. Transpotation of broilers with special reference to mortality rates. Appl Anim Behav Sci 1983; 28: 93-118.

13. Farsaie A, et al. Mechanical harvest of broiler. ASAE 1983; 26: 1650-1653.
14. Nidjam E, et al. Factors Influencing bruises and mortality of broilers during catching, transport and lairage. Poultry Science 2004; 83:1610-1615.
15. Warris PD, et al. Defecation and weight of gastrointestinal tract contents after feed and water withdrawal in broilers. British Poultry Science 1988; 45: 61-66.
16. Veerkamp CH, Preslaughter conditions for poultry good handling gives better yields. Poultry Misset 1986; Abril: 30-33.
17. Mallia JG, et al. A dark dry-like condition in turkeys condemned for cyanosis. Poultry Science 2000; 79: 281-285.
18. Sams RA, Castañeda SMP. Procesamiento y su efecto en la calidad y rendimiento. Memorias del quinto simposium internacional sobre procesamiento de aves y calidad de producto. Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas. León, Guanajuato. 2003.
19. Shackelford AD. Evaporative cooling broilers during preslaughter holding. Poultry Science 1984; 63: 927-931.
20. Elsevier Applied Science. Processing of poultry. Elsevier Applied Science. Inglaterra. 1989.
21. Fletcher DL. Symposium: Recent advances in poultry slaughter technology: Slaughter technology. Poultry Science 1999; 78: 277-281.
22. WASK: The welfare of animals . MAFF 1955. UK.

23. Bilgili SF. Electrical stunning of broilers: basic concepts and carcass quality implications: a review. *J Appl. Poulnry Res* 1992; 1: 135-146.
24. Raj ABM. Welfare during stunning and slaughter of poultry. *Poultry Science* 1998; 77: 1818-1819.
25. Heath GE, et al. A survey of stunning methods currently used during slaughter of poultry in commercial poultry plants. *J. Appl. Poult. Res.* 1994; 3: 297-302.
26. Gregory NG, et al. Effect of electrical stunning on somatosensory evoked potentials in chickens. *Br. Vet. J.* 1989; 145: 159-164.
27. Richards SA , Sykes AH. Physiological effects of stunning and venesection in the fowl. *Res. Vet. Sci.* 1967; 8: 361-368.
28. Sparrey JM, et al. Model of current pathways in electrical water bath stunners used for poultry. *British Poultry science* 1992; 33: 907-916.
29. Fletcher LD. Stunning of broilers. *Broiler industry* 1993; Marzo: 41-46.
30. Kettlewell PJ, Hallworth RN. Electrical stunning of chickens. *J. Agric. Eng. Res.* 1990; 47: 139-151.
31. Raj ABM. An evaluation of humane gas stunning methods for turkey. *Vet. Rec.* 1994; 135: 222-223.
32. Raj ABM. Effect of rate of induction of carbon dioxide anaesthesia on the time of onset of unconsciousness and convulsions. *Res. Vet. Sci.* 1990; 49: 360-363.
33. Eisele JH, et al. Narcotic properties of carbon dioxide in the dog. *Anesthesiology* 1967; 28: 856-865.
34. Abram J, Goodwin TL. Factors affecting chickens bleed out.

35. Newell WG, Shaffner CS. Blood loss by chickens during killing. *Poultry Science* 1950; 29: 271.
36. Griffiths GL, et al. Blood content of broiler chicken carcasses prepared by different slaughter methods. *Vet. Rec.* 1985; 117: 382-385.
37. Harris EC, Carter TA. Broilers blood losses with manual and mechanical killers. *Poultry Science* 1977;56: 1827-1831.
38. Dickens JA, Coe ME. Bleeding of chickens during killing operations. *Poultry Science* 1954; 33:616-619.
39. Suderman DR, Cunningham FE. Factors affecting adhesion of coating to poultry skin effect of age, method of chilling and scald temperature on poultry skin ultrastructure. *Journal of food Science* 1980; 45: 444-449.
40. Dickens JA, et al. Subcutaneous temperature profile skin appearance and picking efficiency of immersion and spray scalded broiler carcasses. *Poultry Science* 1999; 78: 595-599.
41. Northcutt JK. Reference guide for solving poultry processing problems. University of Georgia 2004.
42. Stadelman WJ, et al. Egg and poultry-meat processing. VCH. Inglaterra. 1988.
43. SAGARPA. Norma Oficial Mexicana NOM-009-ZOO-1994 Proceso sanitario de la carne. México. 1994.
44. SAGARPA. Norma Oficial Mexicana NOM-194-SSA1-2004 Productos y servicios. Especificaciones sanitarias en los establecimientos dedicados al sacrificio y faenado de animales para abasto, almacenamiento, transporte y expendio, especificaciones sanitarias de productos. México. 2004.

45. Northcutt J. Making HACCP apeen in your plant. Broiler Industry 1996; July: 24-35.
46. Stevenson EK, Bernard TD. HACCP, a systematic approach in food safety. The food processors. Estados Unidos. 1999.
47. Alvarado CZ. Productos con valor agregado. Congreso de procesamiento de aves. Leon, México. 2003.