



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

*David Teitelbaum<sup>1</sup> y Mariana Cap<sup>2, 3</sup>*

1. Minerva Foods, Argentina.

2. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA),  
Instituto Tecnología de Alimentos.

3. Instituto de Ciencia y Tecnología de Sistemas  
Alimentarios Sustentables (UEDD INTA CONICET), Argentina.

La microbiología de los alimentos y, específicamente de la carne, es un campo fundamental para la inocuidad alimentaria. La verificación de los procesos de producción mediante análisis microbiológicos es un paso obligado para la liberación de productos destinados al consumo humano y animal. La información generada respecto de la ausencia/presencia de microorganismos patógenos o la evolución de microorganismos indicadores permite evaluar el riesgo de contaminación microbiana, implementar métodos para controlar su desarrollo y prevenir la propagación de enfermedades.

Según el Código Alimentario Argentino (CAA), se define a la **carne** como “la parte comestible de los músculos de los bovinos, ovinos, porcinos y caprinos declarados aptos para la alimentación humana por la inspección veterinaria oficial antes y después de la faena. La carne comprende a todos los tejidos blandos que rodean al esqueleto, incluyendo su cobertura grasa, tendones, vasos, nervios, aponeurosis y todos aquellos tejidos no separados durante la operación de la faena”.

Sus componentes mayoritarios, variables según la especie de origen, son agua (65-80%), proteína (16-22%) y grasa (1 a 15%). También se encuentran pequeñas cantidades de sustancias nitrogenadas no proteicas (aminoácidos libres, péptidos, nucleótidos), minerales de elevada biodisponibilidad, (hierro y zinc), vitaminas (B6, B12, retinol y tiamina), e hidratos de carbono. Aproximadamente el 40% de los aminoácidos que componen las proteínas de la carne son esenciales, lo que hace que este producto sea considerado como un alimento de elevado valor biológico. Estas características proporcionan un ambiente ideal para el desarrollo bacteriano. Previo a la faena, los tejidos comestibles de un animal sano se pueden considerar estériles, ya que se encuentran protegidos de la

contaminación bacteriana por el cuero, que funciona como una cubierta casi perfecta. Sin embargo, durante la faena los microorganismos presentes en el ambiente, en manos y utensilios, o en tejidos y otras superficies no estériles, pueden contaminarlos.

Los microorganismos de importancia en productos cárnicos pueden clasificarse en tres grupos: alteradores, indicadores y patógenos.

- **Microorganismos alteradores:** no causan enfermedades en los humanos, pero, como su nombre lo indica, alteran las características sensoriales de los alimentos, acortando su vida útil. Estos, se pueden clasificar en función de las condiciones de almacenamiento. En atmósferas con oxígeno, los principales responsables de la pérdida de calidad sensorial son los microorganismos aerobios, principalmente, bacterias del género *Pseudomonas* spp. Las alteraciones consisten, fundamentalmente, en el desarrollo de olores y sabores desagradables del tipo putrefactivo y la formación de limo superficial. En atmósferas sin oxígeno, los principales microorganismos alteradores son los anaerobios, fundamentalmente, bacterias ácido-lácticas. Las alteraciones que causan consisten en formación de exudados y el desarrollo de sabores y olores desagradables. Estos sabores y olores no deseados pueden ocurrir si no se respetaron ciertas condiciones como un adecuado pH de la carne al momento del envasado al vacío o temperaturas elevadas de almacenamiento durante la vida útil de las carnes refrigeradas.

- **Microorganismos indicadores:** su importancia radica en que se utilizan para conocer la calidad higiénico-sanitaria de la carne. Entre ellos, el recuento de microorganismos aeróbios mesófilos es utilizado para estimar de forma general la carga microbiana, ya que proporciona información con respecto a la existencia de prácticas

incorrectas. En cuanto al recuento de psicrótrofos se utiliza para predecir la vida útil de la carne en refrigeración. A su vez, los coliformes totales son un grupo de bacterias que se encuentran en el medio ambiente, incluyendo el tracto intestinal de los animales. El recuento de estas últimas se utiliza para evaluar la eficacia de los procesos operativos estandarizados de saneamiento (POES) y la posible contaminación pos-proceso. En este grupo de bacterias se encuentran los coliformes fecales y *Escherichia coli*, indicadores de contaminación fecal.

- **Microorganismos patógenos:** son aquellos capaces de causar enfermedades en humanos. Entre los microorganismos patógenos de relevancia en carne bovina se incluye a *Escherichia coli* productor de toxina Shiga, *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes* y *Staphylococcus aureus* coagulasa positivo.

En la actualidad, se aplican métodos de conservación y aseguramiento de la inocuidad de la carne, los cuales se basan en el conocimiento de los factores que condicionan el desarrollo y la supervivencia de los microorganismos en la carne. Estos factores se clasifican en cuatro grupos.

- **Factores intrínsecos**, inherentes a la composición del alimento, como el pH, la actividad de agua y el potencial de óxido-reducción.

- **Factores extrínsecos**, relacionados con las condiciones del ambiente en el que se almacena la carne, incluyen la temperatura, el oxígeno y la humedad.

- **Factores implícitos**, inherentes al microorganismo, como su estado fisiológico y sus interacciones con otros microorganismos.

- **Factores de procesamiento**, los que son aplicados durante el procesamiento de la carne, como el calor, la irradiación y altas presiones hidrostáticas, entre otros.

## Los laboratorios en plantas frigoríficas

El Decreto 4238/68 en el punto 7.2 del capítulo VII establece que “Los establecimientos con Inspección Veterinaria Nacional deberán contar con un laboratorio capacitado para efectuar los exámenes químicos, físicos y bacteriológicos que se exigen en este Reglamento y los que el Senasa juzgue necesarios para garantizar la sanidad de los productos.” Si bien este capítulo es del año 1983 y está desactualizado a los requerimientos técnicos actuales, plantea la necesidad de la existencia de los laboratorios en las plantas.

Contar con un laboratorio en planta frigorífica permite la verificación analítica del plan de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC) en las diferentes áreas operativas:

- Análisis de medias reses.
- Análisis de productos semielaborados.
- Análisis de productos terminados.
- Análisis de aditivos y suministros.
- Desarrollo de productos.
- Intervenciones especiales por fallas de fabricación, devoluciones, investigaciones microbiológicas, etc.
- Procedimientos POES del Establecimiento.
- Monitoreo ambiental.

Además, contar con un laboratorio en planta frigorífica permite:

- Reducir costos analíticos asociados al envío de muestras a un laboratorio externo.
- Procesar las muestras inmediatamente después de su recolección.
- Optimizar los tiempos de obtención de resultados y liberación de lotes de producción.
- Disponer de una mejor verificación de los procesos.
- Emitir Certificados de Análisis (COA) de acuerdo con los diferentes requerimientos de cada cliente.



## Calidad en los resultados

En un laboratorio de planta frigorífica siempre se deben otorgar garantías respecto de la calidad de los resultados. Un laboratorio de planta frigorífica puede trabajar bajo la Norma ISO 17025 y buenas prácticas de laboratorio sin estar acreditado. De este modo los resultados serán confiables para la verificación de los procesos de productos elaborados, liberación de lotes, inspecciones, desvíos y garantías ante clientes, entre otros requisitos. Esto no quita que si la empresa frigorífica decide acreditar el laboratorio bajo esta norma lo pueda hacer. En el capítulo II de este manual se abordan aspectos normativos para asegurar la calidad de los resultados analíticos e instituciones para la acreditación de laboratorios.

## Diseño y capacidad analítica en un laboratorio en una planta frigorífica

Para diseñar un laboratorio es necesario establecer claramente los alcances de este e identificar una edificación independiente de las áreas productivas. Las instalaciones deben ofrecer flexibilidad para adaptarse a nuevas tecnologías que requieran espacios diferentes.

El laboratorio puede establecerse para realizar análisis microbiológicos (recuento de indicadores, detección de bacterias patógenas, determinación de vida útil, análisis de agua, monitoreo ambiental, entre otros), análisis fisicoquímicos e inclusive análisis de residuos veterinarios de productos y subproductos.

De estos objetivos dependerá el diseño del laboratorio, los equipos y materiales que se necesitan. En el capítulo III de este manual se analizan las premisas a considerar para el diseño de un laboratorio y en el capítulo IV se presentan los principales equipos a utilizar en un laboratorio de planta frigorífica. La preparación de material para la recolección de muestras es de

extrema importancia, como también lo es el diseño del muestreo, la recolección de muestras, su acondicionamiento y análisis o bien su remisión a laboratorios externos. En el capítulo V se aborda esta temática, con especial énfasis en análisis microbiológico. Sin embargo, en el laboratorio de planta frigorífica también se prepara el material, se organiza el muestreo y se acondicionan las muestras para análisis oficiales de residuos veterinarios, físico-químicos y agua. Si bien este manual está dirigido a microbiología, se incluyó un capítulo sobre normativa y requisitos comparados para análisis de agua según los principales destinos de productos y subproductos cárnicos (capítulo X).

Habitualmente en un laboratorio de planta frigorífica se requieren recuentos de indicadores y detección de patógenos para una pronta liberación de lotes de producción. Es recomendable utilizar métodos rápidos y evitar la implementación de metodologías tradicionales, ya que estas últimas requieren tiempo, formación calificada, registros, insumos y reactivos específicos, entre otros. En el capítulo VI, se presentan y analizan los métodos rápidos utilizados en laboratorios de plantas frigoríficas bovinas.

En el capítulo VII se abordan las metodologías y recomendaciones para realizar recuentos bacterianos de los principales indicadores sobre productos cárnicos bovinos y en el capítulo IX la utilización de recuentos en el monitoreo ambiental.

En el capítulo VIII se describen las principales metodologías para detección de patógenos. En este caso, el principal objetivo de un laboratorio de planta es identificar rápidamente las muestras negativas a los patógenos definidos en el plan APPCC, para ello se utilizan técnicas de *screening* o tamizaje. Cuando un resultado es positivo al *screening*, queda a criterio de la empresa confirmar el resultado o tomar una deci-

sión sobre el lote asumiendo ese resultado como positivo confirmado. En caso de decidir realizar una confirmación microbiológica mediante aislamiento bacteriano, puede ser recomendable enviar una muestra de ese lote a un laboratorio externo, tal como se describe en el capítulo V.

### **Personal destinado a un laboratorio de planta frigorífica**

El personal de laboratorio debe estar a cargo de un **profesional experto (Director Técnico)** que lidere todas las operaciones analíticas y que sea capaz de proveer los recursos necesarios para asegurar la calidad requerida por las operaciones que se desarrollen.

Además, es recomendable contar con los siguientes roles en el personal de un laboratorio de planta frigorífica:

- ✓ Supervisor de laboratorio: capaz de reemplazar el responsable del laboratorio en su ausencia.
- ✓ Analistas técnicos: capaces de realizar las determinaciones analíticas y que puedan llevar el control de insumos del laboratorio.
- ✓ Analistas idóneos: para realizar muestreos de productos, preparar y esterilizar los materiales necesarios
- ✓ Personal auxiliar para asistir en tareas de limpieza de materiales y del laboratorio.

El entrenamiento y actualización permanente de todo el personal es vital para la confiabilidad de los resultados que suministra el laboratorio.

### **Interpretación de resultados**

Para una adecuada interpretación de resultados es necesario conocer la normativa nacional e internacional vigente, espe-

cialmente de los destinos donde se exportan productos y subproductos elaborados en la planta frigorífica. En los capítulos VII y VIII se incluyen tablas comparativas para facilitar la adecuada interpretación de resultados.

Es recomendable evitar la acumulación de resultados sin interpretación, ya que los resultados analíticos deben ser analizados con celeridad y conducir a una decisión, consecuencia o intervención sobre el proceso, el ambiente y/o el producto

Es conveniente mantener una rutina semanal, mensual, estacional y/o anual de análisis estadístico de los resultados obtenidos para poder interpretar tendencias.

### **Laboratorios externos**

Las muestras que deben ser derivadas a laboratorios externos son:

- Muestras oficiales.
- Muestras de rutina recolectadas en plantas que no tienen laboratorio.
- Muestras que el cliente requiere que los análisis sean realizados por un laboratorio acreditado.
- Análisis especiales que solo realizan laboratorios específicos.

Las muestras que pueden ser derivadas a laboratorios externos son:

- Muestras para confirmar resultados positivos a *screening* de patógenos.
- Muestras confirmadas de patógenos que requieran un ulterior análisis.

Para seleccionar un laboratorio externo al cual enviar muestras se recomienda considerar las siguientes condiciones:

- Acreditación bajo la Norma ISO 17025.
- Alcance para la metodología requerida.

- Autorización del Senasa para el análisis requerido.
- Celeridad para la entrega de los resultados.
- Información respecto de las metodologías, procedimientos y técnicas que utilizará para realizar los análisis solicitados.
- Plan de prevención del fraude (BRCGS vs9).
- Precio de los análisis.

En el capítulo II se presentan los laboratorios externos acreditados bajo ISO 17025 y autorizados por el Senasa para realizar análisis microbiológicos, fisicoquímicos y residuos para la industria frigorífica bovina.

**NOTA DEL EDITOR: premisas sobre el análisis microbiológico**

- Es necesario establecer claramente la finalidad y el alcance del análisis microbiológico.
- El análisis microbiológico no es de carácter preventivo.
- El análisis microbiológico no aumenta la calidad microbiológica del producto.
- El análisis microbiológico no otorga garantías absolutas sobre el lote de producción.
- El análisis microbiológico se aplica para verificación del proceso.
- El diseño y la aplicación de un muestreo para análisis microbiológico debe estar basado en una evaluación de riesgos.